МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
мелиорированных земель»
ФГБНУ ВНИИМЗ

ВЫСОКОПРОДУКТИВНОЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЕ АГРОХОЗЯЙСТВО НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ

Материалы международной научно-практической конференции
ФГБНУ ВНИИМЗ,
г. Тверь, 30 сентября 2019 года

Тверь 2019

УДК 631.6: 631.4: 631.5
ББК П008я43
В 93

Высокопродуктивное и экологически чистое агрохозяйство на мелиорированных землях: Материалы международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 30 сентября 2019 г. Тверь: Изд-во ТвГУ, 2019. 361 с.

ISBN 978-5-7609-1483-5

В сборнике представлены материалы международной научно-практической конференции ***«Высокопродуктивное и экологически чистое агрохозяйство на мелиорированных землях»*** (Россия, г.Тверь, 30 сентября 2019 г.). На конференции рассмотрены современные системы земледелия и инновационные агро- и биотехнологии, обсуждены вопросы управления плодородием почв, агромелиоративным состоянием и продуктивностью мелиорированных земель, освещены проблемы использования торфяных почв в сельском хозяйстве, отражены актуальные вопросы кормопроизводства в условиях мелиорации, показаны проблемы эффективного использования почвенных и водных ресурсов, рассмотрены экологические и технические вопросы использования мелиорированных земель.

УДК 631.6: 631.4: 631.5
ББК П008я43

Материалы даются в авторской редакции.

Ответственные за выпуск:
О.Н. Анциферова, кандидат сельскохозяйственных наук;
Т.Н. Пантелеева

ISBN 978-5-7609-1483-5

© ФГБНУ ВНИИМЗ, 2019
© Тверской государственный университет, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. Современные системы земледелия и инновационные агро- и биотехнологии

Рабинович Г.Ю. Можно ли обеспечить конкурентное ведение растениеводства на Тверской земле? *ФГБНУ ВНИИМЗ г. Тверь, Россия* 9

Иванов А.И., Иванова Ж.А., Конашенков А.А. Мелиорация как фактор эффективности земледелия на северо-западе России. *ФГБНУ АФИ, г. Санкт-Петербург, ФГБНУ Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения, г. Санкт-Петербург – Пушкин, Россия* 14

Иванов Д.А., Пугачёва Л.В., Лисицын Я.С. Динамика биомассы сорного компонента агроценоза покровного овса в различных ландшафтных условиях. *ФГБНУ ВНИИМЗ, ФГБОУ ВО ТвГУ, г. Тверь, Россия* 18

Кузнецов П.Н., Соловьева Л.М. Значение передовых приемов технологии в повышении продуктивности озимых зерновых культур. *ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия* 23

Петрова Л. И., Митрофанов Ю.И., Артемьев А.Е., Первушина Н.К., Пушкина Л.В. Влияние норм удобрений и способов их внесения на урожайность яровой пшеницы. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* 28

Рабинович Г.Ю., Тихомирова Д.В. Снижение проявления фитофтороза на посадках картофеля при совместном применении удобрений. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* 32

Туманьян Н.Г., Кумейко Т.Б., Титова В.А., Николаенко А.Д. Повреждение в виде темных пятен зерна риса сортов, выращенных в агроландшафтных зонах Краснодарского края. *ФГБНУ ВНИИ риса, МБОУ Средняя общеобразовательная школа, г. Краснодар, Россия* 36

Кумейко Т.Б., Туманьян Н.Г. Признаки риса сортов, выращенных в различных агроландшафтных зонах Краснодарского края. *ФГБНУ ВНИИ риса, г.Краснодар, Россия* 40

Бакач Н.Г., Володкевич В.И., Шах А.В., Анженков А.С. Применение технологий орошаемого земледелия в сельскохозяйственных организациях республики Беларусь. *РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь* 43

Королева Ю.С. Накопление урожая сухой фитомассы агроценоза топинамбура в Верхневолжье. *ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия* 48

Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А., Курбанова З.К., Савоськина О.А. Экспериментальные экологизированные гербицидные и защитно-стимулирующие средства для льноводства. *Институт льна – филиал ФГБНУ ФНЦ ЛК, г. Торжок, РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия* 53

Митрофанов Ю.И., Петрова Л.И., Карасева О.В., Первушина Н.К., Казьмин А.Е. Влияние приемов и систем основной обработки почвы на засоренность посевов полевых культур. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* 58

Скворцов С.С. Влияние органоминеральных удобрений на продуктивность льна-долгунца. *ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г.Тверь, Россия* 65

Скворцов С.С., Тюлин В.А., Хархардинов Н.А. Влияние хелатных форм микроэлементов на урожайность льна-долгунца. *ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 70

Шилова О.В., Смирнова Т.И. Эффективность применения биологически активных соединений при возделывании разных сортов картофеля на дерново-подзолистой мелиорированной почве. *ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия* …… 74

Зинковская Т.С., Сорокина В.Н., Шахпаронян Л.А., Подолян Е.А. Значение и применение нанопрепаратов и нанотехнологий в растениеводстве. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 81

Смирнова Ю.Д., Зимникова Н.В. Влияние кремнийорганических удобрений на биометрию яровой пшеницы в условиях температурного стресса. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* …… 85

Карасева О.В., Карасев Н.И. Применение разбросного способа посева озимой ржи на мелиорированных землях. *ФГБНУ ВНИИМЗ г. Тверь, Россия* …… 89

Карасева О.В., Иванов Д. А., Рублюк М.В., Карасев Н.И. Сравнение способов посева озимой ржи в мелиорированном агроландшафте. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 95

Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К., Лапушкина В.Н., Миролюбова Т.В. Влияние норм удобрений на содержание элементов питания в растениях яровой пшеницы. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 100

Митрофанов Ю.И., Пугачева Л.В., Гуляев М.В., Смирнова Н.А., Лукьянов С.А. Влияние способов посева и норм высева семян на продуктивность озимой тритикале на осушаемых землях. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* …… 104

Митрофанов Ю.И., Пугачева Л.В., Гуляев М.В., Смирнова Н.А., Лукьянов С.А. Нормы высева семян озимой ржи при гребнистом способе посева. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* …… 108

РАЗДЕЛ II. Управление плодородием почв, агромелиоративным состоянием и продуктивностью мелиорированных земель

Конашенков А.А., Иванова Ж.А. Зависимость питательного режима почвы от равномерности внесения органических удобрений. *ФГБНУ Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения, г. Санкт-Петербург – Пушкин, ФГБНУ АФИ, г. Санкт-Петербург, Россия* …… 113

Окорков В.В. Запасы минеральных форм азота и продуктивность севооборотов на серых лесных почвах Верхневолжья. *ФГБНУ «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр» г. Суздаль, Россия* …… 119

Рабинович Г.Ю., Тихомирова Д.В., Лапушкина В.Н., Казьмин А.Е. Использование окислительно-восстановительного коэффициента в качестве показателя почвенного плодородия при возделывании картофеля. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* …… 125

Гамаюнов С.Н., Сурайкин В.А., Васильев А.С. Технология получения торфяных мелиорантов для управления плодородием почв. *ФГБОУ «Тверской ИПК АПК», ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия* …… 129

Анциферова О.А. Условия возникновения поверхностного накопления нитратов в осушаемых пахотных почвах. *ФГБОУВО Калининградский ГТУ, г.Калининград, Россия* …… 134

Черникова О.В., Мажайский Ю.А., Игнатенок В.А. Сравнительная эффективность средств агрохимической мелиорации на разных типах почв, вновь введенных в сельскохозяйственный оборот. *ФКОУ ВО «Академия права и управления ФСИН», Мещерский филиал ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г.Рязань, Россия* …… 140

Шилова О.В. Сравнительное влияние разных доз агрогумата калия на плодородие дерново-подзолистой мелиорированной почвы. *ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия* …… 144

Широкова Е.В., Анциферова О.Н., Магарышкина Л.С. Оценка продуктивности культуры и биологических свойств почвы при совместном и раздельном применении удобрений и гербицидов в посевах столовой свеклы. *ФГБНУ ВНИИМЗ г. Тверь, Россия* …… 151

Рублюк М.В., Иванов Д.А. Изменение агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы в различных ландшафтных условиях при длительном возделывании козлятника восточного. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* …….. 157

Фомичева Н.В., Пушкина Л.В. Биотестирование нефтезагрязненной почвы после биоремедиации. *ФГБНУ ВНИИМЗ г. Тверь, Россия* …… 160

Рабинович Г.Ю., Подолян Е.А., Зинковская Т.С. Роль осадка сточных вод в повышении продуктивности звена полевого севооборота. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 164

Митрофанов Ю.И., Карасева О.В., Лапушкина В.Н., Лукьянов С.А., Казьмин А.Е. Влияние приемов и систем основной обработки почвы на агрохимические свойства осушаемой почвы. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 167

Филиппов П.А. Приёмы управления использованием фотосинтетически активной радиации на мелиорируемых землях. *ФГБНУ АФИ, г.Санкт-Петербург, Россия* …… 174

Рублюк М.В., Иванов Д.А., Хархардинов Н.А. Водопроницаемость дерново-подзолистой почвы в разных частях мелиорированного агроландшафта. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* …… 178

Соколов И.В. Агротехнические аспекты эффективного освоения залежи в условиях тосненской низины. *ФГБНУ Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения. г.Санкт-Петербург – Пушкин, Россия* …… 181

РАЗДЕЛ III. Торфяные почвы и их использование в сельском хозяйстве

Мееровский А.С., Филиппов В.Н., Грушевич О.С. О возделывании многолетних бобовых трав на торфяных почвах при пожнивном посеве. *РУП «Институт мелиорации» НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь* …… 187

Глубоковских А.Л., Смирнова А.В. Продуктивность кормовых культур и их влияние на торфяно-болотную почву. *ФГБУ «Кировская ЛОС», г. Киров, Россия*..... 190

Ковшова В.Н. Управление изменчивостью сукцессий долголетних сенокосов на выработанных торфяных почвах приемами минерального удобрения. *ФГБУ «Кировская ЛОС», г.Киров, Россия* …… 196

Позднякова А.Д., Поздняков Л.А. Стратиграфия торфяной залежи и причина вторичного заболачивания Яхромской долины. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Ф-т почвоведения МГУ, г.Москва, Россия* …… 203

Кухарева Ю.А. Современное состояние и использование торфяников в Республике Беларусь. *УО «Белорусская ГСХА», г. Горки, Беларусь* …… 209

Смирнова А.В. Приемы поверхностного улучшения долголетних пастбищ на осушенной торфяной почве. *ФГБУ «Кировская ЛОС», г.Киров, Россия* …… 212

Тумасьева И.Г. Использование торфяных почв в сельском хозяйстве Тверской области. *ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия* …… 215

РАЗДЕЛ IV. Актуальные вопросы кормопроизводства в условиях мелиорации

Бойко В.С., Тимохин А.Ю. Продуктивность бобово-мятликовых травосмесей на орошаемых землях Омской области. *ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», г.Омск, Россия* …… 221

Тюлин В.А., Сутягин В.П. Урожайность культур зернотравяного севооборота. *ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия* …… 225

Анциферова О.А., Сафонова Д.Н., Меркучев А.В. Формирование и продуктивность сенокосов на осушенных тяжелых дерново-подзолистых почвах лава-прегольской низменности при повторном вовлечении в сельскохозяйственный оборот. *ФГБОУ ВО «Калининградский ГТУ», ООО «Калининградская мясная компания», г. Калининград, Россия* …… 228

Иванова Н.Н., Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Амбросимова Н.Н., Пантелеева Т.Н. Создание самовозобновляющихся бобово-злаковых травостоев – важнейшее направление экологизации и биологизации осушаемых лугов. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* …… 233

Карасева О.В., Иванов Д. А., Рублюк М.В. Влияние продуктов биоконверсии органического сырья на продуктивность многолетних трав в различных ландшафтных условиях. *ФГБНУ ВНИИМЗ г. Тверь, Россия* …… 238

Алехина Ю.В. Устойчивость многолетних бобовых трав к корневым гнилям при подсеве в дернину сеяного сенокоса. *УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Беларусь* …… 242

Пастушок Р.Т., Свиридович Т.Г. Сравнительная продуктивность фитоценозов после подсева бобовых трав в дернину травостоев разного возраста. *РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь* …… 245

Зеленый Ю.М., Пастушок Р.Т. Оценка приемов формирования семенной продуктивности райграса однолетнего в совместных посевах с клевером ползучим. *РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь* …… 252

Зеленая А.Н., Бирюкович А.Л. Влияние микроудобрений на урожайность и качество райграса пастбищного. *РУП «Институт мелиорации», г. Минск, РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», г. Жодино, Беларусь* …… 258

Тимохин А.Ю. Возделывание бобов кормовых на орошаемых землях южной лесостепи Западной Сибири. *ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», г.Омск, Россия* …… 263

Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н., Тюлин В.А., Силина О.С. Продуктивность многолетних сенокосных травосмесей в зависимости от их видового состава и продолжительности использования на осушаемых землях Нечерноземья. *ФГБНУ ВНИИМЗ г. Тверь, Россия* …… 267

Вагунин Д.А., Епифанова Н.А. Продуктивность многолетних травостоев на основе перспективных сортов козлятника восточного в условиях мелиорированных земель Нечерноземной зоны РФ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* …… 273

РАЗДЕЛ V. Эффективное использование почвенных и водных ресурсов

Рязанцев А.И., Антипов А.О., Евсеев Е.Ю. Особенности выбора редукторов, для использования в приводах опорных тележек широкозахватной дождевальной машины «Кубань - ЛК1». *Рязанский ГАУ им. П.А. Костычева, г. Рязань, ГСГУ, г.Коломна, Россия* …… 279

Васильева Н.В., Васильев В.В. Расчет осадки дамбы обвалования на объекте “Гало-Ковалевское”. *УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Беларусь* …… 283

Курсаков В.К. Экологическое состояние поверхностных вод р. Днепр в пределах Оршанского района. *УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Беларусь* …… 291

Митрахович А.И., Казьмирук И.Ч. Способы осушения лессовидных суглинков Беларуси. *РУП «Институт мелиорации», БНТУ, г. Минск, Беларусь* …… 294

Боровиков А.А. Малая гидроэнергетика в России, Украине и Беларуси и ее перспективы. *УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Беларусь* …… 301

Ткачева Т.Н. Влияние орошения сточными водами на экологическое состояние почвы. *УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г.Горки, Беларусь* …… 304

Серегина Т.А., Мажайский Ю.А. К вопросу повышения эффективности использования земельных угодий сельскохозяйственного назначения в учреждениях уголовно-исполнительной системы. *ФКОУ ВО «Академия права и управления ФСИН», Мещерский филиал ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г.Рязань, Россия* …… 309

Фролова М.В., Московец М.В., Птицына Л.А., Торотов А.Ю. Использование природосберегающей биотехнологии, обеспечивающей экологическое равновесие в водоемах. *ФГБНУ ВНИИОЗ, г. Волгоград, Россия* …… 314

Абрамова Т.В. Влияние биоугля на содержание основных макроэлементов в промывных водах из дерново-подзолистой супесчаной почвы. *ФГБНУ АФИ, г.Санкт-Петербург, Россия* …… 323

РАЗДЕЛ VI. Экологические и технические вопросы использования мелиорированных земель

Иванов В.П., Шкутов Э.Н., Свиридович Т.Г. К вопросу выбора оптимального способа утилизации валов древесно-кустарниковой растительности. *РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь* …… 328

Дуброва Ю.Н., Савастеева Е.А. Проблемы мелиорации земель в сельскохозяйственном производстве. *УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, ООО «ФьюжнТех», г. Минск, Беларусь* …… 333

Гальченко С.В., Мажайский Ю.А., Чердакова А.С. Анализ преимуществ и недостатков применения фиторемедиационных технологий в практике мелиорирования городских земель. *ФГБОУ ВО «Рязанский ГУ им.С.А. Есенина», Мещерский филиал ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г. Рязань, Россия …* 337

Кудрявцев Н.А., Орлов Д.Н., Веженков Д.В., Крутин А.В. Химическое и биологическое ограничение распространения гигантского борщевика и возможность его использования, как корма для культивирования брюхоногих моллюсков. *Институт льна – филиал ФГБНУ ФНЦ ЛК, г. Торжок, Россия …….* 340

Позднякова А.Д., Поздняков Л.А., Анциферова О.Н. Основной подход создания картографической продукции с использованием компьютерных программ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Ф-т почвоведения МГУ, г.Москва, Россия …….* 347

Медведев А.В. Предпринимательский потенциал в развитии конвергентной платформы «Умное сельское хозяйство». *ФГБНУ ВНИИОЗ, г.Волгоград, Россия* 351

Кузьмин Е.А., Кузьмин А.Е. Гидрологический расчет нового способа осушения выработанных торфяных месторождений с помощью песчаных дрен. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* …… 357

РАЗДЕЛ I. Современные системы земледелия и инновационные агро- и биотехнологии

УДК 631:111 + 147

МОЖНО ЛИ ОБЕСПЕЧИТЬ КОНКУРЕНТНОЕ ВЕДЕНИЕ РАСТЕНИЕВОДСТВА НА ТВЕРСКОЙ ЗЕМЛЕ?

Рабинович Г.Ю., д.б.н., профессор
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г. Тверь, Российская Федерация

Название представленной работы, безусловно, провокационное. Ведь понятно, что гумидная зона России, куда входит и Тверская область, в целом постоянно страдает от непредсказуемых климатических условий. Поэтому-то Тверская область в связи с еще и внушительной растянутостью по параллели, относимая как к центральной России, так и к северо-западу страны, имеет очень непростой характер ведения растениеводства и земледелия.

Подчеркнем, что усилия земледельцев и растениеводов по получению урожаев в Тверской области, как, впрочем, и в других районах гумидной зоны, велики и порою не оправданы. Так было всегда. Однако хорошие полноценные урожаи все же иногда случались, о чем свидетельствовали областные сводки. Больше всего их приходилось на так называемые годы плановой экономики. Оно и понятно: посевные площади в тот период были большие, а в случае благоприятной погоды урожайность практически всех возделываемых культур достигала высокого уровня.

Хорошей попыткой снять зависимость сельского хозяйства гумидной зоны от климата является мелиорация земель, причем преимущественно осушительная. В Тверской (тогда еще Калининской) области в 60-х–70-х годах прошлого столетия была проведена масштабная мелиорация, но грянувшая перестройка не способствовала рациональному использованию тех земельных ресурсов, которые через некоторое время не только стали испытывать дефицит в соответствующем уходе, включающем реконструкцию мелиоративных сетей, но и, откровенно говоря, были заброшены. В конечном итоге в области образовался неиспользуемый земельный фонд, зарастающий сорной и опасной растительностью. Кроме того, получать запланированные урожаи в еще работающих хозяйствах области не удается и по другим причинам, например, из-за ухода от плановой экономики и из-за резкого изменения климата.

Принятая во всем мире практика растениеводства и земледелия, отличаясь определенными подходами, базируется на целом комплексе технологий. В последние годы особенно усилился пресс на сельскохозяйственное

производство агротехнологий, связанных с быстрым, порою бесконтрольным внедрением разработок, с помощью которых можно выжимать из клочка земли всевозможное, совершенно не заботясь о восстановлении плодородного слоя (по принципу – земли в России много, если что, переберусь на соседний участок). Опасность некоторых современных подходов и в том, что во многих странах активно внедряются технологии, направленные на получение ГМО-продукции, и есть соблазн наконец-то и в нашей стране сделать то же самое. Действительно, высокая продуктивность сельскохозяйственного производства в этом случае обеспечена, и голод уже не страшен. Однако некоторые приемы землепользования настолько интенсивны, что могут оставить после себя, если не ужасающий своим видом “badland”, то уж точно непродуктивный ландшафт. К этому, в частности, может привести применение новейших непроверенных временем разработок по производству удобрений, препаратов, средств защиты, которые, формируя высокие урожаи, могут, тем не менее, поспособствовать выносу из почвы элементов питания.

В этом случае залогом успешного устойчивого развития сельского хозяйства России, обеспечения ее продовольственной безопасности является совместное использование современных высокоэффективных зарекомендовавших себя агро- и биотехнологий. Благодаря данному подходу растениеводство получает все самое прогрессивное от сочетания традиционного, органического и биотехнологического (в том числе, генно-модифицированного) ведения сельскохозяйственного производства [1].

В настоящее время, наверное, именно ГМО-культуры вызывают определенную настороженность и, несмотря на предложения, поступающие от различных фирм, сельхозтоваропроизводители не спешат ими воспользоваться. А соблазн велик, ведь семенной материал компании Monsento и средства защиты корпорации Syngenta способны давать тот немедленный эффект, на который обычно и рассчитывает каждый земледелец. Но, очевидно, что существующий в России запрет на использование ГМО-растений и ГМО-материалов, создаваемых путем обмена генетической информацией между разведенными эволюцией видами, является правильным, ведь продукция, получаемая из них, может оказаться опасной не только в плане немедленных аллергических реакций, но и способной оказать воздействие на жизнь человека в перспективе (на уровне генома). Таким образом, сделать однозначный вывод о возможности введения в сельскохозяйственное производство Тверской области (а может быть и других областей гумидной зоны) ГМО-подхода нельзя, поэтому на данном этапе все-таки следует ограничиться использованием подходов традиционного и органического земледелия.

Ведение современного сельского хозяйства на традиционной основе включает масштабное использование большого спектра разнообразных химических средств, позволяющих обеспечивать воссоздание плодородия

почв и защищать культурные растения от вредителей и болезней. Органическое земледелие практически исключает использование химических, но предполагает максимальное применение органических средств для повышения почвенного плодородия. В то же время биотехнологии, направленные на возделывание растений с учетом изменения их генома, а также использующие все специфические аспекты воздействия, как на почву, так и на растения новейших микробных и биохимических препаратов с заданными свойствами, позволяют вести высокопродуктивное, экологически чистое сельскохозяйственное производство. Следовательно, биотехнологические методы ведения сельского хозяйства (без ГМО-технологий) с их четко обозначенным приоритетом (экологической направленностью), нельзя отрицать, так как они позволяют развивать так называемый альтернативный подход.

Отметим, что в структуре сельского хозяйства Тверской области преобладает отрасль животноводства, на долю которой приходится не менее 2/3 всей продукции, а на долю продукции растениеводства – 1/3. Вообще область отличается площадями земель с хорошей кормовой базой для КРС и других животных, потребляющих травы. Однако в структуре животноводческой отрасли большое место занимает свиноводство и птицеводство (до 90 % по данным 2015 г.), кормовая составляющая рационов животных в которых иная[2].

Как выглядит растениеводческая отрасль области? Тот же источник свидетельствует о том, что в 2015 году в Тверской области общий размер посевных площадей составил 534,4 тыс. га (0,7% от всех посевных площадей в России) [2]. По данному показателю Тверская область заняла 40-е место в рейтинге российских регионов. При этом в структуре посевных площадей Тверской области в 2015 году наибольшую долю занимали кормовые культуры – 79,9% от всех посевных площадей в регионе. И это показательно, учитывая структуру сельского хозяйства области с перевесом в сторону животноводства.

Продукция растениеводства Тверской области, получаемая сельскохозяйственными предприятиями всех форм собственности, включает зерновые культуры (озимая и яровая пшеница, рожь, тритикале, ячмень, овес, гречиха), зернобобовые (преимущественно горох) и горчицу, овощи открытого и защищенного грунта, картофель. По размерам посевных площадей картофеля Тверская область в 2015 г. заняла 12-е место среди российских регионов, овса – 21-е место, тритикале – 31-е место. Посевы под другими культурами были куда более скромными.

При обсуждении выполнения государственной программы «Сельское хозяйство Тверской области на 2017–2022 гг.» губернатор Тверской области Руденя И.М. отмечал, что ключевой задачей отрасли остается ввод в оборот земель сельскохозяйственного назначения. И если в текущем, 2019 году, общая посевная площадь в Тверской области превысила 520 тыс. га, то даль-

нейшее развитие этого направления деятельности следует увязать с использованием большей части из всех имеющихся в активе области сельхозугодий, по крайней мере, не менее 75%, к 2024 году.

Однако, если с продукцией животноводства в области действительно все нормально (по итогам 2017 г. Тверская область заняла 3-е место в ЦФО по темпам роста производства продукции животноводства), то в отрасли растениеводства таких показателей достичь весьма сложно, учитывая то, что до сих пор Тверская область не приняла современную систему земледелия, которую многие регионы РФ, в том числе, в ЦФО, уже давно приняли и успешно развивают. Такая система, опирающаяся на реалии гумидной зоны, разработана в ФГБНУ ВНИИМЗ с привлечением ученых и специалистов профильных организаций Тверской области и которую с успехом могут использовать все растениеводческие хозяйства. Разработанная система земледелия как раз и призвана обеспечить планируемые урожаи различных, ключевых для области, сельскохозяйственных культур.

В системе земледелия нового поколения предусмотрены агроэкологически сбалансированные севообороты, адаптивные технологии обработки осушаемых почв, применение удобрений, направленное на воспроизводство и повышение плодородия почв. В рекомендуемые системой земледелия агротехнологии включены лучшие разработки института, среди которых особый интерес представляет гибкая гребне-грядовая технология обработки почвы, предназначенная для выращивания зерновых культур и картофеля. Поскольку земледелие области испытывает острый дефицит в органических удобрениях, заслуживает внимания широкое внедрение разработок института, связанных с производством органических удобрений, в том числе, компоста многоцелевого назначения (КМН), превышающего эффективность традиционных органических удобрений в 2-4 раза.

В связи с тем, что земельный фонд области, в том числе мелиорируемый, несмотря на сохранение своего продукционного потенциала, выведен из сельскохозяйственного оборота, в ФГБНУ ВНИИМЗ разработана методика комплексной оценки осушаемых залежных земель, которая позволяет дать объективную для инвесторов характеристику потенциала их продуктивности и дать прогноз эффективности их освоения. В разработанной системе земледелия представлены агротехнологии возврата осушаемых залежных земель в сельскохозяйственный оборот, включая разные по интенсивности модели их освоения и использования.

Разработанные для сельхозпредприятий разной формы собственности проекты систем адаптивно-мелиоративного земледелия включают разделы по агроэкологической оценке земель, обоснованию рыночно ориентированной структуры производства и специализации предприятия, оптимизации структуры сельскохозяйственных угодий и посевных площадей, по организации и устройству территории севооборотов, воспроизводству почвенного

плодородия, обоснованию необходимости мелиорации земель и целесообразности применения тех или иных агромелиоративных приемов, а также специальных мероприятий по охране земель. Система земледелия учитывает обеспеченность сельскохозяйственных предприятий ресурсами и включает агро-эколого-экономическое обоснование инновационных решений, позволяющих выращивать сельскохозяйственные культуры в условиях гумидной зоны с планируемым уровнем урожайности – не менее 4-6 т/га для зерновых культур, 30-35 т/га для картофеля, 6-7 т/га для многолетних трав (на сено).

Разработанная институтом система земледелия в конечном итоге должна стать органичной частью системы ведения сельского хозяйства в области в целом. При этом сельскохозяйственные производственные системы для устойчивой интенсификации растениеводства должны опираться на достижение роста производительности сельского хозяйства на фоне улучшения качества экосистемных услуг, на высокую экономическую эффективность использования ключевых, потребляемых растительностью факторов плодородия, на использование управляемого и природного биоразнообразия, направленного на формирование системной устойчивости почвы и растений к стрессам [3]. Управление этими процессами может быть достигнуто за счет противодействия эрозии, достижения постоянства органической составляющей почвенного покрова, диверсификации видов растений, использования высокоурожайных адаптированных сортов и хороших семян, применения комплексной защиты посевов, эффективного управления водными ресурсами. Таким образом, достижение растениеводством Тверской области высокопродуктивного уровня, соизмеряемого с уровнем шагнувших вперед областями Нечерноземной зоны, станет возможным при ведении сельскохозяйственного производства на базе современной системы земледелия и сопутствующих инновационных элементов хозяйствования.

Литература

1. Раджоньери М.П., Кьяраболли А. Сосуществование производств генетически модифицированной, традиционной и органической сельскохозяйственной продукции: венгерская система //Правоведение, 2013, № 1 (306). – С. 135-157 – URL: https://cyberleninka.ru/article/v/sosuschestvovanie-proizvodstv-geneticheski-modifitsirovannoy-traditsionnoy-i-organicheskoy-selskohozyaystvennoy-produktsii. (дата обращения: 4 сентября 2019 г.)
2. Сельское хозяйство Тверской области. Экспертно-аналитический центр агробизнеса "АБ-Центр" www.ab-centre.ru. – URL: https://ab-centre.ru/page/selskoe-hozyaystvo-tverskoy-oblasti (дата обращения: 15 сентября 2019 г.)
3. Системы ведения сельского хозяйства. – URL: http://www.fao.org/ag/save-and-grow/ru/2/index.html (дата обращения: 30 сентября 2019 г.).

УДК 631.6:58

МЕЛИОРАЦИЯ КАК ФАКТОР ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

Иванов А.И.[1] д.с.-х.н., профессор, чл.-корр. РАН,
Иванова Ж.А.[1] к.с.-х.н., **Конашенков А.А.**[2] д.с.-х.н.
*[1]ФГБНУ Агрофизический научно-исследовательский институт,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
[2]ФГБНУ Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения,
г. Санкт-Петербург – Пушкин, Российская Федерация*

Условия ведения земледелия на Северо-Западе РФ таковы, что практически каждый гектар сельскохозяйственных угодий требует регулярного мелиоративного воздействия (управления водным режимом, культуртехническим состоянием, кислотностью) (Конашенков и др., 2016; Архипов и др., 2018). Исключительная зависимость эффективности регионального земледелия от погодно-климатических условий позволила несколько десятилетий назад назвать этот регион зоной рискованного земледелия. Резкое обострение проблемы в последнее десятилетие связано, главным образом, с сочетанием трёх групп неблагоприятных факторов: существенным повышением рисков аномальных погодных явлений в течение вегетации, постепенной утратой работоспособности построенных в 60-80-е годы мелиоративных систем и скрытой деградацией почвенного плодородия (Дубенок, 2013; Иванов, Воробьёв, Иванова, 2015; Иванова и др., 2016). Климатические изменения сопровождаются увеличением риска проявления экстремально неблагоприятных явлений: раннелетних засух - в 2 раза, экстремальных температурных перепадов – в 1,3 раза; частоты зимних оттепелей – в 1,4 раза; штормового характера выпадения осадков – в 1,5 раза (Якушев, Иванов, 2011; Конашенков и др., 2016). Однако, по оценкам ФЦП «Развитие мелиорации…» только в Ленинградской области более половины осушительных систем требуют срочной реконструкции, т.е. вышли за предельные нормативные сроки эксплуатации.

Методической основой исследования служило обобщение статистических агроклиматических и хозяйственных данных совхоза «Гдовский» Гдовского района Псковской области (1964 - 1994 гг.), а так же серия многолетних стационарных экспериментов в системе полевых и овощных севооборотов, заложенных в Меньковском филиале АФИ (1984-2014гг.) и КХ «Прометей» Гдовского района Псковской области (2007-2013 гг.). Ситуационные производственные эксперименты были заложены в 2010-2011 гг. и 2016-2017 гг. в пределах осушительной системы «Подолешье» КХ «Прометей».

Анализ статистических данных распределения ресурсов тепла и влаги в регионе показывает усугубление неблагоприятных закономерностей в последние 2 десятилетия. Вероятность нормального режима увлажнения в начале вегетации в настоящее время менее 10 %. Во второй же её половине в сравнении с концом 20 века повторяемость засух увеличилась на 87 % (отн.), а избыточных увлажнений – на 25 % (отн.). Наиболее тяжёлые последствия для земледелия отмечались на фоне переувлажненных и прохладных погодных условий вегетации, когда продуктивность культур даже на фоне высокого уровня культуры земледелия снижалась уже по комплексу причин на 20-50 %. В такие годы средняя продуктивность овощных культур открытого грунта в КХ «Прометей» Гдовского района Псковской области снижалась с 38-56 до 22-27 т/га, а установленные потери урожая при уборке достигали 21-33 %. Таковыми оказались и погодно-климатические условия в 2016 и 2017 гг., сочетавшие необычайно продолжительные волны холода (до 1 мес.) в мае-июне с резко избыточным выпадением осадков (до 50 % штормового характера) в августе-сентябре. Необычность волны холода выражалась так же в отсутствии ночных выхолаживаний и заморозков, и как следствие, суточного хода температур. Режим теплообеспеченности в пределах 8-12°C в начале вегетации затормозил развитие культур на 15-25 дней и сместил сроки их уборки в самые неблагоприятные условия увлажнения. В результате даже в технологически наиболее развитой Ленинградской области производительность земледелия сократилась по отдельным культурам на 25-41 %. Анализ причин сложившегося положения указывает на наличие ряда принципиальных системных ошибок, обостряющих производственные риски, таких как длительный отказ от надлежащего обслуживания осушительных систем, мероприятий по управлению поверхностным и внутрипочвенным стоков воды, известкования и мер по поддержанию оптимального структурного состояния почвы и её питательного режима.

Эти положения подтверждаются данными ситуационного производственного эксперимента в КХ «Прометей», заложенного в 2016-2017 гг. в поле севооборота с картофелем, часть которого размещалась в пределах закрытой осушительной системы (табл. 1).

Таблица 1. Эффективность закрытой осушительной системы при возделывании картофеля в КХ «Прометей» в 2016-2017 гг.

Вариант опыта	Урожайность, т/га		Прибавка урожайности, %	Поражённость клубней, %
	биологическая	хозяйственная		
Контроль – без осушения	31,2	18,6	-	27
Закрытая осушительная система	36,9	31,9	72	9
$НСР_{05}$	3,85	4,47		2,3

Возделывание культуры на фоне избыточного увлажнения, начиная с фазы цветения в пределах закрытой осушительной системы сократило уровень прямых потерь урожая при уборке с 40 до 14 %. В результате разрыв в

фактической хозяйственной урожайности клубней за 2 года достиг 72% при превосходстве в биологической продуктивности всего в 18%. С учётом существенной разницы в поражённости клубней возбудителями бактериоза и фитофтороза преимущество варианта возделывания на фоне осушения в экономической эффективности (рентабельности) достигло 129%.

Результаты длительных экспериментов показывают, что фактическое снижение эффективности закрытых осушительных систем связано не только с отсутствием надлежащего обслуживания, но и с деградацией комплекса физико-химических и физических свойств почвы, определяющих её водопроницаемость. Вследствие утраты кальция и подкисления, диспергируются коллоиды и усиливается их внутрипочвенная миграция в подпахотные горизонты. Как следствие, почва утрачивает оптимальные параметры структурного состояния (табл. 2), меняется структура её порового пространства, уплотняется подпахотный горизонт, заполняются коллоидами крупные водопроводящие поры вплоть до глубины 50-70 см.

Таблица 2. Динамика кислотности и физических свойств дерново-подзолистой глееватой почвы в ходе скрытой 30-летней деградации

Вид почвы	Свойства почвы по разновидностям						
	pH_{KCl}	$m_{об.}$	$m_{уд.}$	$V_{пор.}$, %	НВ, %	Кструкт.	Кводопр.
Супесчаная дерново-подзолистая почва							
Хорошо окультуренная	6,24	1,24	2,60	52,0	23,3	1,77	0,85
Среднеокультуренная	4,59	1,37	2,71	49,5	18,5	0,43	0,24
Среднесуглинистая почва							
Хорошо окультуренная	6,48	1,26	2,32	45,7	36,8	1,82	0,77
Среднеокультуренная	4,92	1,41	2,45	42,5	28,8	0,29	0,16

На фоне сокращения водопрочности структуры в пределах пахотного слоя в 3,5-4,8 раза водопроницаемость в её отдельных горизонтах снижается в 1,3-2,7 раза. В таких условиях ещё больше возрастает роль мелиоративных мероприятий по организации поверхностного стока воды. На фоне выраженных хозяйственных потерь от переувлажнения вопрос двойного регулирования водного режима практически полностью выпадает из внимания современных земледельцев. Однако полевые эксперименты вполне закономерно доказывают обратное. Проведение нормированных с учётом потребностей культур поливов в звене овощного севооборота «свёкла столовая – морковь – однолетние травы – репа» позволило даже на фоне относительно удовлетворительных погодных условий (благоприятных в начале вегетации и засушливых – во второй половине) увеличить урожайность корнеплодов на 24-52 т/га на хорошо окультуренных почвах и на 8-28 т/га – на слабо окультуренных дерново-подзолистых почвах. При этом было показано, что существенную роль в повышении их устойчивости к засухе играет уровень окультуренности почвы и её обеспеченности обменными соединениями калия. В целом, как и другие виды удобрений, калийные были эффективнее при оптимальной влажности почвы. Оплата 1кг их действующего вещества

на фоне орошения была в среднем в 2,1 раза выше, чем без него. В свою очередь прибавка продуктивности севооборота от орошения возрастала за счёт окультуривания среднесуглинистой почвы в 1,6 раза. В ситуационных экспериментах по изучению эффективности точных систем удобрения на фоне критично засушливых условий середины вегетации 2010 и 2011 годов. Прибавка урожайности кочанов капусты белокочанной и корнеплодов моркови столовой от двух нормированных поливов достигала в условиях КХ «Прометей» 35,7 и 9,1 т/га на неудобренном фоне, 67,5 и 24,1 т/га – при равномерном внесении органических и минеральных удобрений и 62,0-73,3 и 26,7-27,9 т/га – на фоне точных систем удобрения. Окупаемость действующего вещества удобрений при орошении увеличилась в 1,5 раза у моркови и в 2,2-2,9 раза – у более требовательной к влагообеспеченности капусты белокочанной.

На фоне выраженного увеличения повторяемости засух и избыточных увлажнений в эффективности регионального земледелия существенно возрастает роль мелиораций. Снижение рисков от избыточного увлажнения за счет осушительной мелиорации достигается сокращением потерь урожая картофеля в 2,9 раза и ростом его продуктивности в 1,7 раза. Преодоление засух орошением на требовательных к увлажнению овощных культурах позволяет повысить их продуктивность в 1,4-2,4 раза. Современные мелиорации и ремонт осушительных систем в регионе должны сопровождаться всесторонними обследованиями почв этих объектов и проектами комплексных мелиоративных мероприятий, обеспечивающих регулирование поверхностного и внутрипочвенного стока, оптимизацию питательного режима и, как следствие, достижение гарантированно высокого агрономического результата.

Литература

1. Архипов, М.В. Научные основы эффективного использования агроресурсного потенциала Северо-Запада России [Текст] / М. В. Архипов и др. СПб-Пушкин, 2018. - 135 с.

2. Иванов, А.И. Современные деградационные процессы в хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах [Текст] /А.И. Иванов, В.А. Воробьёв, Ж.А. Иванова // Проблемы агрохимии и экологии. - 2015. - № 3. - С. 15-19.

3. Иванова, Ж.А. Агроэкологические последствия длительного применения дефицитных систем удобрения на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах [Текст] / Ж. А. Иванова и др. // Агрохимия. - 2016. - № 4. - С. 10-17.

4. Дубенок, Н.Н. Мелиорация земель – основа успешного развития агропромышленного комплекса [Текст] /Н. Н. Дубенок // Мелиорация и водное хозяйство. - 2013. - № 3. - С. 7-9.

5. Конашенков, А.А. Агротехнические аспекты реализации биоклиматического потенциала Северо-Запада России [Текст] /А.А. Конашенков и др. // Агрофизика. – 2016. - № 2. – С. 35-44.

6. Якушев, В.П. Оценка изменений климата и стратегия адаптации к ним земледелия / В. П. Якушев, А. И. Иванов / Адаптация сельского хозяйства России к меняющимся погодно-климатическим условиям. М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. - С. 58-64.

УДК 631.5

ДИНАМИКА БИОМАССЫ СОРНОГО КОМПОНЕНТА АГРОЦЕНОЗА ПОКРОВНОГО ОВСА В РАЗЛИЧНЫХ ЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЯХ

Иванов Д.А[1]., чл.-кор. РАН, д.с.-х.н., профессор, **Пугачёва Л.В. [1],** к.с.-х.н., **Лисицын Я.С. [1, 2],** магистрант 2 курса

[1] ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия;

[2] Тверской государственный университет, г. Тверь, Россия

Кормопроизводство в Нечерноземной зоне базируется на выращивании многолетних трав. В этом регионе преобладают традиционные мятликобобовые травостои, основными компонентами которых являются клевер и тимофеевка. Они дают основную массу грубых кормов (сена и сенажа) для выращивания сельскохозяйственных животных.

Значительной проблемой в процессе возделывания клеверотимофеечных травостоев является их засоренность. Снижение урожайности культур во многом обусловлено влиянием сорной растительности [3]. Сорняки оказывают отрицательное влияние на рост и развитие культурных растений и формирование урожайности, затрудняют обработку почвы, создают помехи при уборке урожая. Сорные травы более приспособлены к условиям произрастания и конкурируют с культурными растениями за факторы жизни. Внедрение сорного компонента наблюдается уже в первый год жизни травостоя – в процессе развития его под покровной культурой [4].

Сорный компонент трав можно разделить на две группы – малолетние и многолетние растения. Многолетние сорные травы, в отличие от малолетних способны отрастать после скашивания и оказывать большее влияние на продуктивность культурных растений в течение всего периода вегетации и на протяжении нескольких сезонов.

Изучение влияния природных условий на динамику произрастания сорняков является актуальной задачей, имеющей фундаментальное и прикладное значение, решение которой может не только пролить свет на процессы функционирования агроценоза, но и позволить разработать мероприятия по адаптивной регуляции состояния сорного компонента в различных ландшафтных условиях. Геоботаническое изучение территорий через характерные элементы макро- и мезорельефа помогает вскрыть основные топоэкологические связи растительности с геоморфологией местности, гидрологией и почвами и вскрыть взаимоотношения между растительными сообществами и определяющими экологическими факторами. Следует отметить, что исследований подобного толка не много, что делает нашу работу весьма актуальной.

Важнейшим агроэкологическим показателем состояния агроценоза является продуктивность его фитомассы. В разных частях агроландшафта,

различающихся по характеру распределения вещества и энергии, показателем продуктивности травостоев является их биомасса. Особенности пространственной и временной динамики биомассы сорняков могут являться надежным маркером состояния агроценоза трав в различных ландшафтных условиях. Изучение параметров сорных трав (биомасса) в различных ландшафтных условиях позволяет выявить силы влияния факторов природной среды в пределах конкретных агроландшафтов на продуктивность изучаемой растительности. Целью нашей работы является анализ мониторинговых данных биомассы сорных растений в травостое первого года жизни под покровом овса, для выявления основных черт ее динамики в различных ландшафтных условиях.

Наблюдения проводились на агроэкологической трансекте в пределах полигона ВНИИМЗ, расположенном в пределах конечно моренного холма с относительной высотой 15 м. Холм состоит из межхолмных депрессий (северной и южной), южного склона крутизной 3-5°, плоской вершины и северного склона крутизной 2-3°. Почвенный покров представлен вариацией-мозаикой дерново-подзолистых глееватых и глеевых почв, развивающихся на двучленных отложениях различной мощности. Южный склон характеризуется господством песчаных и супесчаных почв, тогда как на северном преобладают их легкосуглинистые разности, что является генетической особенностью конечно-моренных гряд.

Трансекта пересекает все основные микроландшафтные позиции конечно-моренного холма: транзитно-аккумулятивные (Т-А) агромикроландшафты (АМЛ) межхолмных депрессий и нижних частей склонов, в которых преобладает аккумуляция влаги и питательных веществ (варианты 1,7); транзитные (Т) местоположения центральных частей склонов, характеризующиеся боковым током влаги (варианты 2,6); элювиально-транзитные (Э-Т) позиции верхних частей склонов, где, наряду с боковым током влаги, наблюдается вертикальное промывание почвенного профиля (варианты 3,5) и элювиально-аккумулятивные (Э-А) АМЛ плоской вершины, где происходит, как вертикальный, нисходящий ток влаги, так и ее аккумуляция в микропонижениях (вариант 4) [1].

Исследования показали, что в группу малолетних сорняков можно включить следующие виды, произрастающие на трансекте: Горец шероховатый (*Polygonum scabrum*), марь белая (*Chenopódium álbum*), фиалка полевая (*Víola arvénsis*), пикульник полевой (*Galeópsis bífida*), ярутка полевая (*Thláspi arvénse*), ромашка непахучая (*Matricaria inodora*), кульбаба копьелистная (*Leontodon hastilis*), звездчатка средняя (*Stellária média*), аистник цикутовый (*Eródium cicutárium*), дымянка аптечная (*Fumária officinális*), горец птичий (*Polýgonum aviculáre*), щавель малый (*Rúmex acetoséllа*), горец вьюнковый (*Fallópia convólvulus*), просо куриное (*Echinóchloa crus-gálli*), незабудка полевая (*Myosotis arvensis*), пастушья сумка обыкновенная (*Capséllа búrsa-pastóris*), редька дикая (*Raphanus raphanistrum*), смолёвка

белая (*Siléne latifólia*), горошек мышиный (*Vícia crácca),* ястребинка обыкновенная (*Pilosella officinarum*), будра плющевидная (*Glechóma hederácea*), торица полевая (*Spérgula arvénsis*), кривоцвет полевой (*Anchúsa arvénsis*), сурепка обыкновенная (*Barbaréa vulgáris*), лебеда садовая (*Ātriplex hortēnsis*), жерушник болотный (*Rorippa palustris*).

Группа многолетних сорняков состоит из следующих растений: Осот полевой (*Sónchus arvénsis*), чистец болотный (*Stáchys palústris*), мята луговая (*Méntha arvénsis*), хвощ полевой (*Equisétum arvénse*), бодяк полевой (*Cirsium arvense*), подмаренник цепкий (*Gálium aparíne*), пырей ползучий (*Elytrígia répens*), чистотел большой (*Chelidónium május*), мятлик луговой (*Poa praténsis*), гравилат речной (*Géum rivále*), полынь обыкновенная (*Artemísia vulgáris*), подорожник большой (*Plantágo májor*), овсяница луговая *(Festuca pratensis).*

В опытах с малолетними и многолетними травами проводились наблюдения за динамикой фитомассы агрофитоценозов.

Для определения агрофитоценотического состояния многолетних и малолетних проводились отборы растительных проб 3 раза за вегетацию. Отборы проб проводились согласно методу экологических рядов, с размещением пробных площадок по профилю трансекты регулярно через 10 метров [2].

Скашивание пробных площадок проводилось периодично:

1 срок — 30 мая 2019 года;

2 срок — 1 июля 2019 года;

3 срок — 21 августа 2019 года;

Следует отметить, что 5 июня 2019 года посев покровного овса был обработан гербицидами (Линтаплант) - в дозе 1,5 литра на гектар.

Взвешивание проб проводилось по выделенным группам растений, при этом вначале определялась общая фитомасса, а затем фитомасса листьев сорных растений [2].

Для сравнения продуктивности растений в зависимости от условий агроландшафта использовалась общая воздушно-сухая биомасса трав.

На рис.1. отражен характер динамики изменчивости массы всех сорняков в пределах агроландшафта. Для пространственной динамики первого учёта характерно увеличение биомассы сорняков до максимальной на верхних высотных отметках ландшафта, это свидетельствует о том, что сорняки весьма чувствительны к освещенности местообитания и к соотношению тепла и влаги.

Применение гербицидной обработки перед вторым учетом исказило влияние ландшафтных условий на сорный компонент – минимальное влияние агрохимикатов наблюдается на южном склоне холма, что, по-видимому, может объясняться легким гранулометрическим составом почв.

Пространственная динамика третьего учёта характеризует способность сорного компонента к релаксации от химического стресса. Наблюдается некоторое снижение биомассы сорняков в нижней части южного склона и в середине северного склона.

Рисунок 1. Пространственно-временная динамика биомассы сорного компонента многолетних и малолетних трав в пределах агроландшафта конечно-моренной гряды.

В то же время наблюдается ее значительное увеличение на верхних отметках холма. Следовательно, господство элювиальных процессов и лучшая освещенность приводят к снижению влияния гербицидов на сорную растительность. В таблице 1 приведена динамика биомассы малолетних сорняков.

Таблица 1. Динамика биомассы малолетних сорных растений в различных ландшафтных условиях, 2019 год

Малолетники				
Вариант	Биомасса, г/м^2			
	1 отбор	2 отбор	3 отбор	Среднее
1	9,60	184,54	19,40	71,18
2	23,28	78,00	33,66	44,98
3	15,99	34,47	22,32	24,26
4	13,08	75,99	33,23	40,77
5	14,93	49,95	12,95	25,94
6	11,90	26,86	8,91	15,89
7	5,79	9,89	8,82	8,17

Данные первого учета показывают слабое влияние ландшафтных условий на вариабельность биомассы малолетников.

Второй учет показывает, что утяжеление гранулометрического состава почв приводит к усилению влияния гербицидов на сорный компонент, так как имеет место значительное снижение биомассы малолетних трав, как на северном склоне, так и на верхних точках холма.

Третий учет свидетельствует о сохранении влияния гербицидов на малолетние сорные травы. Максимум биомассы наблюдается в середине южного склона. Отмечается существенное уменьшение биомассы, как на склонах, так и на вершине холма. Значит, гербициды существенно повлияли на динамику развития малолетних трав.

Таблица 2. Динамика биомассы многолетних сорных растений в различных ландшафтных условиях, 2019 год

Многолетники				
Вариант	Биомасса, г/м^2			
	1 отбор	2 отбор	3 отбор	Среднее
1	9,32	156,80	167,28	111,13
2	8,33	26,80	150,45	61,86
3	9,24	21,49	81,93	37,55
4	9,67	29,13	156,31	65,04
5	31,81	23,53	41,08	32,14
6	12,90	13,44	5,06	10,46
7	4,80	7,33	31,41	14,51

Данные первого учёта свидетельствуют о преобладании многолетних сорных трав в условиях северного склона моренного холма, что может быть объяснено влиянием гранулометрического состава почв на развитие многолетников.

Данные второго учёта отражают влияние агрохимикатов на развитие многолетних трав. Наблюдается снижение биомассы на вершине холма. Наименьшее влияние гербицидов испытывают многолетние травы южного склона. В условиях северного склона холма отмечается увеличение биомассы.

Данные третьего учёта свидетельствуют о релаксации многолетних сорных трав от химического стресса. Отмечается существенное увеличение биомассы в середине южного склона, а также на верхних отметках холма. Снижение биомассы в середине северного склона свидетельствует о сохранении влияния гербицидов на многолетние травы в условиях тяжёлых почв.

Итак, можно сказать, что агроэкологические условия вершины и южного склона моренного холма способствуют усиленному произрастанию малолетних и многолетних сорняков. Общая биомасса многолетних сорных растений превышает массу малолетних, что свидетельствует о преобладании многолетних трав в условиях изучаемых агроландшафтов. Гербицидные обработки значительно сильнее влияют на малолетние сорняки в условиях более тяжелых почв.

Зная особенности пространственной динамики сорного компонента можно, адаптивно размещая травостои, управлять их засоренностью и, как следствие, урожайностью и качеством сена.

Литература

1. Иванов Д.А. Ландшафтно-адаптивные системы земледелия (агроэкологические аспекты), - Тверь, «Чудо», 2001 – 304 с.
2. Лавренко Е.М., Корчагин А.А. Полевая геоботаника, том 3 – Изд-во Наука. – М.-Л.,1964 – 287 с.
3. Мельникова О.В.,Ториков В.Е., Осипов А.А. Изменение видового состава сорной растительности в агрофитоценозах при разных технологиях возделывания полевых культур // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 3 (67). С. 3-4.
4. Родионова А.Е., Иванов Д.А. Сорно-полевая растительность Верхневолжья – Твер. гос. с.-х. акад., Всерос. НИИ с.-х. использования мелиорируемых земель. - Тверь, 2003. - 188 с.

УДК 633.14 + 633.112.9 +631.811+631.555+632.954

ЗНАЧЕНИЕ ПЕРЕДОВЫХ ПРИЕМОВ ТЕХНОЛОГИИ В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Кузнецов П.Н., д.с.-х.н., профессор, **Соловьева Л.М.,** аспирант
ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Тверь, Россия

Условия Нечерноземной зоны России являются вполне благоприятными для возделывания одних из ведущих озимых зерновых культур: ржи и тритикале, занимающих высокий удельный вес в структуре посевных площадей. Ржаной хлеб, уступая по содержанию белка пшеничному, чаще превосходит его по таким показателям как углеводы, витамины и калорийность. Отходы мукомольного производства зерна ржи являются ценным концентрированным кормом для сельскохозяйственных животных. Она может с успехом выращиваться и на зеленый корм, обеспечивая животноводческую отрасль в весенний период богатыми витаминами кормами. Культура характеризуется высокой и стабильной урожайностью, устойчивостью к стрессовым ситуациям и высокой пищевой ценностью, что делает данную культуру хорошим сырьем для производства хлеба, хлебобулочных, макаронных, кондитерских изделий, продуктов детского и диетического питания, сухих завтраков. Зерно тритикале и продукты ее переработки находят применение в пивоваренной, крахмалопаточной, спиртовой, бумажной и других отраслях промышленности. На сегодняшний день, растут объемы производства тритикале, используемой на зеленый корм, для производства комбикормов и сенажа. Сочетая полезные качества пшеницы и ржи, она является перспективной культурой для получения хлебопекарной муки, крахмала, солода, производства комбикормов для кормления сельскохозяйственных животных [2].

Потенциальная урожайность настоящих культур в значительной

степени зависит от погодных условий вегетационного периода, а также соблюдения комплекса технологических приемов, где обработке почвы, химическим средствам защиты растений, стимуляторам роста отводится не последняя роль. В связи с этим, нами в 2012-2014 и в 2016-2018 гг., соответственно на ржи и тритикале, на опытном поле Тверской государственной сельскохозяйственной академии были проведены специальные исследования.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая карбонатная глееватая на морене, супесчаная по гранулометрическому составу. В пахотном слое почвы содержится гумуса – около 2 %, P_2O_5 – 270-290 и K_2O – 90-100 мг на 1кг почвы, pHсол. – 6,8. Складывающиеся гидротермические условия вегетационного периода, в целом были благоприятные для озимых культур. Высевались сорта озимой ржи Фаленская-4 и озимой тритикале Немчиновская 56.

В наших условиях, значительный ущерб зерновому хозяйству наносит сорная растительность. Сорняки потребляют влагу и элементы питания для создания биомассы; затеняют культурные растения, лишая их доступа к основному космическому фактору-свету; засоряют ворох трудноотделимыми примесями при уборке, снижают качественные показатели продукции.

Выявлено, что в посевах озимой ржи в основном преобладали малолетние сорняки (марь белая, пикульник обыкновенный, горец вьюнковый, звездчатка средняя и др.). Помимо этого, установлено, что на засоренность в большей степени повлияли гербициды, в меньшей – приемы основной обработки почвы.

По обычной вспашке на глубину 20-22см, количество сорняков в среднем за 2 года исследований в фазу массового кущения составило 122шт/м^2, перед уборкой 137, а при обработке тяжелой дисковой бороной несколько выше, соответственно 133 и 149шт/м^2. Следует заметить, что некоторое снижение засоренности на вспашке можно объяснить тем, что здесь семена сорняков, осыпавшиеся при уборке, были заделаны на глубину пахотного слоя и фактически не дали всходов.

Минимальный уровень засоренности наблюдался по вспашке на глубину 20-22см при применении гербицида широкого спектра действия ЭллайЛайт в сочетании со стимулятором роста Биоплант Флора, где численность сорняков снизилась с 111 до 16шт/м^2, то есть их было уничтожено 85,5%.

До проведения химической прополки гербицидом Дианат в сочетании с препаратами Биоплант Флора и Сила жизни количество сорняков по вспашке составило 118-124шт/м^2, дискованию 124-136шт/м^2. Опрыскивание гербицидом снизило засоренность до 33-35 и 29-39шт/м^2, или соответственно на 67,7-74,7 и 76,6-81,0%. В целом по опыту, проведение гербицидных обработок в сочетании со стимуляторами роста по различным

фонам основной обработки почвы способствовало значительному снижению уровня засоренности, что как убедимся ниже, положительно отразилось на величине урожая зерна озимой ржи.

Просчет густоты стояния растений перед уборкой показал, что по вспашке их численность варьировала в пределах 171-204шт/м^2, дискованию-154-184шт/м^2, однако по обоим фонам основной обработки почвы наиболее высокое число растений было при взаимодействии обработок гербицидом ЭллайЛайт с биостимулятором Биоплант Флора. Сочетание данных обработок положительно отразилось и на основных элементах структуры урожая. Так, по годам исследований по обычной вспашке длина колоса колебалась в пределах 12,0-13,5см, количество зерен в колосе 40-56шт, масса зерна с колоса – 1,18-2,93г, масса 1000 зерен 29,5-32,9г. При дисковании данные величины были несколько ниже, соответственно 11,9-12,5см, 41-49 шт., 27,2г.-29,3г.

Сбор зерна озимой ржи по всем вариантам опыта в 2014г. был существенно выше в сравнении с 2013г., что связано с наиболее благоприятными климатическими условиями. К примеру, на контрольной вспашке в 2014 году величина урожая составила 18,3ц/га, а в последующем году 28,9ц/га. В среднем за два года исследований, при проведении основной обработки почвы обычным плугом в сочетании с химической прополкой Дианатом и опрыскивании стимуляторами роста Биоплант Флора и Сила жизни урожай зерна составил 27,5 и 27,7ц/га, что на 3,9 и 4,1ц больше чем на контроле, а при дисковании 26,3 и 26,0ц/га соответственно, или на 3,8-4,1ц/га выше контрольного показателя. Максимальному выходу зерна способствовали обработки гербицидом ЭллайЛайт и стимулятором роста Биоплант Флора: по вспашке 29,7ц/га, дискованию 27,5ц/га. В целом, по фону вспашка урожайность культуры была на 1,2-2,2ц/га выше по вариантам опыта в сравнении с дискованием. Это, возможно, связано с тем, что при более глубокой плужной обработке создаются лучшие условия для роста и развития корневой системы озимой ржи, а, следовательно, и растений в целом, что содействует формированию максимального урожая.

Весьма существенное действие на урожай зерна оказали гуминовые стимуляторы роста. О положительной роли гуматов сообщают другие авторы [3,4]. Так, в качестве некорневой подкормки Биоплант Флора способствовал прибавке по вспашке-2,6, по дискованию-1,3ц/га. При наложении на данные варианты гербицидной обработки ЭллайЛайтом прибавка соответственно увеличилась до 5,6 и 4,9ц/га. Отметим, что данные прибавки были самыми высокими по опыту. Возможно, данное явление объясняется тем, что входящие в препарат Биоплант Флора легкодоступные формы гуминовых соединений стимулируют ростовые процессы растений, укрепляют их иммунную систему. При этом улучшается поступление элементов питания, повышается активность обменных процессов в системе «почва-растение». Помимо этого комплекс микроэлементов входящих в

препарат, активизирует оксидную активность, т.е. кислородный обмен, стимулируя процессы дыхания, фотосинтеза. В свою очередь применяемый здесь гербицид широкого спектра действия ЭллайЛайт содействовал, как отмечалось выше, снижению засоренности посевов. Все это, безусловно, отразилось и на величине урожая.

В посевах озимой тритикале в основном преобладали такие сорняки как ромашка непахучая, дымянка аптечная, горец птичий, горец вьюнковый, фиалка полевая, звездчатка средняя, пикульник обыкновенный, марь белая, пастушья сумка, ярутка полевая. Единично встречались бодяк полевой и осот полевой. Полностью отсутствовал злостный корневищный сорняк - пырей ползучий.

В результате двухлетних исследований выявлено, что на засоренность посевов в большей степени повлияли гербициды, в меньшей – приемы основной обработки почвы. При проведении вспашки количество сорняков в фазу кущения озимой тритикале составило в среднем за два года 119,5 шт/м^2, при дисковании несколько ниже – 114,5 шт/м^2. К началу уборки, данное явление незначительно изменилось при некотором общем снижении засоренности агрофитоценоза – 113 и 117шт/м^2 соответственно.

Опрыскивание гербицидом «ЭллайЛайт» в сочетании со стимуляторами роста способствовала снижению численности сорняков: по вспашке – до 18-27 шт/м^2, дискованию – 25-37шт/м^2, причем уровень засоренности снизился на 73,4-75,5 и 82,0-87,2% соответственно.

Перед проведением обработки гербицидом Дианат численность сорняков в той части поля, где проводилась вспашка, составляла 134-145шт/м^2, дискование – 117-129шт/м^2. Обработка гербицидом снизила засоренность до 28,5-43,5 шт/м^2 и 40,5-52 шт/м^2 соответственно. Помимо этого, отметим, что применяемые в опыте гербициды ЭллайЛайт и Дианат способствовали уничтожению малолетней сорной растительности до 90 %, причем такие сорняки как звездчатка средняя и фиалка полевая, были уничтожены на 100%, а многолетние сорняки – осот полевой, бодяк полевой, на 60-70%, что явилось одной из причин наиболее высокой урожайности.

Химпрполка растений гербицидом «ЭллайЛайт» в сочетании со стимуляторами роста способствовала снижению численности сорняков: по вспашке – до 15-40 шт/м^2, дискованию – 22-25 шт/м^2, причем уровень засоренности снизился на 66,6-87,5 и 78,2-80,8% соответственно.

Необходимо подчеркнуть, что просчеты засоренности посевов озимой тритикале перед уборкой показали, что в отдельных вариантах опыта численность сорняков была несколько выше в сравнении с просчетами после обработки химическими препаратами. Это, по-видимому, связано с появлением и отрастанием новых сорняков в настоящем растительном сообществе.

Численность общих стеблей озимой тритикале перед уборкой показала, что по обычной вспашке она варьировала в пределах 217-396 шт/м^2,

дискованию – 211-354 шт/м², однако по обоим фонам основной обработки почвы наиболее высокое количество растений было при взаимодействии обработок гербицидом ЭллайЛайт с биостимулятором Биоплант Флора. Обработка растений тритикале в период вегетации стимулятором роста Биоплант Флора содействовала численности продуктивных стеблей по вспашке до 240, дискованию – 264 шт/м², что соответственно на 49 и 43 шт/м² выше в сравнении с той частью поля, где обработка растений не проводилась. Особого интереса, заслуживает многолетние экспериментальные данные полученные в аналогичных условиях на озимой пшенице, где вспашка на различных фонах минерального питания также способствовала более высокому количеству продуктивных стеблей – 422-434 шт/м², тогда как при обработке в два следа не превышала 398-412 шт/м² [1]. При опрыскивании растений стимулятором роста Сила Жизни, численность продуктивного стеблестоя варьировала по фонам обработки почвы в пределах – 251-264 шт/м², что на 67-73 шт/м² больше контрольной величины. Самое высокое количество продуктивных стеблей (331-339 шт/м²) отмечено при комплексной обработке биостимулятором Биоплант Флора с гербицидом ЭллайЛайт

Максимальный выход зерна наблюдался на вариантах с применением гербицида ЭллайЛайт в сочетании со стимулятором роста Биоплант Флора, который по вспашке был на уровне – 47,2, дискованию – 43,5 ц/га. Прибавка урожая зерна по отношению к контролю соответственно составила 6,0 и 4,7 ц/га. Заметим, что обработка посевов тритикале гербицидом Дианат способствовала наибольшей прибавке урожая – 3,7 ц/га по вспашке и 3,4 ц/га при дисковании в комплексе с вышеуказанным биостимулятором.

В заключении следует заметить, что продуктивность озимых зерновых была несколько ниже потенциально возможной, что на наш взгляд, связано с не совсем благоприятными условиями перезимовки. Тем не менее, при отвальной обработке почвы некорневая подкормка стимулятором роста Биоплант Флора способствовала, в большинстве случаев, особенно в сочетании с гербицидной обработкой, лучшим условиям роста и развития растений, показателям структуры урожая, наиболее высокому сбору зерна озимых культур.

Литература

1. Васильев А.С. Особенности продукционного процесса озимых зерновых культур в зависимости от условий основной обработки почвы и минерального питания / А.С. Васильев // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. - № 3. – С. 26-39.
2. Голубев А.С. Биологические аспекты применения гербицидов на основе сульфонилмочевин на яровой пшенице в северо-западном регионе Российской Федерации / А.С. Голубев // Материалы третьего международного научно-практического совещания. – Голицино. – 2005. – С. 101-103.
3. Грехова И.В., Матвеева Н.В. Применение гуминового препарата в баковой смеси при протравливании семян яровой пшеницы / И.Г. Грехова, Н.В. Матвеева // Материалы международной научно-практической конференции Рассвет. Ростов на Дону, - 2014, -

С. 121 – 127.
4. Харченко А.Г. Путь, по которому следует идти / А.Г. Харченко // Поле деятельности, - 2014, - №3, С. 30-36.
5. Влияние условий выращивания на урожайность и качество зерна озимой тритикале и озимой ржи/ В.Е. Ториков и др. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 7. – URL: https://cyberleninka.ru/journal/n/vestnik-kurskoy-gosudarstvennoy-selskohozyaystvennoy-akademii#/978940 (дата обращения 19.09.2019)

УДК 631.6:633.11

ВЛИЯНИЕ НОРМ УДОБРЕНИЙ И СПОСОБОВ ИХ ВНЕСЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Л.И. Петрова, к.с.-х.н., **Ю.И. Митрофанов**, к.с.-х.н.,
А.Е. Артемьев, к.с.-х.н., **Н.К. Первушина, Л. В. Пушкина**
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», г. Тверь, Россия

В последние годы повсеместно возрастает деградация почв и снижается ее плодородие. В том числе и на осушаемых землях происходит вторичное зарастание древесно-кустарниковой растительностью мелиорированных луговых угодий, закисление почв, снижение запасов гумуса и элементов минерального питания растений в пахотном слое почвы [1-3]. Для увеличения производства растениеводческой продукции на дерново-подзолистых почвах необходимы разработки эффективных ресурсосберегающих технологических элементов возделывания культур. Среди химических средств интенсификации земледелия, повышения его продуктивности, главными по эффективности воздействия являются минеральные удобрения [4-9].

Однако их ограниченные ресурсы обуславливают необходимость проведения исследований по установлению экономически и экологически целесообразных доз их внесения и максимально возможного использования питательных элементов из почвенных ресурсов.

Целью наших исследований являлось изучение влияния на формирование урожая яровой пшеницы вариантов с уменьшением норм внесения фосфорных и калийных удобрений и дробным внесением азотных (подкормки в фазы кущения и выхода в трубку), в т.ч. с более высокими нормами, рассчитанными на планируемый урожай 4 и 6 т/га.

Экспериментальные исследования проводились на базе отдела мелиоративного земледелия и опытного полигона ФГБНУ ВНИИМЗ в 2018 г. в полевом опыте на осушаемой закрытом дренажом дерново-подзолистой легкосуглинистой глееватой почве (междренное расстояние 20 м, глубина заложения дрен 0,9-1,2 м). Почва среднекислая с высоким и повышенным содержанием подвижного фосфора и обменного калия, гумуса – 2,19%.

По погодным условиям год теплый и влажный (ГТК - 1,34). Наблюдения за водным режимом по фазам развития растений показали, что влажность пахотного слоя почвы в фазы всходов, трубкования, молочно-восковой спелости была недостаточной соответственно в пределах 39,1-52,2, 35,2-55,7 и 50,4-57,4% НВ, в среднем за вегетацию составила 56,7-60,2 (табл. 1).

Таблица 1. Влажность почвы в течение вегетации яровой пшеницы по вариантам опыта, (% от НВ)

№ варианта	Вариант удобрений	Фаза развития растений						В среднем
		всходы	кущение	выход в трубку	колошение	молочная спелость	молочно-восковая спелость	
1	$N_{90}P_{90}K_{90}$	45,7	64,3	55,7	67,8	72,2	52,6	59,7
2	$N_{90}P_{30}K_{30}$	52,2	71,3	35,2	70,0	82,2	50,4	60,2
3	$N_{90}(30+30+30)P_{30}K_{30}$	39,1	60,9	36,1	67,8	78,7	57,4	56,7
4	$N_{120}(30+45+45)P_{30}K_{30}$	51,7	66,5	35,7	70,9	77,8	52,6	59,2
5	$N_{210}(100+55+55)P_{45}K_{45}$	47,8	69,1	38,7	67,8	73,0	50,4	57,8

В результате наблюдений за питательным режимом, в частности содержанием нитратного и аммиачного азота в пахотном слое почвы было выявлено, что наибольшие различия по вариантам удобрений наблюдались в фазы всходов и кущения в пользу внесения изначально более высоких доз азота 90 и 100 кг/га – 507-582 мг/кг почвы, при дозе азота 30 кг/га оно составляло 145-260 (табл. 2).

Таблица 2. Суммарное содержание NO_3 и NH_4 под посевами яровой пшеницы в зависимости от вариантов удобрений, мг/кг почвы

№ варианта	Вариант удобрений	Фаза развития растений						В среднем
		всходы	кущение	выход в трубку	колошение	молочная спелость	молочно-восковая спелость	
1	$N_{90}P_{90}K_{90}$	582,0	340,5	22,5	22,7	16,9	14,8	167,0
2	$N_{90}P_{30}K_{30}$	507,0	474,1	27,5	9,3	12,8	24,9	176,0
3	$N_{90}(30+30+30)P_{30}K_{30}$	145,1	20,6	15,6	14,1	12,1	9,1	36,1
4	$N_{120}(30+45+45)P_{30}K_{30}$	260,4	61,5	18,0	16,9	13,6	12,0	63,7
5	$N_{210}(100+55+55)P_{45}K_{45}$	533,4	309,1	40,2	30,6	17,2	18,6	158,2

В остальные фазы на всех вариантах их содержание значительно снижалось, оставаясь в основном с некоторым преимуществом выше указанных вариантов. В среднем за вегетацию их значения распределились аналогично первым двум фазам.

По накоплению воздушно-сухой массы, высоте растений в отдельные фазы развития можно отметить небольшое преимущество вариантов 1 и 5 (табл. 3).

Таблица 3. Показатели биомассы растений яровой пшеницы по фазам развития в зависимости от вариантов удобрений

№ варианта	Высота растений, см				Воздушно-сухая масса растений, г/м^2			
	кущение	выход в трубку	начало колошения	молочная спелость	кущение	выход в трубку	начало колошения	молочная спелость
1	37,5	73,0	97,5	103,2	397	1122	1129	1322
2	39,5	68,0	93,5	102,2	303	971	1041	1316
3	39,5	64,0	96,2	101,5	295	982	1011	1320
4	36,0	59,5	92,0	101,5	339	894	1126	1306
5	38,5	75,0	96,2	103,2	344	1049	1202	1370

Величина листовой поверхности также была больше в вариантах 1 и 5 с внесением $N_{90}P_{90}K_{90}$ и $N_{210}P_{45}K_{45}$ в период активной ее деятельности и в среднем за вегетацию на 13,5-34,0% (табл. 4). Аналогично сложилась и величина фотосинтетического потенциала, разница по сравнению с другими вариантами составила 10,9-36,4%.

Таблица 4. Показатели фотосинтетической деятельности посевов яровой пшеницы в зависимости от вариантов удобрений

№ варианта	Вариант удобрений	Площадь листьев, тыс. м^2/га					ФПП, млн. м^2/га дн
		Фаза развития растений					
		кущение	выход в трубку	колошение	молочная спелость	в среднем за вегетацию	
1	$N_{90}P_{90}K_{90}$	53,5	72,0	48,9	0,90	43,8	2,64
2	$N_{90}P_{30}K_{30}$	51,0	56,8	41,6	0,82	37,6	2,36
3	$N_{90}(30+30+30)P_{30}K_{30}$	42,3	61,0	36,0	1,54	35,2	2,09
4	$N_{120}(30+45+45)P_{30}K_{30}$	51,3	56,9	40,4	0,78	37,4	2,38
5	$N_{210}(100+55+55)P_{45}K_{45}$	58,4	76,6	52,3	1,54	47,2	2,85

Увеличение норм азота с 90 до 120 и 210 кг/га д.в. не оказало положительного влияния на урожайность яровой пшеницы, уменьшение норм фосфора и калия с 90 до 30 вызвало его снижение на 20-38 г/ м^2 (табл. 5).

По числу зерен в колосе и массе 1000 зерен прослеживается отрицательная корреляция.

Таблица 5. Основные элементы структуры урожая и урожай яровой пшеницы в зависимости от вариантов удобрений

Вариант удобрений	Количество продуктивных стеблей, шт./м^2	Продуктивная кустистость	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна, г/ м^2	Расчетный урожай, г/м^2	Зерно :солома
$N_{90}P_{90}K_{90}$	475	1,01	32,3	25,0	370	386	0,53
$N_{90}P_{30}K_{30}$	438	0,98	30,4	25,9	332	345	0,61
$N_{90}(30+30+30)P_{30}K_{30}$	447	1,02	31,8	27,2	350	367	0,67
$N_{120}(30+45+45)P_{30}K_{30}$	427	0,98	36,7	22,9	344	359	0,62
$N_{210}(100+55+55)P_{45}K_{45}$	440	1,00	32,2	27,8	355	394	0,73
$НСР_{05}$					17,2		

Наиболее высокая окупаемость удобрений прибавкой урожая была получена на фоне варианта N_{90}(30+30+30)Р30К30 16,7 кг/кг, наименьшая на фоне N_{210} (100+55+55)$Р_{45}К_{45}$ – 5,2.

Литература

1. Гулюк Г.Г., Семенов Н.А., Шуравилин А.В., Сурикова Н.В. Освоение долголетней залежи при возделывании сеяных злаковых трав // Мелиорация и водное хозяйство. 2017. № 4. С. 19-23.
2. Кирейчева Л.В. Подходы к обоснованию размещения с/х мелиораций // Мелиорация и водное хозяйство. 2017. № 4. С. 11-15.
3. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения. М.: Росинформагротех, 2014. 176 с.
4. Лыскова И.В. Влияние минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы, урожайность и качество зерновых культур // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. №6 (61). С. 35-40.
5. Лошаков В.Г. Эффективность совместного использования севооборота и удобрений // Плодородие. 2016. № 2. С. 37-41.
6. Сычев В.Г., Шафран С.А., Духанина Т.М. Прогноз потребности сельского хозяйства России в минеральных удобрениях к 2030 г. // Плодородие. 2016. № 2. С. 5-7.
7. Петрова Л.И., Корнеева Е.М. Влияние агроландшафтных условий и удобрений на урожай культур на осушаемых землях ЦР НЗ // Земледелие. 2008. №1. С. 12-13.
8. Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И. Особенности формирования экологизированной системы удобрений на осушаемых землях // Мелиорация и водное хозяйство. 2012. №3. С. 16-20.
9. Новоселов С.И., Толмачев Н.И., Муржинова А.В. Влияние минеральных удобрений на продуктивность севооборотов с различными видами паров // Плодородие. 2014. № 5. С. 14-16.

УДК 631.89; 632.4; 633.491

СНИЖЕНИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ФИТОФТОРОЗА НА ПОСАДКАХ КАРТОФЕЛЯ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ

Рабинович Г.Ю., д.б.н., профессор, **Тихомирова Д.В.**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», г. Тверь, Россия

Современные биотехнологические методы способствуют расширению базы способов переработки различных видов органического сырья. Актуальность этого на сегодняшний день несомненна: с помощью процесса ферментации (биоконверсии) решается не только проблема утилизации органических ресурсов, в частности отходов животноводства, но и соответственно расширяется рынок новых и традиционных органических удобрений.

В отделе биотехнологий ФГБНУ ВНИИМЗ в результате ферментации было получено удобрение БиГуЭм (Патент РФ № 2646630), которое по своим качествам не уступает уже известному на рынке органических удобрений компосту многоцелевого назначения – КМН (Патент РФ № 2598041).

Органические удобрения имеют важное значение для повышения урожайности картофеля не только как полноценный источник минерального питания, но и являются также средством улучшения агрофизического состояния почвы. Кроме того, в результате поступления в почву питательных веществ с органическими удобрениями снижается потребность в минеральных удобрениях [1].

Минеральные и органические удобрения очень важны при возделывании картофеля и их лучше всего использовать вместе, внося либо вразброс до перепашки почвы, либо во время посадки картофеля [2,3]. Однако совместное применение органических и минеральных удобрений оказывает влияние не только на рост и развитие растений, но и на их поражаемость патогенами. Коварной болезнью картофеля, которая поражает и лиственную часть, и клубневую, является фитофтороз. Статистика фермеров, специализирующихся на коммерческом выращивании картофеля, показывает, что от этого заболевания ежегодно теряется в среднем 10-15 % урожая. Известны случаи потери урожайности от фитофтороза до 40-50% [4].

На дерново-подзолистой почве мелиоративного объекта «Губино» в 2017-18 гг. было проведено исследование по выращиванию картофеля среднеспелого сорта «Скарб» с применением различных комплексов органических и минеральных удобрений (табл. 1). Для исследования выбран адаптированный к почвенно-климатическим условиям конкретного региона сорт картофеля со светлой мякотью «Скарб». Технология возделывания картофеля – общепринятая для культуры. Размещение делянок в опытах рендомизированное, с выделением защитных полос. Учетная площадь делянок – 7м^2, повторность опыта трехкратная. На посадках картофеля всех вариантов опыта в течение вегетационного периода каждого года исследования были учтены больные фитофторозом растения и в дальнейшем определена структура урожая.

Таблица 1. Схема микрополевого опыта по изучению ленточного внесения удобрений БиГуЭм и NPK

№	Варианты опыта
1	Без использования удобрений
2	КМН (3 т/га) + NPK (экв. 3 т/га КМН)
3	БиГуЭм (1 т/га) + NPK (экв. 5 т/га БиГуЭм)
4	БиГуЭм (2 т/га) + NPK (экв. 4 т/га БиГуЭм)
5	БиГуЭм (3 т/га) + NPK (экв. 3 т/га БиГуЭм)
6	БиГуЭм (4 т/га) + NPK (экв. 2 т/га БиГуЭм)
7	БиГуЭм (5 т/га) + NPK (экв. 1 т/га БиГуЭм)
8	БиГуЭм (6 т/га)
9	КМН (6 т/га)
10	NPK (экв. 6 т/га БиГуЭм)

Контролями опыта являлись варианты № 1 (без использования удобрений) и № 2 (КМН (3 т/га) + NPK (экв. 3 т/га КМН)). В вариантах №3-7 количество БиГуЭм и минеральных удобрений варьируется, но суммарная

доза внесения удобрений в каждом варианте была эквивалентна содержанию NPK в 6 т/га БиГуЭм. Также в опыте были задействованы варианты с максимальными дозами органических удобрений БиГуЭм и КМН и минеральных – варианты № 8, 9 и 10 соответственно.

2017 и 2018 годы отличались погодно-климатическими условиями. Вегетационный период (май - сентябрь) 2017 года характеризовался большим количеством осадков (в среднем 77,4 мм), особенно много осадков выпало в начале вегетации (за июнь этот показатель равен 125 мм), температурный режим за этот период соответствовал в среднем 14,08°С. 2018 год был наиболее благоприятным для возделывания сельскохозяйственных культур, в частности картофеля: количество осадков за тот же вегетационный период достигло 67,4 мм, а средняя температура – 16,28°С. Особенно теплыми и менее дождливыми оказались летние месяцы (по сравнению с этим же периодом 2017 года). Так, количество осадков оказалось в этот период меньше на 17 мм.

Как известно [5], на развитие ботвы и клубней, во-первых, влияют условия выращивания, во-вторых, развитие и распространение вредителей и болезней.

Первые пораженные фитофторой растения, на листьях которых наблюдались темные пятна, на опытном участке каждого года исследования в некоторых вариантах опыта были зафиксированы уже в фазу начала выбрасывания бутонов. В последующем количество пораженных фитофторой растений увеличивалось, пятна проявились и на стеблях некоторых растений картофеля. К середине вегетации на всех вариантах опыта отмечались больные растения, причем их максимальное количество совпадало с вариантами предыдущих осмотров. Однако в 2017 году было отмечено наименьшее поражение растений картофеля фитофторой по сравнению с 2018 годом, когда заражение растений этим заболеванием было наибольшим и к концу опыта. Причем, когда ботва полностью потемнела и начала отмирать, этот показатель оказался выше 90% практически во всех вариантах опыта. Данные каждого года исследования сведены в таблицу 2.

Отметим, что из всех вариантов опыта при подсчете среднесуммарного поражения растений картофеля фитофторой за вегетационный период каждого года, выраженного в процентах (табл. 2), наибольшее поражение отмечено в варианте без использования удобрений (30 % в 2017 году и 74 % в 2018 году) и наименьшее – в варианте внесения БиГуЭм в дозе 3 т/га + минеральные удобрения в дозе, эквивалентной содержанию NPK в БиГуЭм 3 т/га (10 % в 2017 году и 52 % в 2018 году).

В наших опытах при значительном поражении ботвы растений картофеля фитофторозом, особенно в 2018 году, урожайность (табл.2) в вариантах с применением удобрений была в среднем 26 т/га – это почти на 42% выше, чем в варианте без использования таковых в 2017 году и на 31% – в 2018 году.

Таблица 2. Урожайность и количество пораженных фитофторой растений картофеля за два года исследований

Вариант опыта	2017 год			2018 год		
	Количество пораженных фитофторой растений, %	Урожайность, т/га		Количество пораженных фитофторой растений, %	Урожайность, т/га	
		общая	товарная		общая	товарная
1. Без использования удобрений	30,0±1,20	15,56	12,50	74,17±3,09	18,10	12,73
2. КМН (3 т/га) + NPK (экв. 3 т/га КМН)	24,0±1,18	26,81	21,64	63,83±2,17	27,45	24,18
3. БиГуЭм (1 т/га) + NPK (экв. 5 т/га БиГуЭм)	13,0±0,80	27,56	21,97	55,67±1,68	28,27	25,37
4. БиГуЭм (2 т/га) + NPK (экв. 4 т/га БиГуЭм)	15,8±0,80	28,00	22,22	55,50±2,62	25,98	21,47
5. БиГуЭм (3 т/га) + NPK (экв. 3 т/га БиГуЭм)	10,10±0,45	28,08	22,94	51,57±2,32	29,24	26,86
6. БиГуЭм (4 т/га) + NPK (экв. 2 т/га БиГуЭм)	12,20±0,60	27,78	22,90	63,00±2,55	26,39	21,90
7. БиГуЭм (5 т/га) + NPK (экв. 1 т/га БиГуЭм)	15,10±0,75	28,06	22,61	63,17±2,42	25,57	20,14
8. БиГуЭм (6 т/га)	21,00±1,05	24,72	20,63	68,50±2,72	21,98	16,47
9. КМН (6 т/га)	24,05±1,10	25,00	20,13	70,00±2,02	22,51	17,20
10. NPK (экв. 6 т/га БиГуЭм)	20,00±0,90	26,25	20,74	60,67±2,17	26,18	21,98
$НСР_{0,5}$		2,11	1,99		6,23	3,24

Относительно варианта без использования удобрений наибольшая прибавка картофеля была отмечена в вариантах опыта № 5, 7, 4 (в 2017 году) и № 5, 3 и 2 (в 2018 году), причем наибольший вес клубней картофеля в оба года проведения опыта был отмечен в варианте внесения БиГуЭм в дозе 3 т/га + минеральные удобрения в дозе, эквивалентной содержанию NPK в БиГуЭм 3 т/га (в 2017 году – на 45 %, в 2018 году – на 38 %).

Наибольшая товарная урожайность картофеля (крупная и средняя фракции) были также определены в описанном выше варианте: вес клубней составил 22,94 и 26,86 т/га соответственно годам исследований.

Таким образом, проведенные на картофеле сорта «Скарб» исследования различных доз органических и минеральных удобрений доказали, что совместное их применение оказывает не только положительное влияние на урожайность картофеля в целом, но и на снижение поражаемости растений фитофторозом. Данные регрессионного анализа показали, что в вариантах опыта за два разных по климатическим условиям года исследований между средними показателями урожайности клубней картофеля и количеством по-

раженных фитофторозом растений была выявлена обратная умеренно сильная связь, которая описывается достоверным уравнением регрессии у = 43,7454 - 0,457835 х с коэффициентом корреляции R = - 0,85.

Следует отметить, что варианты удобрения БиГуЭм в различных дозах внесения показали хорошие результаты по двум вышеописанным критериям, особенно высокая урожайность и наименьшее поражение растений фитофторозом было отмечено в варианте опыта с совместным применением БиГуЭм в дозе 3 т/га + минеральные удобрения в дозе, эквивалентной содержанию в 3 т БиГуЭм основных элементов питания, лимитирующих урожай.

Литература

1. Способы удобрения картофеля. Статья [Электронный ресурс] // Зооинженерный факультет МСХА. URL: http:// http://www.activestudy.info/sposoby-udobreniya-kartofelya/ (дата обращения 25.02.2019).
2. Чеботарев, Н. Т. Эффективность комплексного применения удобрений в кормовом севообороте на дерново-подзолистой почве в условиях среднетаежной зоны //Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2017. – №4(59).
3. Земледелие с почвоведением / А.М. Лыков, А.А. Коротков, Г.И. Баздырев и др. – М.: Агропромиздат, 1990. – 464 с.
4. Вредитель – стой. Защита картофеля от фитофтороза. [Электронный ресурс] URL: http://vreditel-stoi.ru/ogorod/kartofel/kartofelnaya-gnil-fitoftoroz.html (дата обращения 01.10.2018).
5. Анисимов Б.В. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / Б. В. Анисимов, Г. Л. Белов, Ю. А. Варицев, С. Н. Еланский, Г. К. Журомский и др. М.: Картофелевод, 2009. - 272 с.

УДК 633.18:57:632.7

ПОВРЕЖДЕНИЕ В ВИДЕ ТЕМНЫХ ПЯТЕН ЗЕРНА РИСА СОРТОВ, ВЫРАЩЕННЫХ В АГРОЛАНДШАФТНЫХ ЗОНАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Туманьян Н.Г., д.б.н., профессор, **Кумейко Т.Б.,** к.с.-х.н., ст.н.с.,
Титова В.А., Николаенко А.Д.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
МБОУ Средняя общеобразовательная школа
г. Краснодар, пос. Белозерный, Россия

Патогенные грибы и бактерии – основные агенты болезней семян. Зерно риса подвержено более 150 видами заболеваний. Обнаруживается на зерне риса и сапрофитная микрофлора. Возбудители болезней семян разнообразны как по природе, так и путям проникновения инфекции в зерновку. Они различаются по вредоносности [1-4]. В летние месяцы 2012 г. было объявлено чрезвычайное положение в связи с нашествием саранчи, лугового мотылька и клопа-черепашки в некоторых регионах России: на Южном Урале, в Волгоградской, Ростовской, Саратовской, Самарской, Оренбургской и Аст-

раханской областях, Дагестане, Ставропольском крае иКалмыкии. Из-за погодных и климатических условий в 2012 г. раньше обычного активизировались луговой мотылек, клоп-черепашка, другие насекомые-вредители. Средняя плотность запаса вредителя зимующего по России в среднем – 106 личинок на 1 кв. м. В Южном федеральном округе площадь заселения злаковыми трипсами на озимых зерновых составляла 928,5 тыс. га, на яровых зерновых – 0,8 тыс. га, в Северо-Кавказском – 414,9 и 59,2 тыс. га соответственно [5].

Из крупы риса выделен комплекс полусапрофитных и сапрофитных бактерий рода *Erwinia,* (ФГУ "КРЦ Россельхознадзора", Краснодар). Молекулярными методами исследования выявлены клоны, которые принадлежат к роду *Pantoea*, вид *Pantoeaananatis*. На поврежденных семенах риса выявлены грибы рода *Alternaria* (70 %), рода *Epicoccus* (10 %), рода *Cladosporium* (20 %) (ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, Санкт-Петербург), обнаружены: *Alternariatenuis, Trichotheciumsp., Fusariummoniliforme, Penicilliumsp., Rhizopussp., Aspergilusflavusorizae, Cladosporiumsp., Phomasp., Drechslerahawaiiensis* (IRRI (Международный институт риса), Филиппины) [5, 6].

В период налива зерна в полевых условиях повреждение зерновок обусловлено ослаблением растения риса биотическими и абиотическими стрессорами за период вегетации, развитием грибной и бактериальной микрофлоры, укусами насекомых-вредителей, которые провоцируют развитие грибной и бактериальной микрофлоры [6].

Цель исследований. Характеристика сортов риса, селекции ВНИИ риса, выращенных в стародельтовом и долинном агроландшафтах Краснодарского края по содержанию поврежденных в виде темных пятен зерен риса в урожае.

Материалы и методы исследований. Материалом исследования служили сорта риса: Хазар, Кураж, Рапан (стандарт), выращенные в Абинском районе ООО "Нирис" (долинный агроландшафт) и ЭСП "Красное" Красноармейского района Краснодарского края (стародельтовый агроландшафт). Отбор образцов проводили в фазу полной спелости риса. Агроклиматические условия ООО "Нирис" Абинского района Краснодарского края: почвенный покров представлен комплексом лугово-черноземных среднемощных тяжелосуглинистых почв; мощность гумусового горизонта в среднем 75 см, содержание гумуса 5,1 %. Реакция почвенного раствора в пахотном горизонте нейтральная – pH 6,8-7,2. Доля поглощенного кальция 65-70 %, поглощенного магния – до 25 %. Содержание валового азота 0,22-0,26 %, общего фосфора 0,18-0,20 %. Содержание легкогидролизуемого азота 8,7-10,3 мг/100 г почвы; подвижного фосфора 9,3-12,2 мг/100 г почвы; подвижного калия 43,2-45,8 мг/100 г почвы. Агроклиматические условия ЭСП "Красное" Красноармейского района: почвы рисовые, лугово-черноземные, сформировавшиеся в основном в современной дельте реки Кубани на аллювиальных породах; мощность гумусового горизонта – 100-130 см, содержание гумуса – 2,8-3,7 %, содержание общего азота и фосфора соответственно

0,20-0,25 и 0,18-0,20 %. Содержание легкогидролизуемого азота 5-7 мг/100 г почвы, подвижного фосфора 2-3 мг/100 г почвы, pH 7,1.Климат умеренно-континентальный. Среднегодовая температура воздуха +10 – +10,8 ^{0}C, среднегодовая сумма осадков 500 – 645 мм; сумма активных температур выше +10 ^{0}C - 3450 – 3650 ^{0}C [7].

Результаты исследований. Фитосанитарная обстановка на полях в последние годы претерпевает изменения, находится в динамике. С болезнями серьезный урон зерновым культурам наносят и вредители. Значительные потери урожая зерна в большинстве рисоводческих районов Краснодарского края в отдельные годы приходится на поврежденные зерна в виде темных пятен. Снижение качества урожая происходит от воздействия насекомых с колюще-сосущим аппаратом (трипсы, цикадки и клопы-черепашки) и от последующего воздействия микрофлоры [8]. С 2000-х годов во ВНИИ риса проводятся исследования устойчивости сортов, сортообразцов в полевых условиях к повреждению зерна в виде темных пятен. Результаты по содержанию поврежденных зерен в шелушенном рисе в Красноармейском и Абинском районах за 2017-2018 гг. представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1. Характеристика сортов риса селекции ФГБНУ «ВНИИ риса», выращенных в Красноармейском районе (стародельтовый агроландшафт) на интенсивность повреждения, 2017, 2018 гг.

Сорт	Годы	Стекловидность, %	Трещиноватость, %	Содержание поврежденных в зерне, %
Рапан	2017	93	14	0,3
	2018	95	12	0,1
Хазар	2017	94	8	0,3
	2018	96	6	0,2
Кураж	2017	94	7	0,5
	2018	92	9	0,2
$НСР_{05}$		1,6	2,0	0,06

Таблица 2. Характеристика сортов риса селекции ФГБНУ «ВНИИ риса», выращенных в Абинском районе (долинный агроландшафт) на интенсивность повреждения, 2017, 2018 гг.

Сорт	Годы	Стекловидность, %	Трещиноватость, %	Содержание поврежденных в зерне, %
Рапан	2017	89	17	0,1
	2018	91	34	0,0
Хазар	2017	90	15	0,1
	2018	95	17	0,0
Кураж	2017	92	6	0,4
	2018	94	8	0,0
$НСР_{05}$		1,5	1,3	0,03

Содержание поврежденных в зерне риса отмечено в Красноармейском районе у всех сортов, у сорта Рапан в 2017 г., составило 0,3, у сорта Хазар – 0,3, у сорта Кураж – 0,5 %; у сорта Рапан в 2018 г. составило 0,1, у сорта Хазар – 0,2, у сорта Кураж – 0,2 %. В Абинском районе отмечены повреждения у сорта Рапан в 2017, 2018 гг. – 0,1 и 0,0 % соответственно, у сорта Хазар повреждение в 2017 и 2018 гг. было одинаково с сортом риса Рапан, у сорта риса Кураж содержание поврежденных в зерне в 2017 г. составило 0,4 и в 2018 г. 0,0 %.

Интенсивность повреждения была выше в Красноармейском районе за два года исследований и выше в 2017 г. по двум агроландшафтным районам. Повреждение зерен риса в долинном и стародельтовом агроландшафтах была различной и в основном зависела от агроклиматических условий, условий выращивания.

В стародельтовом агроландшафтном районе общая стекловидность зерна была выше за годы исследований, чем в долинном агроландшафтном районе у сортов риса Рапан и Хазар, у сорта риса Кураж она была одинаковой. Так у сорта Рапан в 2017 г. (стародельтовая зона) – выше на 4 %, чем в долинной зоне. В долинном агроландшфатном районе в 2017, 2018гг. общая стекловидность зерна была у сортов средней и высокой и существенно не менялась по годам. В стародельтовом агроландшафте трещиноватость зерна в 2017, 2018 гг. была низкой, у сортов Хазар и Кураж (до 10 %) и средней у сорта риса Рапан (12-14 %). В долинном агроландшафте у сорта Кураж трещиноватость зерна была низкой 6 % и 8 % (2017-2018 гг.), у сорта Хазар средней (15-17 %), у сорта Рапан в 2017 г. трещиноватость средняя (17 %), увеличилась в два раза (34 %) до высокой в 2018 г.

Выводы. Интенсивность повреждения зерна в виде темных пятен у сортов, выращенных в стародельтовом и долинном агроландшафтах в 2017, 2018 гг. была различной, выше в стародельтовой агроландшафной зоне. Необходимы дальнейшие исследования по выявлению повреждения зерна риса в виде черной пятнистости, как реакции на агроклиматические условия районов возделывания Краснодарского края, вредоносном действии определенных видов насекомых, изучению основных факторов, влияющих на развитие и распространение патогена в полевых условиях.

Литература

1 Агарков, В.Д. Теория и практика химической защиты посевов риса / В.Д Агарков, А.И. Касьянов - Краснодар: «Советская Кубань». 2000. - 336 с.

2 Дорофеева, Л.Л**.** Грибные болезни риса / Л.Л. Дорофеева. - Ташкент.- 1992. - С. 3.

3 Лукьянчиков, В.П. Болезни и вредители риса и борьба с ними / В.П. Лукьянчиков. – Краснодар. - 1972. - С. 3.

4Мудрецова-Висс, К.А. Микробиология, санитария и гигиена / К.А. Мудрецова-Висс, В.П. Дедюхина - М: ИД «Форум»: ИНФРА.–М. -2008. - 400 с.

5 Сайт ФГБУ Объединенная редакция МЧС России. Портал МЧС Медиа www. Mchsmedia.

6 Туманьян, Н.Г. Действие энтомофауны на повреждение зерна риса в полевых и вегетационных условиях / Н.Г. Туманьян, Т.Б. Кумейко // Сборник международной научно-практической конференции, посвященной году экологии в России «Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства», 18-19 мая 2017 г., - с. Соленое Займище. – 2017. – С. 894-896.
7 Туманьян, Н.Г. Проблема повреждения зерен риса в полевых условиях Краснодарского края в 2016, 2017 гг. / Н.Г. Туманьян, Т.Б. Кумейко, К.К. Ольховая / 111 Международная научно-практическая Интернет-конференция «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования – с. Соленое Займище». – 2018. – С. 865-868.

УДК 633.18:57:631.524.7

ПРИЗНАКИ РИСА СОРТОВ, ВЫРАЩЕННЫХ В РАЗЛИЧНЫХ АГРОЛАНДШАФТНЫХ ЗОНАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Кумейко Т.Б., к.с.-х.н., ст.н.с.,
Туманьян Н.Г., д.б.н., профессор
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», г. Краснодар, пос. Белозерный, Россия

Создание новых сортов с высоким качеством зерна – главное условие рентабельности производства риса. Реализация потенциала сортов риса возрастает при возделывании их в условиях различных агроландшафтов. В Краснодарском крае рис выращивают в хозяйствах, которые расположены в переходнодельтовом, стародельтовом, младодельтовом, внедельтовом и долинном. В последние годы на Кубани высокими темпами в рисоводстве ведется сортосмена, внедряются новые сорта с высоким биологическим потенциалом. Краснодарский край – главный регион Российской Федерации по производству риса, где более 80 % выращивается отечественных сортов [1]. В Госреестре селекционных достижений, допущенных к использованию в производстве на 2018 г., находится 32 сорта риса кубанской селекции [2].

Актуальность исследования заключается в изучении изменчивости сортов селекции ВНИИ риса по технологическим признакам качества зерна и возможности прогнозирования качества урожая.

Цель исследования. Изучить технологические признаки качества зерна у сортов риса селекции ВНИИ риса и установить изменчивость сортов, выращенных в стародельтовом и долинном агроландшафтах.

Материалы и методы исследований. Материалом исследования служили сорта риса: Олимп, Фаворит, Рапан (стандарт), Флагман (стандарт), выращенные в Абинском районе на Госсортоучастке "Абинский" (долинный агроландшафт) и на ЭОУ ВНИИ риса поселок Белозерный Краснодарского края (стародельтовый агроландшафт). Отбор образцов проводили в фазу полной спелости риса. Агроклиматические условия Госсортоучастка

"Абинский" Абинского района Краснодарского края: почвы участка представлены комплексом лугово-черноземных среднемощных тяжелосуглинистых почв; мощность гумусового горизонта составляет 75 см, содержание гумуса 5,1 %. Реакция почвенного раствора в пахотном горизонте нейтральная – pH 6,8-7,2. Доля поглощенного кальция 65-70 %, поглощенного магния – до 25 %. Содержание валового азота 0,22-0,26 %, общего фосфора 0,18-0,20 %. Содержание легкогидролизуемого азота 8,7-10,3 мг/100 г; подвижного фосфора 9,3-12,2 мг/100 г; подвижного калия 43,2-45,8 мг/100 г. Агроклиматические условия Опытно-производственного участка ФГБНУ «ВНИИ риса» поселок Белозерный, г. Краснодар. Почвы сформированы на деградированных лесовидных и аллювиальных породах, тяжелого гранулометрического состава, рисовые, лугово-черноземные, мало отличаются от черноземов по валовому запасу. Мощность гумусового горизонта от 100 до 130 см, может доходить до 80 см с содержанием гумуса в верхнем горизонте в пределах 3-4 % и валовыми запасами гумуса в горизонте А+В от 300 до 450-600 т/га. Содержание физической глины в преобладающих глинистых разновидностях в горизонте А 63-73, ила – 35-44, пыли – 45-58 %. Содержание валового азота в верхнем горизонте 0,14-0,26 %, фосфора 0,13-0,20 %. Емкость почвенного поглощающего комплекса – от 25-30 до 35-45мг-экв./100 г, на 70-80 % насыщен кальцием, меньше магнием и на 0,4-3,0 % натрием. Обеспеченность подвижными элементами минерального питания достаточно высокая, в горизонте А pH составляет 6,6-7,9. Пахотный горизонт опытного участка характеризуется - pH-7,5, содержанием общего гумуса 4,2, легкогидролизуемого азота 7,3 мг/100 г почвы, общего – 0,22 %; подвижного фосфора 2,9 мг/100 г почвы, общего – 0,25 %; обменного калия 37,4 мг/100г почвы, общего – 1,2 % [3]. Массу 1000 зерен определяли по ГОСТу 10842-89 [4], плёнчатость – 10843-76 (на шелушильной установке Satake) [5], стекловидность – по ГОСТу 10987-76, трещиноватость – по ГОСТу 10987-76 с помощью диафаноскопа ДСЗ-3 [6]. Математическую и статистическую обработку данных проводили по Дзюбе [7].

Результаты исследований. В связи с актуальностью прогнозирования качества урожая сортов риса селекции ВНИИ риса необходимо изучение комплекса признаков и их изменчивость. Подбор для различных агроклиматических зон отечественных сортов был начат в 90-х годах на основе производственных испытаний. Данные по технологическим признакам качества зерна (масса 1000 а.с. зерен, пленчатость, стекловидность, трещиноватость) отечественных сортов, выращенных в стародельтовой и долинной агроландшафтной зонах за 2017, 2018 гг. представлены в таблицах 1, 2.

В 2017 г. масса 1000 а.с. зерен в стародельтовом и долинном агроландшафтах была выше, чем в 2018 г. Пленчатость у всех сортов риса по годам исследований была средней. У сорта риса Рапан на ОПУ ВНИИ риса трещиноватость эндосперма в 2017, 2018 гг. была одинаковой - 90 % и на Госсортоучастке "Абинский" одинаковой – 91 %. В 2017 г. стекловидность у

сорта риса Олимп по ландшафтам не отличалась и составила 88 %. Стекловидность у сортов риса Рапан, Фаворит в Абинском районе была выше.

Таблица 1 – Характеристика сортов риса селекции ФГБНУ «ВНИИ риса» по технологическим признакам качества зерна, выращенных на ОПУ ВНИИ риса (стародельтовый агроландшафт), 2017, 2018 гг.

Сорт	Годы	Масса 1000 а.с. з, г	Пленчатость, %	Стекловидность, %	Трещиноватость, %
Рапан	2017	24,0	19,3	90	23
	2018	22,2	19,0	90	37
Флагман	2017	24,7	19,5	85	34
	2018	22,0	20,3	79	25
Олимп	2017	23,1	17,9	88	26
	2018	21,0	17,3	84	16
Фаворит	2017	28,3	18,2	79	14
	2018	26,6	18,5	82	20
$НСР_{05}$		1,04	1,34	0,9	1,8

Таблица 2 – Характеристика сортов риса селекции ФГБНУ «ВНИИ риса» по технологическим признакам качества зерна, выращенных в Абинском районе (долинный агроландшафт), 2017, 2018 гг.

Сорт	Годы	Масса 1000 а.с. з, г	Пленчатость, %	Стекловидность, %	Трещиноватость, %
Рапан	2017	24,7	19,8	91	28
	2018	22,4	19,5	91	44
Флагман	2017	25,3	19,6	86	36
	2018	22,0	20,2	77	28
Олимп	2017	23,5	17,7	88	30
	2018	21,1	17,1	83	19
Фаворит	2017	28,4	18,0	81	12
	2018	26,8	18,6	84	18
$НСР_{05}$		1,02	1,37	0,9	1,7

Высокой трещиноватостью характеризовался сорт риса Рапан (44 %), в 2018 г., сорт риса Флагман в 2017 г. (36 %), сорт риса Олимп в 2017 г. (30 %), выращенные в Абинском районе. Высокая трещиноватость отмечена на ОПУ ВНИИ риса у Рапана (37 %) в 2018 г., у Флагмана (34 %) в 2017 г. Средней трещиноватостью характеризовался сорт риса Фаворит (14, 20 %) на ОПУ ВНИИ риса и (12, 18 %) на Госсортоучастке "Абинский".

Выводы. Изучены технологические признаки качества сортов риса селекции ВНИИ риса (Рапан, Флагман, Олимп, Фаворит) в 2017, 2018 гг., выращенные условиях Краснодарского края в долинном и стародельтовом районах. Сорт риса Фаворит устойчив к условиям Краснодарского края, может быть использован в селекционном процессе создания сортов с пониженной трещиноватостью.

Литература

1. Каталог сортов риса и овощебахчевых культур кубанской селекции. – Краснодар: Эдви, 2016. – 160 с.

2. Сорта риса. Сорта и гибриды овощных и бахчевых культур: каталог / ФГБНУ «ВНИИ риса» – Краснодар: И.П. Профатилов. - 2018. – 60 с.
3. Кумейко, Т.Б. Использование параметра "Повреждение зерна риса в полевых условиях в виде темных пятен" в селекционном процессе / Т.Б. Кумейко, Н.Г. Туманьян, Э.Ю. Папулова // Новости науки в АПК Выпуск по материалам VI Международеной конференции "Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса". - Ставрополь: "АГРУС". - 2018. - Т. 2. - С. 197-200.
4. ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен и 1000 семян; введ. 1999-07-01. – Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, - Зерно. Методы анализа, 2009. – 7 с.
5. ГОСТ 10843-76. Метод определения пленчатости; введ. 1976-07-01. – Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, 2009. – 11 с.
6. ГОСТ 10987-76. Метод определения стекловидности; введ. 1977-06-01. – Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, 2009. – 53 с.
7. Дзюба, В.А. Многофакторный опыт и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В.А. Дзюба // Методические рекомендации (доп.). – Краснодар. – 2007. – 76 с.

УДК 631.347.8.004

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Н.Г. Бакач[1], к.т.н., доцент, **В.И. Володкевич**[1], зав. лабораторией,
А.В. Шах[1],м.н.с, **Анженков А.С.**[2], к.т.н., доцент.
[1]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь
[2] РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Республика Беларусь

В статье дана оценка эффективности применяемых технологий орошаемого земледелия и обоснован выбор средств механизации для их реализации.

Ключевые слова: мелиорация, поливное земледелие, технологии орошения, дождевальные машины.

The article assesses the effectiveness of the applied technologies of irrigation farming and substantiates the choice of mechanization for their implementation.

Key words: reclamation, irrigated agriculture, irrigation technologies, sprinkling machines.

Введение

Повышение эффективности производства продукции растениеводства в Республике Беларусь невозможно без снижения зависимости возделываемых сельскохозяйственных культур от неблагоприятных погодных условий. Особенно это характерно для южных природно-климатических зон (Брестская и Гомельская области), где около 50 % посевных площадей кормовых культур, корнеклубнеплодов и овощей размещены на мелиорированных и

подверженных периодическому иссушению почвах. Вследствие недостатка влаги в почве сводится к минимуму действие других факторов, влияющих на урожайность возделываемых культур (минеральных удобрений, средств защиты растений, качества посевного материала, обеспеченности техникой и т.д.). Поэтому в неблагоприятных погодных условиях республики перспективным направлением в системе земледелия на мелиорированных землях является реализация технологии полива, позволяющей создать зоны гарантированного производства продукции при увеличении ее количества и качества с единицы площади посева, снижении себестоимости несмотря на значительные затраты ресурсов на ее реализацию.

В этой связи целью данной работы является оценка вариантов применяемых технологий орошаемого земледелия для дальнейшего их совершенствования развития предложений по их применения в условиях Республики Беларусь.

Основная часть

В сельскохозяйственных организациях республики в настоящее время задействовано около 30,3 тыс. га орошаемых земель [1], что составляет около 0,9 % от всех используемых мелиорированных земель, 10,7 тыс. га (35,3 %) из которых используется для утилизации животноводческих навозных стоков. На орошаемой площади 21,6 тыс. га (71,3 %) 8,4 тыс. га (38,9 %) зянято под зерновыми и зернобобовыми культурами; 1,0 тыс. га (4,6 %) – под техническими культурами; 0,6 тыс. га (2,8 %) – под картофелем; 11,0 тыс. га (50,9 %) под кормовыми культурами и 0,6 тыс. га (2,8 %) – под овощами [1].

Для орошения применяется ряд технологий: внутрипочвенный полив, капельное орошение, дождевание и поверхностный полив. Основные требования, предъявляемые к технологии пролива, является качество полива. Оно зависит, в основном, от применяемой поливной техники, которая должна удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать расчетные поливные режимы сельскохозяйственных культур;
- равномерно увлажнять почву в пределах корнеобитаемого слоя по всему полю без непроизводительного сброса воды за его пределы и в более глубокие слои почвогрунтов;
- не создавать препятствия проведению агротехнических мероприятий и других сельскохозяйственных работ;
- обеспечивать механизацию и автоматизацию поливов.

Наиболее перспективной технологией полива является дождевание.

Оно наиболее близко к оптимальному попаданию влаги к растению, то есть к природному выпадению осадков. При таком поливе увлажняется не только почва, но и листовая поверхность растений и приземный слой воздуха, что оказывает благоприятное воздействие на их вегетацию, снижает температуру и повышает влажность воздуха в жаркие, засушливые периоды. Применяемое для дождевания оборудование подразделяется:

- на дождевальные установки, к которым относятся короткоструйные, среднеструйные и дальнеструйные установки с переносными трубопроводами на колесах или полозьях, перемещаемые вручную, с помощью тракторов или специальных двигателей; установки с разборными трубопроводами, перемещаемыми при помощи специальных трубоукладчиков; стационарные дождевальные системы с трубопроводами, уложенными в землю; полустационарные дождевальные установки с быстроразъемными трубами, устанавливаемые на орошаемом участке на весь период полива;

-дождевальные машины, в которых механическая или гидравлическая энергия используются для полива и перемещения по орошаемому полю: дальнеструйные тракторные прицепные и навесные машины, двухконсольные дождевальные агрегаты, самоходные многоопорные машины с механическими, гидравлическими и электрическими двигателями;

- стационарные насосные станции, монтируемые в специальном помещении, оснащённые специально оборудованным водозабором с приводом от тепловых или электрических двигателей и стандартным насосным оборудованием;

- передвижные насосные станции, предназначенные для подачи воды в оросительную сеть дождевальных установок и машин или непосредственно в дождевальные установки и машины: навесные и прицепные тракторные насосные станции, насосные станции с собственными двигателями внутреннего сгорания и электродвигателями, плавучие насосные станции с двигателями внутреннего сгорания или электродвигателями;

- стационарные трубопроводы, выполняющие роль подводящих и оросительных трубопроводов. Их разделяют на трубопроводы из стальных или асбоцементных труб, уложенные ниже пахотного слоя и работающие только в летний период, и трубопроводы, уложенные ниже уровня промерзания, с гидрантами для присоединения дождевальных установок и машин или для присоединения дождевальных аппаратов в условиях стационарных дождевальных систем;

-разборные передвижные трубопроводы с быстроразъемными муфтами, подводящие воду к дождевальным установкам и машинам или подающие в каналы, откуда она забирается дождевальными машинами или передвижными насосными станциями для подачи в дождевальные установки.

Оборудование к дождевальным машинам классифицируется в зависимости от типа насадок или аппаратов, с помощью которых создается искусственный дождь и места установки этих насадок и аппаратов: на поливном трубопроводе, консольной ферме или тракторе; способу полива, т.е. как он происходит – в движении или позиционно; конструкции оросительной сети – открытые каналы или трубопроводы (постоянные или временные), способа перемещения поливного оборудования – механизированный или с применением ручного труда.

В настоящее время в Республике Беларусь насчитывается 208ед. дождевальных машин и оборудования [2].Большинство применяемой дождевальной техники работает от закрытой оросительной сети, 70% трубопроводов которой отслужили свой нормативный срок и требуют ремонта или замены. Значительный износ запорно-регулирующей арматуры, 60% открытых каналов, обеспечивающих работу насосных станций и дождевальных машин, требуют восстановления противофильтрационной облицовки. Особого внимания требуют передвижные и стационарные насосные станции, число которых сократилось и требуют капитального ремонта или замены. В изношенном состоянии находятся и водозаборные узлы, пристанционные сооружения и др.Для их восстановления необходимы значительные затраты средств.

В республике создан комплекс технических средств, позволяющих проводить орошение: установка дождевальная УД-2500 (*ГП «Экспериментальный завод»)* и ИПДМ-250 *(ОАО «Гомельский радиозавод»)* (рисунок 1), трубопровод разборный полевой ТРП-1200, станция дизель-насосная СДН-100/80.

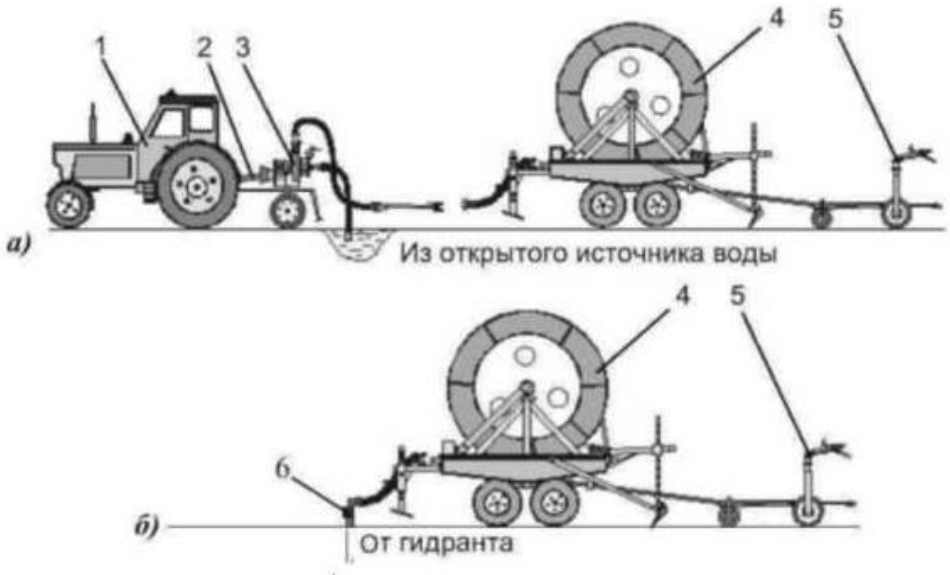


Рис. 1. Конструктивная схема установки УД-2500: а) – из открытого водоема, б) – от гидранта закрытой оросительной сети; 1 – тяговый агрегат, 2 – карданный вал, 3 – водяной насос, 4 – барабан-машина, 5 – оросительная тележка, 6 - гидрант.

Дождевальная установка УД-2500 применяется для полива овощных, кормовых, технических культур и многолетних трав. Она состоит из передвижной барабан-машины и оросительной тележки с регулируемой шириной колеи. Полив осуществляется по кругу или сектору с перемещением дождевального аппарата вдоль рядков растений с забором воды из закрытой или открытой оросительной сети.

Для повышения эффективности применения оросительной техники и реализации удобрительного орошения создано оборудование для гидроподкормки ОГД-50 *(ОАО «Гомельский радиозавод»)* (рисунок 2).

Рис. 2. Конструктивная схема оборудования для гидроподкормки к дождевальным установкам ОГД-5: 1– прицеп грузовой; 2 – емкость, 3 – дозирующее устройство, 4 – система трубопроводов, 5 – вентили, 6 – манометры, 7 – расходомер, 8 – предохранительный клапан, 9 – фильтр, 10 – бачок для чистой воды

Капельное орошение позволяет существенно экономить водные ресурсы (более 60%), достигать урожайности близкой к биологической, но при этом значительно затрудняет агротехнические мероприятия, система сложна в установке и обслуживании. Однако капельницы предъявляют жесткие требования к оросительной воде, как по механическому составу (допустимый размер частиц 0,1 мм и менее), так и по химическому составу (жесткость воды 5 мг-экв/л и менее, не допускаются растворы, взаимодействующие с материалом «капельниц»). Для реализации технологии капельного полива овощей и корнеклубнеплодов в республике создан комплект оборудования капельного полива в открытом грунте ККП-1, состоящий из песчано-гравийного фильтра грубой очистки, фильтра тонкой очистки, полимерного коллекторного трубопровода и односезонных полимерных лент капельного орошения.

Прирост урожая овощных культур и картофеля при капельном орошении в сравнении с дождеванием достигает 25%.

Для капельного полива в садах создан комплект оборудования капельного полива с автоматизированной системой управления КАП-1, выполнен-

ный в виде модуля для полива до 2 га. Использование его с автоматизированной системой управления позволяет обеспечить повышение урожайности на 25…30 %, увеличить выход товарных плодов до 90 % и обеспечить на 35…45 % экономию воды по сравнению с дождеванием.

Заключение

Для реализации технологий орошаемого земледелия в более широком масштабе в Республике Беларусь предусматривается:

1.Создание в каждом регионе республики базовых хозяйств с целью оснащения их полным набором технических средств и оборудованием для орошения с учетом региональных особенностей возделывания полевых культур.

2.Орошение сенокосов и пастбищ целесообразно осуществлять только на высокопродуктивных, расположенных недалеко от мест содержания КРС, участках полей с интенсивным использованием травостоя.

3.Применение отечественных дождевальных машин типа УД-2500 и ПДМ-2500 осуществлять для полива небольших площадей сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах (30-50 га).

4.Для орошения массивов более 50 га целесообразно применение широкозахватной дождевальной техники, требующей разработки для условий республики.

Литература

1. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2019. –С. 84-87.
2. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2019. –С. 38-51.

УДК (635.24+631.8) 470.31

НАКОПЛЕНИЕ УРОЖАЯ СУХОЙ ФИТОМАССЫ АГРОЦЕНОЗА ТОПИНАМБУРА В ВЕРХНЕВОЛЖЬЕ

Королева Ю.С., к.с.-х.н., доцент
ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия

Урожай сухой фитомассы является самым важным показателем конечной продуктивности агроценозов, по которому определяется КПД ФАР посева. Его величина зависит от фотосинтетической продуктивности растений в агроценозе, на которую оказывают влияние агротехнические, агрометеорологические факторы и биологические особенности культуры и сорта [4].

Удобрения являются одним из наиболее определяющих факторов в формировании продуктивности сельскохозяйственных растений, в том числе и топинамбура. Поэтому важное значение приобретают вопросы рационального их использования [5].

Нами исследовано влияние видов удобрений и сроков их внесения на

накопление урожая сухой фитомассы в разные годы и в посадках топинамбура 1,2 и 3 года пользования.

Исследования проводили в 2006 - 2008 гг. в полевых многофакторных опытах, на окультуренной дерново-среднеподзолистой остаточно карбонатной глееватой почве на морене, супесчаной по гранулометрическому составу, осушенной закрытым дренажом, на выводных полях севооборота Тверской ГСХА. Глубина пахотного горизонта 20-22 см, содержание органического вещества (по Тюрину) 2,14 %, P_2O_5 185-321 мг и K_2O (по Кирсанову) 58-167 мг, Nл.г. (по Корнфилду) 64-137 мг в 1 кг почвы, pHсол. 6,52-6,67.

Схема опытов включала 12 вариантов в каждой закладке. Фактор: А – сроки внесения удобрений: 1 - полная расчетная норма удобрения под посадки 1 года, на 2 и 3 год изучали последействие удобрений; 2 - по 1/3 от расчетной нормы в течение трех лет; фактор В - дозы внесения органических и минеральных удобрений на запланированные уровни урожаев в 1 год жизни: по 200, 300, 400 ц/га надземной массы и клубней.

Учетная площадь делянки 1-го порядка 122,4 м^2, 2-го – 20,4 м^2. Повторность – пятикратная. Объект исследований – сорт Скороспелка.

В опытах соблюдали рекомендованную технологию возделывания. Использовали комплекс машин, применяемых для возделывания картофеля с междурядьями 70 см.

Органические удобрения вносили в виде подстилочного навоза КРС, минеральные – в виде аммиачной селитры, двойного суперфосфата, хлористого калия (электролит). Дозы навоза выравнивали с минеральными удобрениями по содержанию фосфора и калия.

Погодные условия в годы исследований были различны. За период от посадки до уборки сумма температур в 2006, 2007 и 2008 годах составила соответственно 2252, 2319 и 2067°С и была выше нормы на 210 , 295 и 40,2^{o}С, сумма осадков – 438 , 312 и 455 мм или 138, 101 и 132% от среднемноголетней нормы. В 2007 г. отмечались засушливые периоды в мае, июне и сентябре, что отрицательно сказалось на накоплении урожаев, особенно надземной массы.

В результате выявлено наиболее сильное влияние тепло- и влагообеспеченность растений в разные годы на урожай сухой фитомассы, чем действие самих удобрений, их видов, доз и сроков, а так же сроков использования плантаций.

Так, в посадках 1 года пользования в вариантах без удобрений в сухие годы урожай сухой фитомассы снижался на 23-30 ц/га (18,8-23,4 %), в холодные и влажные – на 67-78 ц/га (54,9-60,9 %) по сравнению с благоприятным 2006 годом.

Внесение высоких доз навоза или минеральных удобрений не уменьшает отрицательного влияния погоды на урожай сухой фитомассы. Так, при внесении 90 т/га навоза в сухом 2007 году урожай был на 124 ц/га (58,2 %),

а во влажный и холодный 2008 – на 142 ц/га (66,6 %) меньше, чем в благоприятном 2006 году. При внесении высоких доз минеральных удобрений ($N_{339}P_{352}K_{329}$) в расчете на 3 года урожай в сухом 2007 году снизился на 58,0 ц/га (34,1 %), во влажном и холодном 2009 – на 97 ц/га (57,1 %).

В среднем за 3 года, наибольшая прибавка урожая сухой фитомассы от удобрений в посадках 1 года пользования при однократном внесении их в расчете на 3 года, получена от внесения 90 т/га навоза (32 ц/га или 34,8 %) и $N_{219}P_{207}K_{208}$ в расчете на урожай ботвы и клубней по 300 ц/га (30,0 ц/га или 32,6 %).

При уменьшенной в 3 раза норме удобрений разница в урожаях сухой массы между вариантами опыта была мало выражена. Более высокие прибавки урожая получены от внесения 30 т/га навоза (23 ц/га или 25 %) и минеральных удобрений в расчете на урожай в 400 ц/га ($N_{113}P_{117}K_{110}$) (24 ц/га или 26,1 %).

В среднем по опытам, уменьшение нормы удобрений в 3 раза позволило получить такой же урожай сухой фитомассы (110 ц/га), как при полной норме (111 ц/га).

В нормальные по влаго- и теплообеспеченности годы более высокий урожай сухой фитомассы (213 ц/га) обеспечивает внесение полной нормы навоза (90 т/га) в расчете на 3 года, в сухие – 1/3 нормы минеральных удобрений – в расчете на урожай в 400 ц/га (130 ц/га), в холодные и влажные – полной нормы минеральных удобрений –в расчете на урожай ботвы и клубней по 200 ц/га (83 ц/га).

На 2 год пользования посадок топинамбура в сухом году последействие полной нормы удобрений и действие 1/3 нормы было таким же, как действие их в 1 год. В среднем по вариантам получен, практически, равный урожай сухой фитомассы: при последействии полной нормы – 105 ц/га, действии – 101 ц/га, при действии 1/3 нормы – 113 и 113 ц/га. Во влажном холодном году последействие полной нормы удобрений и действие 1/3 нормы во 2 год пользования было менее эффективно, чем в 1 год пользования. Так, урожай сухой фитомассы во 2 год при последействии, в среднем по вариантам, составил 52 ц/га, а при действии в 1 год – 70 ц/га; при действии 1/3 нормы соответственно 57 и 66 ц/га.

Во 2 год пользования при дефиците влаги наибольшее последействие (урожай 131 ц/га) оказала доза удобрений $N_{358}P_{291}K_{316}$ на урожайность в 400 ц/га, а наибольшее действие – $N_{39}P_0K_{24}$ на урожайность в 200 ц/га (урожай 134 ц/га).

На 3 год пользования плантаций в сопоставимом 2008 году наибольший урожай получен (65 ц/га) от последействия самой высокой дозы минеральных удобрений и от действия 1/3 нормы минеральных удобрений, рассчитанных на получение урожаев ботвы и клубней по 300 и 400 ц/га (88 и 87 ц/га).

Таблица 1. Урожайность сухой фитомассы целого растения, ц/га

Вариант		1 г.п.			В среднем за 3 года	2 г.п.		В ср. за 2 года	3 г.п.
Срок внесения (А)	Расчетная доза удобрений – на урожай, ц/га (В)	2006 г.	2007 г.	2008 г.		2007 г.	2008 г.		2008 г.
1 раз в 3 года	К	122	99	55	92	101	46	73	50
	О-300	151	98	61	103	88	51	69	53
	О-400	213	89	71	124	97	56	76	59
	В среднем 2-3 вар.	182	93	66	114	92	53	73	56
	М-200	147	97	83	109	110	48	79	55
	М-300	178	113	76	122	103	52	78	50
	М-400	170	112	73	118	131	61	96	65
	В среднем 4-6 вар.	165	107	77	117	115	54	84	57
В среднем 1-6 вар.		164	101	70	111	105	52	79	55
1/3 от нормы ежегодно	К	128	98	50	92	89	42	65	62
	О-300	163	103	56	108	124	46	85	70
	О-400	160	118	67	115	106	49	78	55
	В среднем 2-3 вар.	161	111	62	111	115	48	81	63
	М-200	164	113	70	115	134	56	95	66
	М-300	151	118	73	114	109	73	91	88
	М-400	139	130	79	116	115	74	95	87
	В среднем 4-6 вар.	151	120	74	115	119	68	93	80
В среднем 1-6 вар.		151	113	66	110	113	57	85	71
В среднем по опыту		157	107	68	110	109	55	82	63

Примечание: О-300, О-400 – органические удобрения (навоз) на урожай в 300 и 400 ц/га; М-300, М-400 – минеральные удобрения на урожай в 300 и 400 ц/га.

На 3-ий год пользования плантаций урожай сухой фитомассы при последействии удобрений не снижается по сравнению со 2 годом, а при действии ежегодного внесения 1/3 норм удобрений несколько увеличивается как в контрольном варианте (42 и 62 ц/га), так и удобренном (46-74 и 55-88 ц/га).

У топинамбура урожай сухой фитомассы формируется за счет надземной массы растения – ботвы и подземной – клубней. Оба вида продукции имеют большую ценность в зависимости от направления использования плантаций. Поэтому важно знать, как влияют удобрения на накопление сухой массы клубней и ботвы.

Выявлено, что более высокий урожай сухой массы клубней в посадках 1 года пользования в благоприятные годы формируется при внесении полной нормы навоза (90 т/га) в расчете на урожай 400 ц/га (107,7 ц/га), в сухие

– минеральные туки в расчете на 300 ц/га (78,2 ц/га), в холодные влажные – самой высокой дозы навоза и минеральных удобрений в расчете на урожай 400 ц/га (30,6 и 30,2 ц/га). При внесении 1/3 удобрений от их полной нормы (в среднем за 3 года и ежегодно) лучшими оказались варианты – 30 т/га навоза и $N_{39}P_0K_{24}$ (58,8 и 59,0 ц/га), хотя разница между другими дозами мало выражена.

Внесение полной нормы 1 раз на 3 года и 1/3 нормы ежегодно оказало, в среднем, одинаковое влияние на урожай сухой массы клубней, он составил в 1-м случае 60,5, во 2-ом – 57,2 ц/га.

Наибольший урожай сухой массы ботвы в посадках 1 года при внесении полной нормы удобрений в благоприятный год формировался в тех же вариантах, как и клубней; в сухой – при меньшей доле навоза (60 т/га) и наибольшей норме NPK (на урожай 400 ц/га); в холодный и сырой – при большей норме навоза (90 т/га) и наименьшей норме NPK (на урожай 200 ц/га). В среднем за 3 года более высокий урожай сухой массы ботвы получен при внесении 90 т/га навоза (60,4 ц/га) и NPK в расчете на урожай 300 ц/га (58,4 ц/га).

При ежегодном внесение удобрений по 1/3 нормы от расчетной, в среднем, накоплен почти равный урожай ботвы (55,9 ц/га), как при внесении полной нормы (54,6 ц/га). Преимущество имели варианты: 30 т/га навоза – 56,1 ц/га и $N_{113}P_{117}K_{110}$ – 57,8 ц/га, где дозы внесения рассчитывали на урожай 400 ц/га.

На 2-ой год пользования плантаций наибольшее влияние на урожай сухой массы клубней оказало последействие полной нормы минеральных удобрений на урожай 400 ц/га, в среднем получено 49,4 ц/га сухой массы клубней. При ежегодном внесении 1/3 нормы удобрений более высокий урожай получен в варианте с наименьшей нормой NPK (расчет на 200 ц/га) – 54,2 ц/га. Ежегодное внесение 1/3 нормы удобрений более эффективно, чем последействие полной нормы. Урожай составил соответственно 41,4 и 47,0 ц/га.

Лучший урожай сухой массы ботвы в посадках 2 года (46,5 ц/га) сформирован при последействии самой высокой нормы NPK (расчет на 400 ц/га) и при действии ежегодного внесения 1/3 нормы NPK в расчете на 400 ц/га (44,3 ц/га). Прибавки урожая к контролю составили 9,5 и 11,3 ц/га (25,7 и 34,2 %).

На 3-ий год пользования плантаций в холодном и влажном 2008 году более высокий урожай сухой массы клубней (36,9 ц/га) обеспечило последействие самой высокой дозы NPK и действие 1/3 нормы NPK в расчете на урожай 300 ц/га (49,3 ц/га), а урожай сухой массы ботвы – последействие 90 т/га навоза (33,0 ц/га) и действие самой высоко дозы – $N_{119}P_{97}K_{105}$ (47,8 ц/га).

Таким образом, влияние расчетных доз органических и минеральных удобрений в посадках топинамбура 1, 2 и 3 года пользования на накопление

урожая сухой фитомассы зависит от тепло- и влагообеспеченности растений. В нормальные по тепло- и влагообеспеченности годы в посадках 1 г.п. наибольший урожай сухой фитомассы (213 ц/га) формируется при внесении полной нормы навоза (90 т/га) в расчете на общий урожай биомассы 800 ц/га; в сухие теплые годы – 1/3 расчетной дозы NPK на урожай 800 ц/га (130 ц/га); в холодные и влажные – полной нормы NPK в расчете на урожай биомассы 400 ц/га.

На 2-ой год пользования в сопоставимых условиях в сухой год урожай сухой фитомассы сохраняется на уровне 1 года, в холодный и влажный – уменьшается на 13-18 ц/га; на 3-ий год пользования в холодные годы он остается на уровне 2 года.При дефиците влаги наибольшее последействие оказывает самая высокая доза NPK и действие 1/3 дозы NPK в расчете на урожай 400 ц биомассы; на 3-ий – последействие самой высокой дозы NPK.

Дефицит влаги при эффективном плодородии почв приводит к снижению урожая сухой массы на 18,8-23,4 %, недостаток тепла при избытке влаги – на 54,9-60,9 %.

Внесение органических и минеральных удобрений повышает урожайность топинамбура на 30-35 %, но не снижает потери урожая за счет неблагоприятных погодных условий.

Конечный урожай сухой фитомассы в 1 год пользования посадок в неудобренных вариантах формируется в благоприятные годы на 56-58 %, в сухие на 59-63 %, в холодные и влажные на 35-39 % за счет клубней. Удобрение топинамбура в благоприятные годы не увеличивают долю клубней в общем урожае сухой фитомассы, в сухие годы увеличивают ее на 1-10 % за счет действия полных расчетных доз, в холодные влажные – увеличивают на 6-8 % при внесении полных расчетных доз навоза и снижает на 3-9 % от действия минеральных удобрений, внесенных в полной норме или в 1/3 от нее.

Литература

1. Королева Ю.С. Удобрение топинамбура при многолетнем использовании плантаций: Автореф. дис… канд. с.-х. наук: 06.01.09, 06.01.12 / Ю.С. Королева. – Тверь, 2009.- 24 с.
2. Королева Ю.С. Влияние удобрений и сроков использования посадок на продуктивность топинамбура в Верхневолжье/ Ю.С. Королева//Овощи России, 2016.-№1 (30).-С.54-59
3. Королева Ю.С. Формирование урожайности топинамбура в Верхневолжье при внесении расчетных доз удобрений/ Ю.С. Королева// Плодородие, 2016.-№2 (89).-С.- 20-23
4. Усанова З.И. Биологические особенности и технологии возделывания картофеля и земляной груши / З.И. Усанова, А.К. Осербаев. – Учебное пособие. – Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2004. – 76 с.
5. Усанова, З.И. Формирование высокопродуктивных агроценозов топинамбура: особенности минерального питания, удобрение: монография/ З.И. Усанова, Ю.В. Байбакова.-Тверь: «Агросфера» Тверской ГСХА, 2009.-156с.

УДК 633.521: 631.527: 632. 43

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЗИРОВАННЫЕ ГЕРБИЦИДНЫЕ И ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ЛЬНОВОДСТВА

[1]**Кудрявцев Н.А.,** д.с.-х.н., [1]**Зайцева Л.А.,** к.с.-х.н.,
[2]**Курбанова З.К.,** [2]**Савоськина О.А. ,** д.с.-х.н.
[1]*Институт льна – филиал ФГБНУ ФНЦ ЛК, г. Торжок, Россия*
[2]*РГАУ – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия*

Введение. Современные требования к производству и переработке сельскохозяйственного сырья (в частности, льна), к охране природы, необходимость снижения отрицательного последействия широкого использования пестицидов – все это стимулирует системное методическое, биологическое и технологическое изучение проблемы.

Кроме общих вопросов экологизации и охраны природы при возделывании льна важно учитывать, что волокно и семена этой культуры используются, как незаменимое сырьё для производства тканей и материалов, имеющих особые гигиенические, стратегические технологические свойства (в частности, перевязочных средств в медицине, ракетного, торпедного топлива, взрывчатых веществ в ВПК, лекарственных препаратов, масла пищевого и специального назначения). Эта продукция должна быть качественной и не должна содержать выше допустимого уровня остаточные количества пестицидов.

Повышение устойчивости культурных растений к болезням и другим стрессовым факторам достигается различными способами, важнейшим из которых является использование регуляторов роста растений (РРР) – антистрессовых соединений различной природы.

Стрессы, возникающие, в частности, при внесении гербицидов, могут приводить к нарушению метаболических функций, генеративного развития, повреждению структур, и в результате, - к снижению продуктивности растений. Применение соединений, индуцирующих комплекс защитных реакций, нивелирует негативное воздействие неблагоприятных факторов и способствует сохранению урожая сельскохозяйственных культур [4].

На культуре льна испытан и зарегистрирован ряд новых гербицидов и регуляторов роста растений, из которых наше внимание привлекли Кортес, Хармони, Тарга Супер, Артафит и Лостор [1; 2].

Научная новизна и народнохозяйственная значимость наших исследований определяется возможностью модернизации и рационализации элементов технологии возделывания льна в части его защиты от сорняков, болезней и вредителей при обоснованном снижении норм применения отдельных химических пестицидов или их замене биологическими средствами, а

вследствие этого – повышении уровня охраны природы в льноводческих регионах.

Цель работы - выявить новые эффективные экологизированные биологические и химические гербицидные, фунгицидные, инсектицидные и защитно-стимулирующие меры для получения высококачественной продукции при возделывании льна.

Объекты и методы исследований. Объекты исследований: растения льна и их болезни [на всходах культуры – в основном: антракноз (возб. *Colletotrichum lini Manns et Bolley*), крапчатость /озониоз/ (в. *Ozonium vinogradovi Kudr.*), бактериоз (в. *Bacillus macerans Schr.*)], вредители [преимущественно – блошка льняная (*Aphthona euphorbiae Schr.*)], сорняки и их болезни [в т.ч.: торица обыкновенная (*Spergula vulgaris Boen./=S. arvensis vulgaris M. et K./*), ромашка обыкновенная (*Matricaria chamomila L.*), марь белая (*Chenopodium album L.*), значительно проявившийся в 2017г. – бодяк щетинистый /мягко-щетинистый/ (*Cirsium setosum M.B. / = C. arvense var. mite Wimm. et Grab. / = C. arvense var. setosum Koch./*), целенаправленно заражаемый нами душистой ржавчиной /пукциниозом/ (патоген – *Puccinia suaveollens /Pers./*), доминировавший пырей ползучий (*Agropyrum repens P.B.* (для льноводства проблемное растение, против которого мы разрабатываем химические и биологические меры контроля, в частности, использование поражения его головней, вызываемой грибом *Urocystis agropyri /P./ S.*), ежовник петуший /= просо куриное/ (*Echinochloa crus galli R. et Sch./= Panicum crus galli L./*) и др.].

Приоритетным поисковым объектом испытаний явился разрабатываемый нами новый биопрепарат с, предположительно, гербицидными и защитно-стимулирующими свойствами: смесь спор головни /уроцистоза/ пырея ползучего и душистой ржавчины /пукциниоза/ бодяка щетинистого.

Из препаратов, потенциально позволяющих одновременно повышать устойчивость растений к болезням и другим стрессовым факторам (в т.ч. к повреждению фитофагами и гербицидному угнетению), а также усиливать ростовые и формообразовательные процессы, т.е. влиять на урожайность и качество сельскохозяйственных культур, мы испытывали биостимулятор Лостор, КРП /кристаллический порошок/), содержащий органические соединения Si, B, Cu.

Полевые эксперименты были проведены в 2017-2019 гг. на базе института льна в Торжокском районе Тверской области. Их методологию предписывали указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом [5], по регистрационным испытаниям пестицидов [3]. Статистико-агрономическая оценка результатов опытов уточнялась в соответствии с методикой научной агрономии [6].

Результаты исследований и их обсуждение. Опрыскивание посевов льна в фазу “елочки” композицией гербицидов: Кортес (0,005 кг/га) + Хар-

мони (0,01кг/га)+Тарга Супер (1,5 л/га) обеспечило, например, в 2017г. биологическую эффективность против двудольных и злаковых сорняков (по снижению их массы) – на уровне 94-96 % (табл. 1).

Таблица 1. Гербицидное действие средств защиты растений (2017 г.)

Варианты опыта	Эффективность (снижение массы сорных растений),%			
	Через 30 суток		Перед уборкой	
	Двудольных	Злаковых	Двудольных	Злаковых
1. Контроль (без обработки семян и посевов) /масса сорняков/	*151,2 г/м²*	*298,9 г/м²*	*200,7 г/м²*	*395,4 г/м²*
2. Стандарт. Гербициды: Кортес (0,005 кг/га) + Хармони (0,01 кг/га) + Тарга Супер (1,5 л/га)	95,5	97,5	94,7	96,4
3. Биопрепарат: *U. agropyri* и *P. suaveollens* (1:1; 0,1кг/га) + Кортес (0,005 кг/га) [по фону обработки семян *U. agropyri* и *P. suaveollens* (1:1; 0,1кг/т)]	92,9	51,2	92,8	62,2
$НСР_{05}$	1,7	2,8	1,5	2,4 (%)

Опрыскивание опытных делянок комбинацией инфекции болезней сорняков (*U. agropyri* и *P. suaveollens* /1:1; 0,1кг/га/) и гербицида Кортес (0,005 кг/га) [по фону обработки семян U. и P.] было эффективно против злаковых сорняков на 62,2 %. *Действие на пырей ползучий, вероятно, обеспечила инфекция возбудителя головни пырея – U. agropyri.* Против двудольных сорняков разрабатываемый препарат был эффективен на 92,8%. *Этот показатель, видимо, является результатом совокупного действия сниженной нормы применения гербицида Кортес и инфекции душистой ржавчины бодяка – P. suaveollens.*

Использование биопрепарата на основе инфекции болезней сорняков и гербицида Кортес (в сниженной норме применения) положительно (по сравнению с контролем) повлияло на густоту стеблестоя, длину и массу растений льна, в конечном счете – достоверно – на урожайность льнопродукции (табл. 2).

В другом эксперименте при фитопатологических учетах в поле подтверждена достоверная эффективность обработки семян ранее изучаемым средством Артафит, а также его композициями с ТМТД и особенно с новым синтетическим препаратом Лостор – против болезней льна (табл. 3): пораженность всходов антракнозом снизилась в 24 раза; крапчатостью – в 31 раз (а в варианте с композицией Артафит + Лостор эта болезнь вообще отсутствовала); против бактериоза Артафит и его смесь с Лостором были эффективны практически на 100%.

Таблица 2. Влияние препаратов на урожайность льнопродукции (2017 г.)

Варианты опыта	Урожайность			
	Льносоломы		Льносемян	
	ц/га	% к контролю	ц/га	% к контролю
1. Контроль (без обработки)	16,3	100	1,4	100
2. Стандарт. Гербициды: Кортес (0,005 кг/га) + Хармони (0,01 кг/га) + Тарга Супер (1,5 л/га) [по фону без обработки семян]	22,1	135,6	2,1	150,0
3. Биопрепарат: *U. agropyri* и *P. suaveollens* (1:1; 0,1кг/га) + Кортес (0,005 кг/га) [по фону обработки семян *U. agropyri* и *P. suaveollens* (1:1; 0,1кг/т)]	20,4	125,2	1,9	135,7
$НСР_{05}$	2,7	16,6	0,3	21,4

Энтомологические учеты показали, что обработка семян этими препаратами и особенно их композицией (Артафит + Лостор) обеспечила снижение поврежденности всходов льна блошками льняными, по сравнению с контролем – на 3,5…4,5 балла (табл. 3).

Таблица 3. Пораженность всходов льна болезнями и их поврежденность фитофагами в связи с обработкой семян Артафитом и Лостором (2018 г.)

Вариант	*Пораженность болезнями (% распространенности)*			*Поврежденность*
	Антракнозом	Крапчатостью	Бактериозом	*Блошками (балл)*
1.Контроль (без обработки)	12,0	15,5	13,5	*5,5*
2.ТМТД, ВСК (4,0 л/т), стандарт	5,5	7,5	10,5	*5,1*
3.Артафит (0,15 л/т)	**0,5**	**0,5**	**0,0**	***1,8***
4.Артафит (0,075 л/т) + ТМТД (2,0 л/т)	0,5	0,5	0,5	*2,0*
5.Лостор (15 г/т)	**0,5**	**1,0**	**0,0**	***1,0***
6.Артафит (0,075 л/т) + Лостор (7,5 г/т)	**0,5**	**0,0**	**0,0**	***1,0***
M ± (ошибка полевого учета, %)	0,5	0,5	0,5	-
$НСР_{05}$ (балл)				*0,1*

Обработка семян и посевов льна Артафитом и Лостором положительно влияла на полевую всхожесть семян, густоту стеблестоя культурных растений, их устойчивость к полеганию, эффективность гербицидов в сниженных нормах применения, на высоту и массу культурных растений, в итоге – статистически достоверно – на урожайность соломы и семян льна (табл. 4), которая в наиболее урожайном варианте (с Артафитом), соответственно, на 25,9 и 4,6 ц/га была выше показателей контроля (27,7 и 3,1 ц/га при $НСР_{05}$ = 1,5 и 0,2 ц/га). На перспективу очевидный интерес представляет

дальнейшее испытание при возделывании льна нового синтетического препарата Лостор и его композиции со сниженной нормой применения Артафита (вариантов, показавших практически не менее высокие показатели полученной урожайности льнопродукции, чем подтвердивший в 2018 г. свою, отмеченную в прошлые годы эффективность, – препарат Артафит в полной норме применения).

Таблица 4. Влияние препаратов: Артафит, Лостор и ТМТД – при обработке семян; Артафит, Лостор и гербицидов – при обработке посевов – на урожайность соломы и семян льна (ВНИИЛ, 2018 г.)

№	Наименование варианта		Показатели урожайности		
	Обработка семян	Обработка посевов	Урожайность, ц/га		Масса 1000 семян, г
			Соломы	Семян	
1	*1. Контроль (без обработки)*	*1. Контроль (без регулятора роста): гербициды Хармони (10 г/га) + Кортес (5 г/га) + Тарга Супер (1,5 л/га)*	27,7	3,1	4,1
2	*1. То же*	*2.+ Артафит (0,15 л/га)*	37,5	5,0	4,5
3	*1. То же*	*3.+ Лостор (10 г/га)*	37,5	5,1	4,7
4	*2. Стандарт, ТМТД, ВСК (4 л/т)*	*1.Контроль (без регулятора роста): Гербициды*	36,9	5,0	4,3
5	*2. То же*	*2. + Артафит (0,15 л/га)*	43,0	6,2	4,6
6	*2. То же*	*3. + Лостор (10 г/га)*	43,3	6,1	4,6
7	*3. Артафит (0,15 л/т)*	*1. Контроль (без регулятора роста): Гербициды*	48,4	6,4	4,5
8	*3. То же*	*2. + Артафит (0,15 л/га)*	**53,6**	**7,7**	**5,1**
9	4. *Артафит (0,075л/т) + ТМТД (2,0 л/т)*	*1. Контроль (без регулятора роста): Гербициды*	48,4	6,4	5, 0
10	*4. То же*	*2. + Артафит (0,15 л/га)*	***53,4***	***7,5***	***5,1***
11	*5. Лостор (15 г/т)*	*1. Контроль (без регулятора роста): Гербициды*	48,6	6,5	5,2
12	*5. То же*	*3. + Лостор (10 г/га)*	**53,5**	**7,5**	**5,1**
13	6. *Артафит (0,075л/т) + Лостор (7,5 г/т)*	*1. Контроль (без регулятора роста): Гербициды*	48,6	6,5	5,0
14	*6. То же*	*3. + Лостор (10 г/га)*	**53,5**	**7,6**	**5,1**
НСР$_{05}$			1,5275	0,24	0,12

Выводы

1.Разрабатываемый нами биопрепарат (смесь инокулюма головни /уроцистоза/ пырея ползучего и душистой ржавчины /пукциниоза/ бодяка щетинистого - снижает засоренность посевов названными сорняками.

2.Испытанные регуляторы роста – Артафит и Лостор – эффективны против бактериоза, антракноза и крапчатости льна и способствуют повышению урожайности льнопродукции.

Литература

1. Алырчиков Ф.В., Савоськина О.А., Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А. Агрономическая и организационно-экономическая разработка способов применения средств, снижающих проявление сорняков и болезней в посевах льна, как элементов технологии его возделывания в Центральном Федеральном округе РФ // Электронный научно-производственный журнал «АгроЭкоИнфо». - 2018, №1 (31). С. 3-4. https://elibrary.ru/item.asp?id=35232909.
2. Алырчиков Ф.В., Алибеков М.Б., Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А. Возделывание льна в Центральном Федеральном округе РФ при рациональном применении регуляторов роста, фунгицидов, гербицидов и их композиций //Агрохимический вестник. 2018, №5. С.69-73. DOI:10.24411/235-2516-2018-10050. https://elibrary.ru/item.asp?id= 36160923
3. ВИЗР. Методические указания по испытанию фунгицидов в сельском хозяйстве. // С.-Пб.: ВИЗР. 2009. С. 159-173.
4. Вихрева В.А., Лебедева Т.Б., Надёжка Е.В. Применение антистрессовых препаратов при гербицидной обработке в посевах ярового ячменя //Агрохимия 2011. № 5. С.46 – 53.
5. ВНИИЛ. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом. // Торжок: ВНИИЛ. 1978. 72 с.
6. Кирюшин Б.Д. Введение в опытное дело и статистическую оценку // Методика научной агрономии. Часть 1. М.: МСХА. 2004. 168 с.

УДК 631

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ И СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Митрофанов Ю.И., к.с.-х.н., **Петрова Л.И.,** к.с.-х.н.,
Карасева О.В. к.с.-х.н., **Первушина Н.К., Казьмин А.Е.**
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», г. Тверь, Россия

На современном этапе интенсификации земледелия механическая обработка почвы не утрачивает своего значения в борьбе с засоренностью посевов культур. Она является одним из основных факторов, определяющих характер развития и распространения сорной растительности в посевах полевых культур. Нередко неправильный выбор приемов обработки почвы является причиной значительного роста засоренности посевов и, как следствие, недобора урожая.

Современная система дифференцированной обработки почвы должна строиться с учетом действия основных законов земледелия и требований культурных растений к условиям произрастания, соответствовать почвенно-климатическим условиям и зональным особенностям основных типов ландшафтов, функционально должна быть направлена на снижение или устранение факторов, лимитирующих уровень продуктивности (переувлажнение, переуплотнение, дегумификация, смытость, засоренность и др.) сельскохозяйственных

культур, а также на решение задач по повышению производительности труда и снижению энергозатрат на проведение обработки почвы. Одним из реальных направлений снижения затрат на основную обработку почвы является уменьшение глубины ее проведения, что позволяет в этом случае использовать на обработке более производительную почвообрабатывающую технику [1, 2, 3, 4, 5]. Однако такие изменения в системе обработки почвы часто связаны с ростом засоренности посевов. При этом единого мнения о влиянии разных систем и приемов основной обработки почвы на засоренность посевов нет.

Цель настоящей работы – изучить влияние отдельных приемов и систем разноглубинной обработки почвы на засоренность посевов полевых культур.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная работа выполнена в 1979-1987 гг. в стационарном полевом двухфакторном опыте, заложенном в 1978 году на опытном поле Всероссийского научно-исследовательского института мелиорированных земель (Тверская область). Исследования проводились в двух полевых севооборотах, развернутых во времени в 3-х полях-закладках, с чередованием культур в первом зернотравяном севообороте: горохо-овсяная смесь – озимая рожь – овес – ячмень с подсевом многолетних трав – многолетние травы 1 и 2 г.п. – озимая рожь – яровая пшеница; во втором плодосменном: горохо-овсяная смесь – озимая пшеница – картофель – ячмень с подсевом многолетних трав – многолетние травы 1 и 2 г.п. – озимая рожь – яровая пшеница. В качестве приемов основной обработки почвы сравнивались вспашка на 20-22см (контроль), вспашка на 28-30 см, вспашка плугом с вырезными корпусами (ВК) на 30-32 см, трехъярусная вспашка на глубину 40-45 см, лемешное лущение на 10-12 см, осеннее дискование на 8-10 см в сочетании с весенним фрезерованием. Углубление пахотного слоя проводили на делянках первого порядка под первую культуру севооборота горохо-овсяную смесь методом припашки (с двойным оборотом пласта), рыхления подпахотного слоя плугом с вырезными корпусами и вспашки трехъярусным плугом. Для изучения приемов минимизации основной обработки почвы и систем разноглубинной обработки делянки первого порядка были расщеплены на делянки второго порядка.

Органические удобрения в 1-м севообороте вносились один раз за ротацию под горохо-овсяную смесь 60 т/га, во 2-ом – дополнительно под картофель 40 т/га. Минеральные удобрения вносились на запланированный урожай: зерновых культур 30-40 ц/га, картофеля – 300 ц/га.

Повторность опыта четырехкратная, учетная площадь делянки после расщепления 80 м^2, варианты в повторениях размещены рендомизированными блоками, перпендикулярно к дренам в 2 яруса. Учет урожая проводился методом сплошной уборки. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена методом дисперсионного анализа (Б.А. Доспехов, 1979). Опыты проводились на старопахотном среднеокультуренном участке. Почва участка дерново-подзолистая, глееватая легкосуглинистая

на карбонатной морене. Перед закладкой опыта пахотный слой (0-20 см) характеризовался следующими показателями: содержание гумуса 1,80-1,95%, pH солевой вытяжки 5,7-6,5, гидролитическая кислотность 1,2-1,9 мг.-экв. на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями 92%, содержание P_2O_5 – 121-174, K_2O – 110-134 мг на кг почвы; подпахотный слой (20-40см): содержание гумуса 0,57-0,70%, pH солевой вытяжки 5,1-6,3, гидролитическая кислотность 0,9-1,1 мг.-экв. на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями 92%, содержание P_2O_5 – 88-125, K_2O – 33-106 мг на кг почвы. Плотность твердой фазы в слое 0-20 и 20-30 см – 2,61 г/см^3, в слое 30-40 см – 2,65 г/см3. Тип водного питания осушаемого участка – атмосферный. Участок осушен закрытым гончарным дренажем в 1972 году. Расстояние между дренами 20 м, глубина залегания дрен 0,9-1,2 м, длина дрен 130 м.

Агротехника возделывания культур в опыте была общепринятой за исключением изучаемых приемов обработки почвы. Вспашка в опыте проводилась плугами ПЛН-3-35 и ПТН-40, лущение – лущильником ППЛ -5-25, фрезерование – фрезой ФБН-1,5, дискование – дисковой бороной БДТ-3,0, культивация – культиватором КПС-4, безотвальная обработка – плоскорезом КПГ-2,2.

Предпосевная обработка под яровые культуры состояла из культивации, кроме варианта с фрезерованием, и обработки комбинированным агрегатом РВК-3,6. Под картофель весной проводилась безотвальная обработка на глубину 25-27 см. Органические удобрения, фосфорно-калийные удобрения вносились осенью под основную обработку, азотные – весной под культивацию. В фазу кущения посевы яровых зерновых культур обрабатывались гербицидом – 2М-4Х (1,5 кг/га).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования показали, что приемы основной обработки почвы оказывают различное влияние на засоренность посевов зерновых культур и однолетних трав. Установлено, что глубокие обработки способствуют уменьшению количества сорных растений как многолетних, так и малолетних сорняков. Наименьшее количество сорных растений в посевах горохо-овсяной смеси отмечалось при вспашке на 28-30 см с весенней перепашкой на ту же глубину. В среднем за три года исследований общее их количество на этом варианте составило 62 шт./м^2, на контроле – 106 шт./м^2.

Обработка почвы плугом с вырезными корпусами на 30-32 см и трехъярусная вспашка на 40-45 см также уменьшили засоренность – на 31 шт/м^2. Наиболее высокой засоренность однолетних трав была на варианте с фрезерной обработкой на глубину 20-22 см. По сравнению с контролем сорняков на этом варианте было почти в 2 раза больше – 117 шт/м^2(табл.1).

Применение глубоких обработок под озимые и яровые зерновые культуры также способствовало снижению общего количества сорных растений. В посевах озимой ржи по сравнению с контролем (64 шт/м^2) количество сорняков в среднем за 2 года снизилось на 15-35 шт/м^2, в посевах озимой пшеницы – на 27-28, овса – на 10-22 и ячменя – на 3-16 шт/м^2.

Таблица 1. Влияние приемов и систем основной обработки почвы на засоренность посевов культур полевого севооборота, шт/м^2

№	Прием основной обработки почвы и номер поля	Номер поля и культура севооборота					
		1 – однолетние травы	2		3 - овес	4 – ячмень	
			озимая рожь	озимая пшеница		после овса	после картофеля
1.	Вс – 20-22 – 1-8 (контроль)	106 / 22	64 / 22	80 / 28	43	70 / 25	48 / 17
2.	Вс – 20-22 – 1, 3, 7; Л – 10-12 – 2, 4, 8		89 / 45	110 / 37	41	83 / 36	54 / 19
3.	Вс – 20-22 – 1, 7; Л – 10-12 – 2, 3, 4, 8				66	104 / 46	74 / 32
4.	Вс.ВК – 30-32 – 1-8	75 / 16	47 / 11	52 / 12	30	64 / 19	34 / 11
5.	Вс.ВК – 30-32 – 1, 3, 7; Л – 10-12 – 2, 4, 8		61 / 24	71 / 24	35	84 / 37	61 / 23
6.	Вс – 28 -30 – 1-8	62 / 13	29 / 8	53 / 16	21	67 / 21	32 / 15
7.	Вс – 28-30 – 1; Вс – 20-22 – 2, 3, 4,7,8		63 / 31	80 / 28	27	71 / 33	51 / 21
8.	Вс – 28-30 – 1; 7; Л – 10-12 – 2, 3, 4, 8		61 / 24	100 / 36	52	93 / 59	77 / 36
9.	Ф – 20-22 – 1, 7; Ф – 10-12 – 2, 3, 4, 8	117 / 24	87 / 44	110 / 37	75	129 / 74	98 / 40
10	3-х яр. вспашка на 40-45см – 1; Вс – 20-22 – 2, 3, 4, 7,8	75 / 17	49 / 22	62 / 20	23	63 / 24	47 / 18

Примечание: Вс – 20-22 – вспашка на глубину 20-22 см; Вс.ВК – 30-32 – вспашка на 30-32 см плугом с вырезными корпусами; Вс – 28-30 – вспашка на 28-30 см; Д – 8-10 – дискование на 8-10 см; Ф – 20-22 (10-12) – фрезерование на 20-22 (10-12) см; Л – 10-12 – лемешное лущение на 10-12 см; яровые зерновые культуры– на фоне гербицидов; числитель – всего сорняков, знаменатель – количество многолетних.

Следует отметить, что глубокие обработки снижали засоренность посевов многолетними сорняками: горохо-овсяной смеси – на 5-9 шт/м^2, по сравнению с контролем, озимой ржи – на 11-14, озимой пшеницы – на 12-16, ячменя – на 2-6 шт/м^2. Снижение общего количества сорняков и многолетников наблюдалось в посевах всех культур при обычной вспашке на фоне трехъярусной.

Мелкие обработки, в отличие от глубоких, увеличивали засоренность посевов зерновых культур. У озимых культур наиболее засоренными были посевы на вариантах с лемешным лущением на 10-12 см по фону вспашки на 20-22 см под предшественник (вар.3) и с фрезерованием почвы на 10-12 см (вар.9). В посевах озимой пшеницы сорняков на этих вариантах было больше на 20-30 шт/м^2 (110 и 110 шт/м^2), в посевах озимой ржи – на 23-25 (89 и 87 шт/м^2). Аналогичные результаты были получены на овсе и ячмене. На вариантах 3 и 9 общее количество сорняков в посевах овса было больше

на 23-32 шт/м^2, ячменя – после овса на 34-59 и после картофеля – на 26-50 шт/м^2. Существенно меньше увеличивалась засоренность посевов зерновых культур при замене вспашки лемешным лущением на вариантах с разноглубинной обработкой почвы – при чередовании лемешного лущения на 10-12 см в севообороте со вспашкой на 20-22 см или со вспашкой плугом с вырезными корпусами. Количество сорняков в посевах ячменя на варианте с ежегодным чередованием обычной вспашки и лущения было меньше на 20-21 шт/м^2, чем при трехкратном наложении лемешного лущения во времени, и при чередовании лущения со вспашкой почвы плугом с ВК – на 13-20 шт/м^2.

При оценке засоренности посевов многолетних трав установлено, что наиболее засоренными они были на варианте с фрезерной обработкой почвы в зернотравяном севообороте (после овса), в среднем на 11,9%, по сравнению с травами в плодосменном севообороте, где предшественником покровной культуры (ячменя) был картофель.

При анализе биомассы сорной растительности в посевах полевых культур установлены те же закономерности, что и при количественном учете сорняков. Глубокие обработки снижали биомассу сорной растительности, мелкие обработки, наоборот, увеличивали (табл.2).

Таблица 2. Влияние приемов и систем основной обработки почвы на биомассу сорняков, воздушно-сухая масса, г/м^2

№	Прием основной обработки почвы и номер поля	Номер поля и культура севооборота						
		1 – однолетние травы	2		3 - овес	4 - ячмень	7 - озимая рожь	8 - яровая пшеница
			озимая рожь	озимая пшеница				
1.	Вс – 20-22 – 1-8 (контроль)	104	128	149	25	52/13	124/103	22/46
2.	Вс – 20-22 – 1, 3, 7; Л – 10-12 – 2, 4, 8		206	142	26	62/22	109/83	45/58
3.	Вс – 20-22 – 1, 7; Л – 10-12 – 2, 3, 4, 8				47	90/45	166/106	73/113
4.	Вс.ВК – 30-32 – 1-8	71	94	84	19	45/11	87/46	20/51
5.	Вс.ВК – 30-32–1,3,7; Л – 10-12 – 2, 4, 8		103	153	18	82/16	98/73	67/53
6.	Вс – 28-30 – 1-8	62	58	89	17	50/11	103/111	32/56
7.	Вс – 28-30 – 1; Вс – 20-22 – 2,3,4,7,8		174	106	27	62/17	91/79	27/40
8.	Вс-28 -30 - 1; 7; Л – 10 -12 – 2, 3, 4, 8		132	125	37	119/27	96/89	36/68
9.	Ф – 20-22 – 1, 7; Ф – 10-12 – 2,3,4,8	109	211	149	58	193/40	325/163	91/160
10	3-х яр. вспашка на 40-45см – 1; Вс – 20-22– 2, 3,4,7,8	71	93	149	21	39/13	94/83	32/46

Примечание: 5 и 6 поля – многолетние травы 1 и 2 годов пользования; числитель – предшественник ячменя – овес, знаменатель – картофель

На посевах ячменя были проведены дополнительные исследования по оценке совместного действия севооборота, приемов обработки почвы и гербицидов на засоренность посевов ячменя. Установлена высокая эффективность их применения в качестве приемов контроля засоренности посевов зерновых культур. Из приемов обработки лучшие результаты обеспечили глубокие обработки почвы – на безгербицидном фоне, в среднем по двум предшественникам, снижение засоренности по общему количеству сорняков под их влиянием составило – 30,7-35,7%, по многолетним сорнякам – 35,6% (табл.3). Проявилась высокая эффективность севооборота. Размещение ячменя в севообороте после картофеля снижало засоренность посевов в среднем по всем вариантам обработки почвы, по сравнению с размещением его в севообороте после овса, без применения гербицидов почти в 2 раза (на 46,3%), в т.ч. многолетними сорняками – на 45,2% и на фоне гербицида на 30,5 и 38.0 % соответственно.

Таблица 3. Влияние предшественников, приемов основной обработки почвы и гербицида на засоренность посевов ячменя

№ варианта	Прием основной обработки почвы под овес	Количество сорняков, шт/м^2							
		Без обработки гербицидом				При обработке гербицидом			
		предшественники		среднее – всего	многолетних	предшественники		среднее – всего	многолетних
		овес	картофель			овес	картофель		
1	Вс 20-22	138	64	101	40/19	70	48	59	25/17
2	Л 10-12	142	69	105	43/24	83	54	69	36/19
3	Л 10-12	211	103	157	73/47	104	74	89	46/32
4	Вс 30-32 ВК	96	45	70	26/12	64	34	49	19/11
5	Л 10-12	138	79	108	72/29	84	61	72	37/23
6	Вс 28-30	84	46	65	42/18	67	32	55	21/15
7	Вс 20-22	114	65	90	39/26	71	51	61	33/21
8	Л 10-12	175	95	135	77/41	93	77	85	59/36
9	Фр 10-12	226	134	180	120/61	129	98	113	74/40
10	Вс 20-22	109	68	88	22/27	63	47	55	24/18
Среднее		143	76,8	110	55,4/30,4	82,8	57,6	75,7	37,4/23,2

Примечание: в числителе – предшественник овес, в знаменателе – предшественник картофель

Высокая эффективность действия севооборота на засоренность посевов ячменя сохранялась и в условиях применения химических средств борьбы с сорняками. Введение в севооборот пропашной культуры снижало общую засоренность посевов всех последующих культур. Наиболее заметное снижение засоренности под влиянием севооборота произошло на варианте с фрезерованием.

Гербициды также оказали сильное влияние на засоренность посевов ячменя. На контрольном варианте по обработке почвы общее количество сорняков в посевах ячменя под влиянием гербицида, в среднем по двум

предшественникам, уменьшалось на 41,6%, на лучшем варианте обработки (плугом с ВК) – на 30,0, на худшем (фрезерование) – на 37,2, а в среднем по всем вариантам обработки – на 31,2%. Техническая эффективность гербицида зависела от предшественника. После овса количество сорняков перед уборкой в посевах ячменя под влиянием гербицида, в среднем по всем вариантам обработки почвы, снизилось на 42,1%, после картофеля – на 25,0%, в том числе многолетних сорняков на 32,5 и 23,7 соответственно. Лучшие результаты по контролю засоренности посевов ячменя были получены при совместном действии севооборота и обработки почвы – засоренность посевов ячменя снижалась с 138 до 45 шт/м^2 (в 3 раза) без применения гербицида и до 34 шт. (на 75,4%) на фоне гербицидной обработки.

Исследования показали также, что урожайность овса, ячменя и озимой ржи по пласту многолетних трав в зависимости от приемов обработки почвы и системы обработки, в целом, практически не изменялась. Повышенная засоренность посевов яровых зерновых культур при замене вспашки лемешным лущением не стала причиной снижения их урожайности. Следует отметить, что в зернотравяном севообороте даже трехлетнее наложение лемешного лущения (мелкой обработки) не привела к снижению урожайности зерновых культур и многолетних трав. Возможность замены вспашки лемешным лущением без снижения урожайности была установлена на картофеле и яровой пшенице по обороту пласта. При обработке пласта многолетних трав под озимую рожь все виды вспашки были равноценны, приемы глубокой обработки почвы - вспашка на 30-32 см плугом с ВК и вспашка плугом на глубину 28-30 см, преимущества перед обычной вспашкой на глубину 20-22 см не имели. Из всех изучаемых систем разноглубинной обработки почвы наименее эффективной была система, основанная на фрезерной обработке. Замена отвальной системы обработки почвы на фрезерную положительного результата не дала. Озимая рожь, озимая пшеница, овес, яровая пшеница и ячмень (по овсу) в зернотравяном севообороте при фрезеровании достоверно снижали урожай, в значительной степени из-за повышенной засоренности их посевов.

Таким образом, глубокая вспашка почвы является важным фактором снижения засоренности посевов зерновых культур в полевых севооборотах. Применение мелких обработок, наоборот, может приводить к росту засоренности посевов. Разноглубинная обработка почвы в севообороте, предусматривающая сочетание глубоких, средних и мелких обработок с учетом биологических особенностей культур, позволяет наиболее эффективно осуществлять контроль засоренности посевов в полевых севооборотах. Лучшие результаты в борьбе с засоренностью посевов зерновых культур обеспечиваются совместным действием севооборота, приемов обработки почвы и гербицидов. Фрезерование почвы в качестве приема основной обработки почвы может стать причиной роста засоренности посевов, особенно в неблагоприятные годы.

Литература

1. Дмитриев О.А., Митрофанов Ю.И. Основная обработка осушенных земель под озимые зерновые культуры /Сб. научных трудов ВСХИЗО «Агротехника основных зерновых культур в Нечерноземной зоне РСФСР». М:, 1982.
2. Кирюшин В.И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия // Земледелие.- 2006.- №5. -С.12-14.
3. Макаров И.П., Кошкин П.Ф. Эффективность минимизации обработки дерново-подзолистых почв Кировской области /Тр. ВАСХНИЛ «Вопросы обработки почвы». – М.: Колос. - 1979.
4. Митрофанов Ю.И., Артемьев А.Е., Чарушкина О.В. Возможности минимализации основной обработки почвы под зерновые культуры на осушенных землях / Сб. научных трудов «Ресурсосберегающие системы обработки почвы». М.: Агропромиздат. -1990.
5. Пупонин А.И., Хохлов Н.Ф. Мимимализация основной обработки дерново-подзолистой почвы в зерновом севообороте // Вестник с.-х. науки. -1983. - №2. – С.107-112.

УДК 633.521+631.8

ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

Скворцов С.С., к.с.-х.н., доцент
ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, Россия

Лен-долгунец – важнейшая исконно российская техническая культура комплексного использования. При его возделывании получают одновременно три ценных вида продукции – волокно, семена и костру, каждый из которых – ценное сырье для промышленности. Основная ценность льна заключается в уникальных свойствах волокна, из которого изготовляют широкий ассортимент бытовых и технических тканей: от тонкого батиста и кружев до брезентов и пожарных рукавов.

Из всех видов растительного волокна во льне содержится наибольшее количество целлюлозы. Льняная ткань характеризуется большой прочностью, эластичностью, долговечностью и устойчивостью против гниения. Одежда из льна положительно влияет на физическое и эмоциональное состояние людей, способствует сохранению здоровья и увеличивает сопротивляемость организма различным заболеванием.

Изделия из технических льняных тканей незаменимы в пищевой, оборонной, автомобильной и других отраслях экономики.

Волокно льна-долгунца используется в медицине, в частности, для изготовления тончайших хирургических нитей, отличающихся повышенной совместимостью с тканями живого организма, волокнистых нетканых материалов, среди которых медицинская вата и перевязочные средства не уступают подобным изделиям из хлопка. Особое значение для текстильной промышленности имеет использование короткого волокна и отходов трепания для производства хлопкообразного волокна – котонина для получения смесовых пряж и тканей.

Производство пряжи из котонизированного льноволокна в смеси с хлопком дает возможность сократить потребность в нем на 20-30%. Отходы волокна применяют для изготовления прошивного ватина и как уплотнитель-утеплитель. Костру используют для изготовления мебели, упаковочной тары, бумаги, картона, технического этилового спирта.

Лен может быть использован для изготовления высокоэффективного сорбента для очистки воды и воздуха от вредных примесей.

Льняное масло широко используют в качестве пищевого продукта, а также в химической, авиационной и медицинской промышленности. В семенах льна содержится от 35 до 42% жира и около 23% белка. Отходы, образующиеся при обмолоте и переработке льносемян (жмых, мякина) – ценный корм для сельскохозяйственных животных.

Одним из основных путей увеличения урожайности льна-долгунца попрежнему является применение удобрений. Наукой доказано, что для нормального роста и развития растений недостаточно применения только макроудобрений. Микроэлементы нельзя заменить другими веществами и их недостаток обязательно должен быть восполнен. Лен-долгунец относится к группе культур, чувствительных по отношению к недостатку бора, меди и цинка. Однако целесообразность и технология их применения для условий Северо-Западной зоны РФ являются недостаточно изученными. Научнообоснованное применение микроудобрений базируется не только на потребности культуры, но в большей степени, на их содержании в почве. В большинстве почв наблюдается недостаток сразу нескольких элементов. Смешивание же отдельных солей микроэлементов для применения в производстве связано с рядом трудностей, поскольку отдельные металлы-микроэлементы могут при этом образовывать труднорастворимые соединения. Поэтому, наряду с солями микроэлементов, которые находят уже широкое применение в сельскохозяйственном производстве, идет поиск новых эффективных форм микроэлементов. К таким нетрадиционным формам микроудобрений, относят микроэлементы в хелатной форме.

Целью исследований являлось – изучить влияние применения органоминеральных удобрений на продуктивность льна-долгунца.

Для этого в 2019 году был проведён двухфакторный полевой опыт на опытном поле Тверской ГСХА. Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая остаточно карбонатная глееватая на морене, супесчаная по гранулометрическому составу.

До закладки опыта в почве содержалось гумуса – 2,05%, P2O5 - 272 и K2O – 90 мг/кг, pH – 6,72

Схема опыта представлена в таблице 1., повторность в опыте четырёх кратная. Объект исследований: сорта льна-долгунца «Надежда» и «Тонус».

В опыте проводили фенологические наблюдения, определяли густоту стояния и показатели структуры урожая по современным методикам.

Таблица 1. Схема полевого опыта 2019 г.

№ п/п	Варианты	
1	Контроль	Надежда
2		Тонус
3	Сивид-Цинк (0,2 кг/га)	Надежда
4		Тонус
5	Сивид-Бор (0,2 кг/га)	Надежда
6		Тонус

Агроклиматические условия 2019 года характеризовались теплой погодой в мае и июне до наступления первой декады июля, когда температура оказалась ниже нормы на 2,7°С. Среднесуточная температура воздуха превышала среднюю многолетнюю на 2,8°С в мае и на 1,6 °С в июне. Незначительное количество осадков выпало во второй и третьей декаде мая -13 и 33% от нормы. В первой декаде мая и третьей декаде июня осадков выпало соответственно 144 и 89%. Первая и вторая декады июня характеризовались тёплой погодой с небольшим количеством осадков. Среднесуточная температура воздуха была на 1,9-3,7°С выше нормы, осадков выпало 18 и 44% от нормы. Третья декады июня была отмечена повышенной температурой воздуха и обильными осадками – 89% от нормы. Сложившиеся погодные условия мая и июня не способствовали дружному появлению всходов и быстрому росту льна-долгунца. С первой декады июля наблюдалась холодная с осадками погода. Среднесуточная температура воздуха не превышала среднюю многолетнюю – 0,4-3,9°С. В целом метеорологические условия были крайне неблагоприятные для роста и развития льна-долгунца, что в конечном итоге сказалось на его продуктивности.

В результате исследований было выявлено, что густота стеблестоя оказывает значительное влияние на величину урожай и качество льнопродукции.

Из литературных источников известно, что в изреженных посевах лён вырастает толстостебельным и разветвлённым с большим числом коробочек. Из таких стеблей волокно получают меньше, и оно более грубое. В загущенных посевах в годы с избыточным увлажнением наблюдается полегание. Изучаемые сорта и органоминеральные удобрения значительно влияли на густоту стеблестоя льна. В фазу всходов густота стеблестоя сформировалась примерно на одинаковом уровне и составила по вариантам опыта от 1220 до 1240 шт/м^2. К уборке при применении органоминеральных удобрений оба сорта сформировали стеблестой культуры значительно выше, чем на контроле. Так перед уборкой на контроле было отмечено 962 и 974 шт/м^2 растений, в то время как при обработки посевов препаратом Сивид-Цинк, у сорта Надежда и Тонус насчитывалось 1110 и 1094 шт/м^2 растений, а препаратом Сивид-Бор 1112 и 1100 шт/м^2 растений соответственно.

Среди изучаемых сортов наибольшее количество растений перед уборкой насчитывалось у сорта Надежда по всем вариантам опыта.

Рост растений, накопление ими органического вещества являются конечными результатами взаимодействия с факторами внешней среды, итогом сложных, часто взаимоисключающих друг друга процессов, протекающих в клетках, тканях и органах. Ускоряя рост растений путем создания оптимальных условий корневого питания, мы тем самым открываем возможность более полного использования самих элементов питания.

Изучение динамики роста и накопления сухого вещества в зависимости от конкретных условий выращивания и сортовых особенностей льна представляет значительный научный и практический интерес.

Результаты определения высоты растений в разные периоды их роста показали, что в фазе «елочки» имела место однотипная реакция всех исследуемых вариантов. Различия в характере и степени отзывчивости на сорт и органоминеральные удобрения проявились с фазы интенсивного роста.

Накопление сухой биомассы растениями льна определялось в основном теми же особенностями, что и динамика роста.

В наших исследованиях накопление надземной массы протекало более энергично у растений льна-долгунца обработанных органоминеральным удобрением Сивид-Бор, на обоих изучаемых сортах.

Так, в фазу ёлочка максимальное накопление массы отмечено у сорта Надежда при обработке органоминеральным удобрением Сивид-Бор и составило 30 г., к нему оказался близок сорт Тонус 28 г. В фазу быстрого роста у сорта Надежда при обработке органоминеральным удобрением Сивид-Бор, отмечено максимальное накопление органической массы 88г., минимальное – у сорта Тонус на контроле 66г.

К фазе бутонизации, в вариантах с применением органоминеральных удобрений, накопление массы растений было выше, чем на контроле, и более высоким в 6 варианте.

Наиболее высокие темпы среднесуточного накопления сухой биомассы отмечены в период от начала интенсивного роста до конца цветения с постепенным их уменьшением к периоду созревания. С переходом к цветению и образованию коробочек рост приостанавливался, сухая же масса растений продолжала увеличиваться и в период ранней желтой спелости. При этом наиболее интенсивные среднесуточные приросты сухой биомассы отмечены при обработке посевов льна-долгунца сорта Надежда.

Внедрение в производство новых, высокоурожайных сортов льна требует создание условий, при которых проявились бы все потенциальные возможности, заложенные в наследственных свойствах сорта. Физиологический механизм реализации генетически обусловленных свойств очень сложный и может изменяться в зависимости от складывающихся условий.

Влияние сорта и органоминеральных удобрений на урожайность льна-долгунца представлено в таблице 2.

Таблица 2. Влияние сорта и органоминеральных удобрений на урожайность соломы и семян льна, ц/га

Вариант		Солома	Семена
Контроль	Надежда	33,9	4,5
	Тонус	32,1	4,2
Сивид-Цинк (0,2 кг/га)	Надежда	36,7	6,3
	Тонус	35,6	5,7
Сивид- Бор (0,2 кг/га)	Надежда	38,5	6,6
	Тонус	36,6	5,9

Все испытанные в опыте органоминеральные удобрения и сорта льна обеспечили получение большего количества семян и соломы льна, чем контроль.

Самая низкая урожайность льносоломы (32,1 ц/га) и семян (4,2 ц/га) получены у сорта Тонус в контроле. Наибольшую прибавку по урожайности семян и соломы обеспечил сорт Надежда при обработке посевов препаратом Сивид-Бор 6,6 и 38,5 ц/га соответственно, что на 2,1 и 4,6 ц/га выше этого сорта на контроле.

Таким образом, применение органоминерального удобрения Сивид-Цинк у сорта Надежда обеспечивает максимальную прибавку урожая, увеличивает на 2,1 ц/га урожай семян и соломы льна-долгунца на 4,6 ц/га соответственно. Урожайность в контрольном варианте у сорта Мерилин составила: льносоломы – 33,9ц/га и льносемян – 4,5 ц/га.

Применение органоминеральных удобрений увеличивает волокнистость льна-долгунца на обоих изучаемых сортах.

Литература

1. Скворцов С.С., Васильев А.С., Яковлева С.В., Лесных П.А., Чумакова Е.Н. Применение комплексонатов в технологии возделывания льна-долгунца в условиях Верхневолжья // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 12-2. – С. 315-320.
2. Кудрявцев, Н.А. Новые препараты в системе защиты льна-долгунца. / Н.А. Кудрявцев, А.К. Злотников // Агро-ХХ1, 2005. - № 1-6. - С. 25-26.
3. Мамутова, А.А. Химия и действие регуляторов роста и развития растений /А.А. Мамутова. -Алматы – 2013, 148 с.
4. Немченко, В.В. Ресурсосберегающие технологии должны быть дополнены химическими // В.В. Немченко, Л.Д. Рыбина, А.А. Замятина / Защита и карантин растений, 2008. – №4. – С. 20-21.
5. Петров, В.Б., Чеботарь В.К., Казаков А.Е. Микробиологические препараты в биологизации земледелия России // В.Б. Петров, В.К. Чеботарь, А.Е. Казаков // Достижения науки и техники АПК, 2002, №10. – 11 с.

УДК 633.521+631.8

ВЛИЯНИЕ ХЕЛАТНЫХ ФОРМ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

Скворцов С.С., к.с.-х.н., доцент; **Тюлин В.А.,** д.с.-х.н., профессор;
Хархардинов Н.А., аспирант
ФГБОУ ВО «*Тверская государственная сельскохозяйственная академия*»,
г.Тверь, Россия

Лен-долгунец — основная прядильная культура в странах с умеренным климатом. При его возделывании получают одновременно три ценных вида продукции – волокно, семена и костру[1,3].

Льняное волокно является незаменимым сырьем для текстильной промышленности. Оно обладает высокими технологическими свойствами – прочностью, гибкостью, тониной. Из льняного волокна изготовляют одежду, постельное и столовое белье, покрывала, обойные ткани, портьеры, мешковину, брезент, холст, полотно, батист и кружева.

Льняные ткани бытового назначения отличаются очень ценными свойствами: они гигроскопичны и быстро отдают влагу, хорошо стираются и гладятся, долговечны, прочны и красивы, светоустойчивы.

В настоящее время в связи с ростом производства химических волокон лен широко используется в смесях с ними. Добавка синтетических волокон резко повышает стойкость льняных тканей к изгибам, делает их несминаемыми.

Древесина стебля льна (костра) после выделения из него волокна используется для производства костроплит, применяемых в строительстве и мебельном производстве. Из костры можно получать также первосортную бумагу.

В семенах льна содержится 37-40% и больше высококачественного масла и около 25% белковых веществ. Льняное масло относится к быстро высыхающим на воздухе маслам, так как в нем большое количество непредельных жирных кислот, способных легко поглощать кислород воздуха (линоленовая и др.). Льняное масло широко используют для пищевых целей, а также для производства олифы, лаков, красок, линолеума. Оно применяется в пищевой, парфюмерной отраслях промышленности и медицине. Целебные свойства льняного масла обусловлены наличием бактерицидной слизи, а также высокой биологической активностью непредельных кислот [3, 4, 5].

Отходы маслобойного и маслоэкстракционного производства – льняной жмых и шрот – ценные концентрированные корма для животных. В 1 кг льняного жмыха содержится 1,15 кормовой единицы и 285 г переваримого протеина.

В технологии возделывания льна-долгунца особую роль играют микроудобрения. Недостаточное количество элементов питания, получаемое растениями льна масличного из почвы, можно восполнить внесением соот-

ветствующих удобрений. В дерново-подзолистой почве содержание микроэлементов в усвояемой растениями форме существенным образом изменяется при известковании кислых почв [5].

Установлено, что при внесении извести соединения большинства микроэлементов (бор, марганец, цинк, медь, кобальт, уран) переходят в слабо усвояемые растениями формы. По этой причине ухудшается питательный режим указанными микроэлементами, что может снижать эффективность известкования. В этих условиях применение микроудобрений обеспечивает более высокие прибавки урожайности культур, чем на не известкованной почве [2, 4].

Почвы Тверской области, содержащие достаточное количество соединений железа и марганца, характеризуются дефицитом практически всех остальных микроэлементов. Наиболее доступной для растений формой микроэлементов служат их комплексы с различными хелатирующимилигандами. Эффективными экологически безопасными лигандами являются комплексоны, производные янтарной кислоты (КПЯК), к числу которых относится этилендиаминдиянтарная кислота (ЭДДЯК). Авторами разработаны биопрепараты на основе экологически безопасных комплексонов, которые зарекомендовали себя как эффективные стимулирующие препараты для сельского хозяйства. Биологическая активность комплексонатов микроэлементов-неметаллов (B, Se и др.) на основе КПЯК практически не исследованны, но представляются интересными не только с теоретических, но и с практических позиций [1,3].

Для улучшения питания растений льна микроэлементами в период наибольшей потребности используют некорневые подкормки. Данные элементы технологии возделывания льна -долгунца недостаточно изучены в условиях Верхневолжья.

В связи с этим нами была поставлена цель – изучить влияние хелатных форм микроэлементов на урожайность льна-долгунца.

В задачи исследований входило:

– изучить особенности роста и развития льна-долгунца в зависимости от видов хелатных соединений микроэлементов;

– определить структуру урожая и урожайность в зависимости от изучаемых факторов.

Согласно методике проведения диссертационного исследования 8 мая 2019 года на опытном поле Тверской ГСХА на окультуренной дерново-среднеподзолистой остаточно карбонатной глееватой почве на морене был заложен двухфакторный полевой опыт. Агрохимические показатели почвы включали: Nл.г. – 70 мг/кг почвы, подвижный фосфор269 мг/кг почвы, обменный калий 80-90 мг/кг почвы, pH – 6,0, гумус – 1,8%.

Схема опыта включала 2 фактора: фактор А – подкормка комплексным удобрением Азофоска ($N_{96}P_{96}K_{96}$), фактор В – обработка посевов препаратами микроэлементов (селена, цинка, бора).

Площадь делянки третьего порядка 112,5 м^2. Повторность опыта четырехкратная, размещение – рендомизированными блоками.

Объектами исследования являлись лен-долгунец сорта «Тверской» (селекции ВНИИЛ) с нормой высева 20 млн. шт. всхожих семян на 1 га, растворы борной кислоты H_3BO_3 и этилендиаминдиянтарной кислоты (В-ЭДДЯК, Zn-ЭДДЯК). Для внекорневой обработки льна-долгунца использован 0,001М раствор из расчета 100 мл/м^2. Обработку проводили в фазу «елочки».

Новизна наших исследований заключается в использовании в качестве микроудобрений хелатных форм элементов в сравнении с традиционными применяемыми формами удобрений.

Агрометеорологические условия вегетационного периода 2019 года были неблагоприятными для возделывания льна-долгунца с дефицитом осадков в мае, июне и избытком влаги в июле.

Динамика роста в высоту растений льна-долгунца представлена в табл. 1.

Таблица 1. Высота растений льна-долгунца в зависимости от применяемых комплексонатов, 2019г.

Варианты опыта		Высота растений, см			
		ёлочки	бутонизация	цветение	созревание
Без обработки	Без подкормки	5,8	54,2	71,3	76,8
	Азофоска	6,0	56,3	75,4	79,3
В-ЭДДЯК	Без подкормки	5,6	58,2	78	82,4
	Азофоска	6,1	63,2	78,8	87,4
НЗВОЗ	Без подкормки	5,7	58,2	76,8	81,4
	Азофоска	6,06	58,6	76,3	80,6
Zn-ЭДДЯК	Без подкормки	5,7	59,2	77,3	82,1
	Азофоска	5,7	60,1	76,2	83.4
Сивид-Zn	Без подкормки	5,4	59,3	73,2	82,3
	Азофоска	6,06	63,1	74,7	84,0
Сивид-Комплекс	Без подкормки	6,1	59,1	74,1	82,3
	Азофоска	5,8	59,6	77,5	83,7

Анализируя данные по динамике роста растений льна-долгунца в высоту в зависимости от применяемых комплексонатов, можно сделать вывод, что фазу ёлочки растения льна-долгунца во всех вариантах опыта сформировали примерно одинаковую высоту от 5,4 до 6,1 см. Различия в характере и степени отзывчивости на условия питания проявились с фазы быстрого роста и бутонизации. Так при применении комплексоната В-ЭДДЯК, растения льна-долгунца сформировали максимальную высоту 63,2 см на удобренном фоне. Минимальная высота растений была отмечена в контрольном варианте.

Морфологические показатели и урожайные данные растений льна-долгунца представлены в табл. 2.

Таблица 2. Влияние комплексонатов на структуру урожая льна-долгунца, 2019г.

Вариант		Диаметр стеблей, мм	Количество коробочек, шт. на 1 растение	Число семян в коробочке, шт.	Урожайность, ц/га	
					семян	соломы
Без обработки	Без подкормки	1,65	6,0	6,1	4,5	34,2
	Азофоска	1,68	9,0	6,3	5,6	37,6
В-ЭДДЯК	Без подкормки	1,65	5,3	6,09	7,0	42,2
	Азофоска	1,97	10,1	6,4	7,8	46,2
НЗВОЗ	Без подкормки	1,61	3,8	4,5	6,6	41,2
	Азофоска	1,86	7,1	5,6	6,8	45,2
Zn-ЭДДЯК	Без подкормки	1,78	5,7	5,9	6,2	40,2
	Азофоска	1,85	7,3	6,3	6,6	42,4
Сивид-Zn	Без подкормки	1,91	9,4	6,1	6,2	40,1
	Азофоска	1,83	6,0	5,6	6,9	42,8
Сивид-Комплекс	Без подкормки	1,82	5,8	5,8	6,0	42,4
	Азофоска	1,91	8,5	5,3	6,7	44,1
$НСР_{0,5}$					0,98	4,12

Все испытанные в опыте микроэлементы в хелатной форме обеспечили получение большего количества семян и соломы льна, чем контроль.

Самая низкая урожайность льносоломы (34,2 ц/га) и семян (4,5 ц/га) получены в контрольном варианте. Наибольшую прибавку по урожайности семян и соломы обеспечила обработка посевов препаратом В-ЭДДЯК на удобренном фоне 7,8 и 46,2 ц/га соответственно, что на 2,2 и 8,6 ц/га выше, чем на контроле.

Таким образом, применение микроэлементов в хелатной форме в посевах льна-долгунца способствует:

- увеличению общей длины растений льна-долгунца на 8,1см;
- активному формированию элементов структуры урожая: диаметра стеблей – 1,97мм, количества коробочек на 1растении – 10,1шт.
- прибавке урожайности на 8,6 ц/га соломы и на 2,2 ц/га семян.

Литература

1. Скворцов С.С., Васильев А.С., Яковлева С.В., Лесных П.А., Чумакова Е.Н. Применение комплексонатов в технологии возделывания льна-долгунца в условиях Верхневолжья // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 12-2. – С. 315-320.
2. Скворцов С.С. Влияние сорта и органоминеральных удобрений на продуктивность льна-долгунца / С.С. Скворцов /Повышение управленческого, экономического, социального, инновационно-технологического и технического потенциала предприятий и отраслей АПК: сб. мат. Межд. науч.-практ. конф. 29-31 мая 2017 г. – Тверь: Изд-во Тверская ГСХА, 2017. – С. 30-34.
3. Скворцов С.С. Влияние новых видов органоминеральных удобрений на продуктивность льна-долгунца / С.С. Скворцов / Адаптивно-ландшафтные системы земледелия – основа эффективного использования мелиорированных земель: сб. мат. Межд. науч.-практ. конф. 27 сентября 2017 г. – Тверь: ТвГУ, 2017. – С. 38-40.

4. Скворцов С.С. Продуктивность льна-долгунца в зависимости от вида органоминерального удобрения / С.С. Скворцов / «Конкурентоспособность и инновационная активность АПК регионов». Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 6-8 февраля 2018г. – Тверь: Тверская ГСХА, 2018. – С.71-74.
5. Скворцов С.С. Влияние препарата Сивид-Комплекс на урожайность льна-долгунца /С.С. Скворцов/ Молодёжь в научном обеспечении социально-экономического развития АПК: Сборник студенческих научных работ: 2014. -Тверь: ТГСХА, 2014.-58-60с.

УДК 635.21+631.811

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РАЗНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ МЕЛИОРИРОВАННОЙ ПОЧВЕ

Шилова О.В., к.с.-х.н., доцент**; Смирнова Т.И.,** к.х.н., доцент
ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, Россия

С каждым годом агропромышленный комплекс все чаще прибегает к современным технологиям для увеличения продуктивности почвы и урожайности культур, не задумываясь при этом, какое влияние оказывают они на качество того или иного продукта, здоровье человека и окружающую среду в целом. Избыток удобрений приводит к нарушению экологического равновесия в биоценозах почв. Химические и минеральные удобрения могут ухудшать качество пищевых продуктов, а также негативно отразиться на здоровье человека и стабильности агроценозов. Во избежание указанных недостатков следует переходить на научно-обоснованное применение разных видов удобрений или разрабатывать новые виды экологически безопасных субстратов. К таким удобрениям можно отнести органические соединения в виде комплексонов и комплексонатов металлов или неметаллов[1, 2, 3].

Комплексонаты микроэлементов обладают рядом преимуществ, в сравнении с неорганическими солями, поскольку являются нетоксичными, устойчивыми в широком диапазоне pH почв и питательных растворов, совместимы с минеральными удобрениями, полностью растворяются в воде, легко усваиваются растениями; почти не связываются почвой в малорастворимые соединения, не разрушаются микроорганизмами [1].

В случае использования комплексонатов необходимо учитывать возможность применения тех форм, которые содержат жизненно важные минеральные элементы для живых организмов. С учетом дефицита бора в дерново-подзолистых почвах Тверской области и многих регионов Российской Федерации, важно задействовать вероятные способы увеличения его содержания, поскольку при его недостатке снижается урожайность полевых культур и ухудшается качество растениеводческой продукции. Следовательно,

существует необходимость увеличения указанного элемента и его соединений как в почве, так и в получаемой сельскохозяйственной продукции.

Одним из таких способов является применение органических соединений, включающих бор. Среди предлагаемых комплексонов для органического земледелия экологически безопасными, быстро разлагающимися в естественных условиях соединениями являются: этилендиаминдиянтарная кислота (ЭДДЯК), иминодиянтарная кислота (ИДЯК) и др. [4,5]. Если учесть, что соединения различных элементов проявляют широкий спектр биологического действия (в том числе, токсическое или экологически опасное), то хелатирование металлов или неметаллов комплексонами (в том числе ЭДДЯК) преобразует их в нетоксичные, связанные формы, подходящие для изоляции и проникновения через мембраны, транспорта и выведения из организма. В связи с этим, применение боратных комплексов (особенно на основе янтарной кислоты) необходимо как для повышения содержания микроэлемента бора в растениеводческой продукции, так и для улучшения растительных показателей в целом.

Однако для того чтобы сделать окончательный вывод о целесообразности применения указанных соединений и их производных в условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации необходимо всестороннее изучение их влияния в качестве некорневой подкормки на неудобренном или удобренном фонах питания.

Поэтому *целью исследований* стало изучение действия биологически активных соединений на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы и урожайность картофеля.

Исследования проводились в полевых условиях на экспериментальном участке кафедры агрохимии и земледелия Тверской ГСХА. Общая площадь участка – 400 м^2, площадь одной делянки – 14 м^2. Повторность опыта трехкратная, расположение делянок – рендомизированное.

Схема опыта включала: контроль (без удобрений и опрыскивание растений H_2O_{dest}), варианты с обработкой растений растворами: H_3BO_3 (борной кислоты), ЭДДЯК (этилендиаминдиянтарной кислоты), В-ЭДДЯК (комплексонатом бора) как на неудобренном фоне, так и на минеральном фоне питания. В качестве минерального удобрения применялась азофоска.

Боратный комплекс (В-ЭДДЯК – $Na_2[C_{10}H_{14}O_8N_2B]\cdot H_2O$ – моногидрат динатриевой соли борат-этилендиаминдисукцинатного комплекса с М=363) ВПЕРВЫЕ был синтезирован на кафедре агрохимии и земледелия Тверской ГСХА к.х.н., доцентом Смирновой Т.И. и предоставлен для проведения эксперимента в форме сухого мелкокристаллического порошка белого цвета, хорошо растворимого в воде при комнатной температуре. Для сравнения в опыте применялись растворы на основе борной кислоты (H_3BO_3) и синтетической аминокислоты (ЭДДЯК).

В конце мая была проведена посадка клубней картофеля сортов «Гала» и «РедСкарлет» на опытном поле в соответствии со схемой опыта.

Растения картофеля двукратно опрыскивали исследуемыми растворами с концентрацией 0,002 моль/л = 2,0 ммоль/л в объеме 100 мл/м^2(с интервалом в 3 недели). На опыте применялся инсектицид «Актара» (1,2 г препарата на 10 л воды, расход рабочей жидкости 5 л на 100 м^2).

Перед закладкой опыта были отобраны образцы для определения агрохимических показателей почвы экспериментального участка. Результаты лабораторного анализа почвы: pH_{kcl} =5,7, содержание $C_{орг.вещ-ва}$: 1,7-1,8%, P_2O_5 – 205-214 мг/кг почвы, K_2O – 98-110 мг/кг почвы.

Использование боросодержащих растворов на разных фонах питания оказало неодинаковое влияние на количество подвижных форм элементов питания в пахотном слое дерново-подзолистой мелиорированной почвы.

Наибольшим содержанием нитратов в июне отличались варианты с минеральными удобрениями, особенно в сочетании с В-ЭДДЯК (в среднем 32,1 мг/кг почвы). Варианты без использования нитроаммофоски заметно уступали удобренным вариантам, однако применение комплексоната бора по сравнению с борной кислотой привело к некоторому увеличению нитратного азота в почве (в среднем на 0,9 –1,4 мг/кг почвы).

С июня по июль количество нитратов возросло в почве всех удобренных делянок, а на неудобренных фонах его содержание заметно снизилось (особенно на контроле – в среднем до 22,8мг/кг почвы). Максимальным содержанием нитратного азота в этот период отличались варианты с борной кислотой и хелатированным бором на минеральном фоне (в среднем 33,7 мг/кг и 34,3 мг/кг почвы соответственно).

Во второй половине вегетационного периода (с июля по август) уменьшилось количество нитратов на всех вариантах опыта, особенно на контроле (с 22,8 мг/кг до 21,4 мг/кг почвы). Однако в августе содержание нитратного азота в неудобренной почве, но с применением растворов боросодержащих соединений оказалось выше по сравнению с контролем (в среднем на 1,5-1,9 мг/кг почвы).

В конце вегетации максимальное количество нитратов выявлено на вариантах с применением боратного комплекса и борной кислотой на минеральном фоне (в среднем 31,7 и 31,3 мг/кг почвы соответственно).

Применение нитроаммофоски с обработкой растений картофеля соединениями бора привело к увеличению количества фосфатов в почве в течение всех периодов проведения опыта. В начале вегетации культуры наименьшее количество P_2O_5 было в почве контрольного варианта (204,9 мг/кг почвы). Значения на остальных вариантах были различными и колебались от 206,2мг/кг почвы до 209,7 мг/кг почвы. Максимальным содержанием подвижного фосфора в этот период отличалась удобренная почва в сочетании с В-ЭДДЯК (в среднем 210,9 мг/кг почвы).

Отметим, что обработка боросодержащими растворами позволила увеличить фосфаты в почве по сравнению с контролем на неудобренном фоне – на 1,4-2,0 мг/кг, а на удобренном фоне – на 4,9-6,0 мг/кг.

В период с июня по август прослеживалась четкая тенденция снижения количества P_2O_5 на всех вариантах опыта (в среднем на 11,80-12,9 мг/кг почвы), особенно на контроле (на 14,6 мг/кг почвы). Максимальное количество P_2O_5 в июле получено на фоне минеральных удобрений (с опрыскиванием растений комплексонатом бора) –208,1 мг/кг почвы. Остальные варианты уступали по содержанию фосфатов указанному варианту (в среднем на 3,7-4,0% на неудобренном фоне и на 0,8-1,45% на минеральном фоне питания растений). Отметим, что в июле соотношение между вариантами существенно не изменилось по сравнению с июньскими значениями, лишь разница по количеству фосфатов сократилась до 0,8-1,7 мг/кг почвы.

В августе содержание P_2O_5 продолжало снижаться в почве всех экспериментальных делянок. Однако максимальным количеством подвижного фосфора в этот период отличался вариант с опрыскиванием растений боратным комплексом на фоне минеральных удобрений (в среднем 197,9 мг/кг почвы).

Сезонная динамика обменного калия на опытном участке заключалась в постепенном увеличении его количества с июня по август. В начале вегетации больше всего K_2O находилось на варианте с обработкой растений В-ЭДДЯК на минеральном фоне (116,7 мг/кг почвы). Почва удобренного варианта, но без применения биологически активных соединений, уступала указанному варианту по содержанию K_2O (в среднем на 3,8%). На неудобренных делянках количество обменного калия в почве незначительно превосходило значения контрольного варианта (в среднем на 2,3-2,8%).

В середине вегетации (июль 2019г.) максимальным количеством подвижного калия отличалась удобренная почва, но на вариантах с опрыскиванием растений H_3BO_3 и В-ЭДДЯК содержание калия оказалось выше по сравнению с вариантами без их применения (в среднем на 0,9 мг/кг и 3,2 мг/кг почвы соответственно). В этот период максимальное содержание обменного калия выявлено в удобренной почве в сочетании с обработкой растений раствором хелатированного бора (125,4 мг/кг почвы), а минимальное – в почве контрольного варианта (118,7мг/кг почвы).

В августе соотношение в значениях подвижного калия между вариантами осталось прежним, однако произошло некоторое увеличение его количества в почве всех опытных делянок, особенно на минеральном фоне. В результате количество K_2O на варианте с нитроаммофоской и В-ЭДДЯК оказалось заметно больше, чем на варианте без применения минерального удобрения (в среднем на10,7 мг/кг почвы). На неудобренных делянках значения обменного калия превышали его содержание на контроле (в среднем на 6,4 –7,1 мг/кг почвы).

Следует отметить, что внесение в почву нитроаммофоски и применение комплексонатов, способствовало увеличению подвижных форм элементов питания по отношению к варианту с минеральным удобрением (без обработки комплексонатами растений).

Таким образом, на протяжении вегетационного периода 2019 г. наибольшим содержанием подвижных форм азота, фосфора и калия отличались делянки с минеральными удобрениями и хелатированным бором, а наименьшим – контрольный вариант.

Несмотря на внесение равных доз минеральных удобрений и опрыскивание растений растворами биологически активных соединений, урожайность картофеля сорта Гала и РедСкарлет оказалась различной. На наш взгляд, разница между значениями урожайности клубней обусловлена физиологическими особенностями выбранных сортов (таблица 1).

Таблица 1. Влияние биологически активных соединений на урожайность картофеля сортов Гала и РедСкарлет, ц/га, 2019 г.

Вариант	Гала		РедСкарлет	
	Средняя урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Средняя урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га
1. Контроль (без удобрений и опрыскивания растений H_2O_{dest})	228	-	220	-
2.Опрыскивание растений раствором H_3BO_3	242	14	229	9
3.Опрыскивание растений раствором ЭДДЯК	237	9	225	5
4.Опрыскивание растений раствором В-ЭДДЯК	246	18	232	12
5.$N_{45}P_{45}K_{45}$ и опрыскивание растений H_2O_{dest}	266	38	255	35
6.$N_{45}P_{45}K_{45}$ и опрыскивание растений раствором H_3BO_3	275	47	265	45
7.$N_{45}P_{45}K_{45}$ и опрыскивание растений раствором ЭДДЯК	271	43	260	40
8. $N_{45}P_{45}K_{45}$ и опрыскивание растений раствором В-ЭДДЯК	285	57	270	50
НСР $_{05}$ ц/га	-	4,0147	-	3,9834

Контрольный вариант уступал по урожайности всем вариантам опыта (220 ц/га – у сорта «РедСкарлет» и 228 ц/га – у сорта «Гала»). Отметим, что продуктивность обоих сортов на неудобренном фоне с опрыскиванием растений раствором борной кислоты привело к увеличению урожайности картофеля на 9 ц/га и на 14 ц/га соответственно, а при обработке раствором хелатированного бора – на 12 ц/га и 18 ц/га соответственно.

Наименьшая урожайность среди удобренных вариантов была на минеральном фоне (без опрыскивания боросодержащими растворами) – 255ц/га (у сорта «РедСкарлет») и 266 ц/га (у сорта «Гала»).

Наибольшая урожайность клубней картофеля по сравнению с контролем получена на варианте с применением боратного комплекса (В-ЭДДЯК) на минеральном фоне (270 ц/га – у сорта «РедСкарлет» и 285 ц/га – у сорта «Гала»).

Следует отметить, что опрыскивание растений борной кислотой на удобренном фоне увеличивает урожайность картофеля по сравнению с контролем на 45 ц/га (у сорта «РедСкарлет») и на 47 ц/га (у сорта «Гала»). Обработка комплексонатом бора на минеральном фоне способствует возрастанию урожайности картофеля на 50 ц/га (у сорта «РедСкарлет») и на 57 ц/га (у сорта «Гала»). Следовательно, разница между этими вариантами в зависимости от сорта картофеля составила 2 ц/га и 7 ц/га соответственно.

Таким образом, совместное применение минеральных удобрений и боросодержащего хелата (В-ЭДДЯК) позволяет увеличивать выход клубней картофеля обоих сортов в среднем на 22,7 –25,0%.

Использование растворов биологически активных соединений как на неудобренных, так и на удобренных фонах способствовало увеличению количества крахмала в клубнях картофеля обоих сортов.

Полученные результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2. Содержание крахмала в клубнях картофеля, 2019 г.

Вариант	Крахмал					
	Гала			РедСкарлет		
	%	± к контролю, %	% от контроля	%	± к контролю, %	% от контроля
1. Контроль (без удобрений и опрыскивания растений H_2O_{dest})	9,5	-	-	9,0	-	-
2.Опрыскивание растений раствором H_3BO_3	12,5	3,0	31,6	11,8	2,8	31,1
3.Опрыскивание растений раствором ЭДДЯК	11,9	2,4	25,3	11,0	2,0	22,2
4.Опрыскивание растений раствором В-ЭДДЯК	12,9	3,4	35,8	12,1	3,1	34,4
5.$N_{45}P_{45}K_{45}$ и опрыскивание растений H_2O_{dest}	11,6	2,1	22,1	10,9	1,9	21,1
6.$N_{45}P_{45}K_{45}$ и опрыскивание растений раствором H_3BO_3	15,2	5,7	60,0	13,9	4,9	54,4
7.$N_{45}P_{45}K_{45}$ и опрыскивание растений раствором ЭДДЯК	13,7	4,1	43,2	12,6	3,6	40,0
8. $N_{45}P_{45}K_{45}$ и опрыскивание растений раствором В-ЭДДЯК	15,9	6,4	67,4	14,5	5,5	61,1

Отметим, что клубни сорта «Гала» отличались заметно большей крахмалистостью по сравнению с сортом «РедСкарлет», т.к. содержание крахмала оказалось свыше 11%.

Опрыскивание растений борной кислотой на неудобренном фоне позволило увеличить содержание крахмала в клубнях картофеля сорта «Гала»

на 3,0%, а обработка растений В-ЭДДЯК – на 3,4% по сравнению с контролем.Внесение минеральных удобрений способствовало возрастанию количества крахмала лишь на 2,1% по отношению к контролю, а при дополнительной обработке растенийH_3BO_3 и В-ЭДДЯК – на 5,7% и 8,4% соответственно.

Зависимость количества крахмала в клубнях картофеля сорта «РедСкарлет» от фона питания и особенностей применяемых растворов биологически активных соединений была идентичной. Однако содержание крахмала в клубнях всех вариантов оказалось заметно меньшим по сравнению с клубнями сорта «Гала» (в среднем на 0,5 –1,4%). Указанная разница в значениях крахмала связана с физиологическими особенностями исследуемых сортов картофеля.

В целом на протяжении вегетационного периода 2019 г. максимальным количеством подвижных форм азота, фосфора и калия отличались варианты с минеральными удобрениями и опрыскиванием растений растворами комплексоната бора. Однако удобренные делянки с обработкой растений растворами борной кислоты незначительно уступали по содержанию нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия указанным вариантам (в среднем за вегетационный период).

Таким образом, в результате проведенного полевого опыта установлено эффективное воздействие комплексоната бора, особенно на удобренных фонах как на агрохимические показатели дерново-подзолистой мелиорированной почвы, так и на урожайность и биохимический состав клубней картофеля двух сортов: Гала и РедСкарлет.

Литература

1. Веревкин, Е.Л. Биологическая эффективность микроудобрений в хелатной форме / Е.Л. Веревкин // Плодородие, 2006. № 1(28). – С. 21 – 22
2. Гейгер, Е.Ю. Микроудобрения на хелатной основе: опыт и перспективы использования / Е.Ю. Гейгер, Л.Д. Варламова, В.В. Семенов// Агрохимический вестник, 2017. Т. 2. №. 2. – С. 29 – 32
3. Петриченко, В.Н. Эффективность использования комплексонатов в овощеводстве / В.Н. Петриченко, О.С. Туркина // Аграрная Россия, 2014. №7. – С. 12 – 15
4. Смирнова Т.И., Ромась П.В., Барановский И.Н., Соколов М.А. //Физико-химия полимеров. Тверь, 2012. Вып. 18. – С.209
5. Смирнова Т.И., Никольский В.М., Кудряшова Л.В. и др. // Энергосбережение и водоподготовка .2009 . №1(57). – С.61

УДК 631.87

ЗНАЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ НАНОПРЕПАРАТОВ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Зинковская Т.С., к.с.-х.н., вед. н.с., **Сорокина В.Н.,** м.н.с., **Шахпаронян Л.А.,** м.н.с., **Подолян Е.А.,** м.н.с.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Сельское хозяйство производит свыше 12% валового общественного продукта и более 15% национального дохода России, сосредоточивает 15,7% производственных основных фондов. Достижения науки и техники позволяют резко повысить эффективность сельскохозяйственного производства, расширить ареалы производства и пр. Поэтому основное направление дальнейшего развития сельского хозяйства – его всемерная интенсификация.

Анализ состояния отечественной инфраструктуры наноиндустрии показывает, что, несмотря на высокое качество проводимых исследований и созданные научно-технологические заделы, инфраструктура наноиндустрии в России все еще значительно отстает от мировых нанотехнологических лидеров. Были созданы различные элементы инфраструктуры, функционирование которых, в большей степени, направлено на генерацию новых знаний, а не на коммерциализацию результатов научной деятельности.

При этом следует отметить, что создание лишь отдельных элементов инфраструктуры наноиндустрии, а не инфраструктурного комплекса, направленного на поддержку всех этапов коммерциализации технологий, не позволяет полностью решить проблемы поддержки процесса коммерциализации технологий [1].

В период поиска оптимальной модели хозяйственного развития агропромышленного комплекса России, когда разрабатываются основы национальной инновационной системы, способной генерировать и коммерциализировать научные идеи, как никогда остро встает проблема разработки и внедрения новых высокоэффективных, экономически и экологически целесообразных технологий. От масштабов и результатов инновационной деятельности, развития высоких технологий зависит будущее России.

Особенно важно это для земледелия и в связи с тем, что уровень техногенного воздействия на биосферу и ее важнейшую составляющую часть – почву будет постоянно возрастать. Увеличение антропогенной нагрузки снижает устойчивость природных экосистем в целом и требует все больших затрат энергии на поддержание агроэкосистем.

Научная новизна агронанотехнологий заключается в том, что рассматриваемые процессы и совершаемые действия происходят в нанометровом

диапазоне пространственных размеров. «Сырьем» являются отдельные атомы, молекулы, молекулярные системы, а не привычные в традиционной технологии микронные или макроскопические объемы материала, содержащие, по крайней мере, миллиарды атомов и молекул. В отличие от традиционных технологий, для агронанотехнологий характерен «индивидуальный» подход, при котором внешнее управление достигает отдельных атомов и молекул, что позволяет создавать из них как «бездефектные» материалы с принципиально новыми физико-химическими и биологическими свойствами, так и новые классы биосистем с характерными наномерными размерами.

На сегодняшний день наноматериалы и нанотехнологии находят применение практически во всех областях сельского хозяйства: растениеводстве, животноводстве, птицеводстве, рыбоводстве, ветеринарии, перерабатывающей промышленности, производстве сельхозтехники и т. д.

Нанотехнологии основаны на манипуляции отдельными атомами и молекулами. Этот процесс и получил название «нанотехнологии». Фактически развитие нанотехнологии может послужить началом новой революции не только в промышленности, но и в биологии, экологии, освоении космоса, кибернетике, медицине и сельском хозяйстве. Развитие нанотехнологии и наноматериалов в настоящее время является одним из самых многообещающих направлений в науке, в том числе и в сельском хозяйстве [1, 7].

Нанотехнологии смогут увеличивать содержание полезных веществ в корме, например, микроэлементов, витаминов, и в то же время уменьшать содержание вредных, например, микотоксинов, эндотоксинов, ксенобиотиков. В животноводстве и птицеводстве при приготовлении кормов нанотехнологии обеспечивают улучшение жизнеспособности животных и птицы, повышение их продуктивности и экономической эффективности производства, улучшение качества получаемой продукции, получение экологически безопасных продуктов питания для человека.

На основании ряда проведенных экспериментов предлагается [2, 3, 4] использовать наночастицы металлов в качестве микроэлементов. Они электронейтральны, что позволяет им равномерно распределяться в пленкообразователе и тонким слоем обволакивать семена, обеспечивая их надежную защиту от патогенов. Постепенно окисляясь в почве, они создают неблагоприятные условия для патогенных микроорганизмов и используются растениями как микроэлементы в процессе роста. Был установлен ряд токсичности НЧ металлов по показателю ЛД 50: Cu>Zn>Fe>Cr>Al=Ag и показана меньшая токсичность нанопорошков по сравнению с солями металлов. Так, по показателю ЛД 50 сульфат меди в 7,5 раз токсичнее НЧ меди, сульфат цинка в 28 раз токсичнее НЧ цинка, сульфат железа в 36 раз токсичнее НЧ железа. Это позволяет эффективно использовать их в составе премиксов и комбикормов как источников микроэлементов.

В растениеводстве применение нанопрепаратов, в качестве микроудобрений, обеспечивает повышение устойчивости к неблагоприятным погодным условиям и увеличение урожайности (в среднем в 1,5–2 раза) почти всех продовольственных (картофель, зерновые, овощные, плодово-ягодные) и технических (хлопок, лен) культур. Эффект здесь достигается благодаря более активному проникновению микроэлементов в растение за счет наноразмера частиц и их нейтрального (в электрохимическом смысле) статуса.[2, 5] В последнее время продолжаются работы и уже используются наносистемы для доставки удобрений на основе нанотрубок [6].

Для развития нанотехнологий в России были созданы концерн «Наноиндустрия» и 16 региональных центров нанотехнологий в Нижнем Новгороде, Саратове, Иванове, Астрахани, Калужской области, Петрозаводске, Краснодарском крае и других субъектах Российской Федерации. В АПК наибольшее число исследований проведено по применению наноэлектротехнологий. Такие исследования ведутся в МГАУ им. В.П.Горячкина, ВИЭСХ, Мичуринской ГСХА, АЧГАУ, ГОСНИТИ и других научных организациях и вузах.

Термин «нанотехнология» придумал и ввел в обиход профессор Токийского научного университета Норио Танигучи в 1974 г. По мнению Танигучи, нанотехнология включает обработку, разделение, объединение и деформацию отдельных атомов и молекул вещества, при этом размер наномеханизма не должен превышать одного микрона, или тысячи нанометров [6, 7].

Приставка «нано» обозначает по системе единиц СИ величину в минус девятой степени, то есть 1 нанометр меньше метра в миллиард раз. Чтобы визуально представить масштаб нанотехнологических объектов, сравнивают теннисный мяч и нашу планету – вот такая разница между обычным и нанотехнологическим устройством [7].

Еще в 1959 г. американский физик Ричард Фейнман, лауреат Нобелевской премии, высказал предположение, что в скором времени многие материалы и устройства будут изготавливать на атомарном или молекулярном уровне, и это поможет получать продукцию с уникальными свойствами. Однако, лишь четверть века спустя, в 80-х годах, появилась измерительная и рабочая аппаратура, необходимая для обращения с наноразмерными объектами, – сканирующие зондовые микроскопы.

Нанотехнологии в сельском хозяйстве предполагают использование для защиты растений препаратов новейшего поколения, которые отличаются максимальным проникновением в листья, стебли и корни активных действующих веществ за счет необычайно малых размеров. Проводится разработка проектов с использованием наноматериалов для более точной и безопасной доставки пестицидов к биологическим мишеням, питательных веществ – к растениям. В этих проектах используются следующие технологии: транспортные процессы, биоселектирующие поверхности, биоразделение, и

микроэлектромеханические системы, нанобиопроцессинг, биоинженерия нуклеиновых кислот, адресовка веществ. Размер частиц этих веществ в десятки и даже сотни раз меньше, чем микроны (10^{-9}). Их применение дает возможность при минимальных дозах препаратов достигать гораздо больших эффектов и экономить деньги.

Использование наноэлектротехнологии в растениеводстве связало молекулярную и клеточную биологию с помощью внешних электромагнитных полей и биополей живых клеток в общем нанопроцессе, что должно привести к внедрению в практику АПК принципиально новых технологий по производству сельскохозяйственного сырья, материалов, продовольственной пищи и кормов.

В сельскохозяйственных научных организациях России, в том числе и в Московском государственном агроинженерном университете им. В.П.Горячкина (МГАУ), получены результаты использования наноэлектротехнологий в производстве продуктов растениеводства [7-11].

По мнению специалистов-агрохимиков, от эффективности защиты растений зависит до пятидесяти процентов урожайности всех сельхозкультур. Наноэмульсии рассчитаны на применение при возделывании различных культур, в том числе зерновых, сахарной свеклы. Специалисты представляют несколько самых последних разработок. Например, предпосевная обработка микроэмульсиями «Тебу 60», «Скарлетт», которые показали высокую эффективность при применении на 700 га собственной базы «Щелково Агрохима». Эти препараты не расслаиваются под воздействием тепла и света, приготовленный рабочий раствор может храниться не часы или дни, а годы, оставаясь при этом активным. Но самое главное – нанопродукты, в отличие от традиционных ядохимикатов, обеспечивают полное смачивание поверхности растений, полностью ими всасываются, не смываются дождем.

Производители не скрывают, что наноэмульсии недешевы, но в итоге они дают гораздо больший эффект. Например, обработка озимой пшеницы препаратом «Титул Дуо, КРР», аналогов которому нет, может обеспечить до 400% рентабельности и дополнительный урожай до 17 центнеров с гектара [7, 9].

Таким образом, исходя из поставленных государством целей, необходимы новые подходы к земледелию, обеспечивающие максимальное снижение степени зависимости величины и качества урожая от внешних факторов. При этом нецелесообразно ориентироваться на дальнейшее увеличение применения агрохимикатов и технологий, входящих в конфликт с природной средой. Именно такие тенденции, противоречащие экологическим законам, ускоряют приближение природных катастроф. На новом этапе развития аграрной науки и сельскохозяйственного производства необходимы новые подходы к земледелию, обеспечивающие максимальное снижение степени зависимости величины и качества урожая от всё больших дотаций энергии и неблагоприятных факторов окружающей среды [1].

Литература

1. Нанотехнологии в сельском хозяйстве. (NanoNewsNet.ru Электр. Ресурс. Дата обращ. 18 июня 2019 г.)
2. Федоренко В.Ф. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе – М.; Росинформагротех, 2011. – 312 с.
3. Ананян М.А. Возможности использования нанотехнологий в агропромышленном комплексе. Сб. докладов –М.; Росинформагротех, 2008. С. 6-11
4. Глазко В.И. Нанотехнологии и наноматериалы в сельском хозяйстве. –М.; РГАУ-МСХА, 2008.- 228 с.
5. Арефьева О.А., Рогачёва С.М., Кузнецов П.Е. Наносистемы для доставки химических веществ к корням растений //Материалы междунар. форума по нанотехнологиям – М.; 2008.
6. Ванчугов В.В. Краткая история нанотехнологии / В.В. Ванчугов // Нанотехнологии. 2008, № 3.-С. 79.
7. Федоренко В.Ф. Научные разработки по нанотехнологиям в интересах агропромышленного комплекса / В.Ф. Федоренко // Нанотехника. 2008, № 4(16).- С. 59–61.
8. Бородин И.Ф. Нанотехнологии в сельском хозяйстве / И.Ф. Бородин // Главный агроном. 2007, № 8.- С. 5–7.
9. Нанотехнологии для сельского хозяйства: [по материалам г. «Крестьян. ведомости»] // Экономика сел. хоз-ва России. -2008, № 5.- С. 90–91.
10. Савин Ю. Нанотехнологии — перспектива для сельского хозяйства / Ю.Савин // Главный агроном. 2008, № 9. -С. 4–6.
11. Федоренко В.Ф. Применение нанотехнологий и наноматериалов в АПК / В.Ф. Федоренко // Техника и оборудование для села. 2007, № 1.- С. 20–23.

УДК 631.8

ВЛИЯНИЕ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА БИОМЕТРИЮ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕССА

Смирнова Ю.Д., к.б.н., **Зимникова Н.В.**
ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия

В результате эволюционного развития (изменчивости, наследственности, отбора) растения приобрели способность к защите от действия неблагоприятных факторов среды [1]. Стрессовым условиям растения подвергаются постоянно, поэтому приспособленность – обязательное свойство любого растения.

В большинстве случаев растения и посевы (посадки) сельскохозяйственных культур подвергаются испытаниям двум видам стресса – температура окружающей среду и почвенная влажность. Все физиологические и биохимические процессы идут лишь в определенных температурных границах, которые обычно лежат в довольно узких пределах. Если температура переходит критическую точку, клеточные структуры и функции могут повреждаться так внезапно, что протоплазма тотчас же отмирает [1, 2]. В есте-

ственных условиях такое губительное действие наблюдается при эпизодических морозах, например, при поздних заморозках весной, когда растения ещё малы или были только высеяны.

Все жизненные процессы растительной клетки чувствительны к температуре в разной степени. Сначала прекращается движение протоплазмы, интенсивность которого непосредственно зависит от энергоснабжения за счет процессов дыхания и от наличия высокоэнергетических фосфатов. Затем снижаются фотосинтез и дыхание. Для фотосинтеза особенно опасна жара, дыхание же наиболее чувствительно к холоду. У поврежденных холодом или жарой растений после возвращения в умеренные условия уровень дыхания сильно колеблется и часто бывает ненормально повышен. Повреждение хлоропластов ведет к длительному или необратимому угнетению фотосинтеза [1, 2].

Усиление компенсаторной способности сельскохозяйственных культур при помощи приемов повышения адаптации растений к внешним условиям приобретает актуальное значение. Для повышения стрессоустойчивости растений применяют микробиологические препараты, минеральные удобрения на основе микроэлементов, удобрения и препараты на основе гуминовых кислот, физиологически-активные вещества и регуляторы роста.

В последнее время возрос интерес к кремнию, его роли в физиологии растений посвящено множество исследований. Причинами повышенного интереса к данному элементу являются данные, свидетельствующие о положительном участии кремния в физиологических процессах растений, обеспечении их защиты от неблагоприятных условий [3, 4, 5].

В данной работе представлены исследования по получению кремнийорганических удобрений и их апробации при выращивании яровой пшеницы в условиях температурного стресса.

Получение новых кремнийорганических удобрений осуществлялось путем смешивания органических удобрений, разработанных в ФГБНУ ВНИИМЗ, компоста многоцелевого назначения (КМН) и продукта ферментации (ПФ) с метасиликатом натрия, содержащим 28 % оксида кремния (SiO_2). Исследовали по два образца кремнийорганических удобрения на основе КМН и ПФ с содержанием SiO_2 – 3 и 5 масс. %.

Апробацию новых кремнийорганических удобрений осуществляли в лабораторном эксперименте путем моделирования температурного стресса для растений яровой пшеницы сорта Иргина. Для этого в подготовленную дерново-подзолистую почву вносили новые кремнийорганические удобрения, исходные КМН и ПФ из расчета 12 т/га. Также предусмотрены варианты с использованием только метасиликата натрия в количестве, равном его внесению с соответствующими новыми удобрениями. Контролем служил вариант без удобрения. Эксперимент проводили в течение 2 недель, повторность опыта трехкратная.

Моделирование температурного стресса проводили путем постепенного понижения температуры после посева с 23^0С до 7^0С, имитирую естественное природное понижение температуры, стресс проводили в течение двух суток.

Оценку эффективности новых кремнийорганических удобрений проводили путем определения длины проростков, сырой и сухой биомассы растений.

При смешивании органических удобрений КМН и ПФ с метасиликатом натрия, наблюдалось растворение последнего с образованием оксида кремния и гидроксида натрия. Ощелачивание смеси привело к повышению уровня pH до 12. Кроме этого, наблюдаемый процесс щелочного гидролиза способствовал выделению гуминовых кислот в получаемых кремнийорганических удобрениях. С увеличением дозы введенного метасиликата натрия возрастало и количество гуминовых кислот. В удобрениях, полученных на основе КМН, содержание гуминовых кислот увеличилось с 6,34 % (исходный КМН) до 8,24 % (кремнийсодержащее удобрение с 3 масс. % SiO_2) и 11,96 % (кремнийсодержащее удобрение с 5 масс. % SiO_2); на основе ПФ с 7,37 % до 10,14 % и 13,38 % соответственно.

Растворение метасиликата натрия в КМН и ПФ сопровождалось выделением аммиака, определяемого по специфическому запаху. Происходящие биохимические процессы свидетельствовали об активно идущих процессах трансформации азота, в результате в полученных новых кремнийорганических удобрениях снизилось содержание общего азота в разных случаях на 8-24 % по сравнению с исходными КМН и ПФ, но при этом возросло количество нитратов на 20-36 %. Данный факт указывал на прошедшие процессы аммонификации и нитрификации, при этом, часть образовавшегося аммонийного азота, участвовала в процессе нитрификации, а часть улетучилась (о чем свидетельствовал резкий запах аммиака).

Таким образом, смешивание метасиликата натрия с КМН и ПФ запустило процессы ощелачивания и азоттрансформации, результатом чего стало увеличение содержания в полученных удобрениях гуминовых кислот, нитратов, дополнительному обогащению их кремнием. Такой усиленный состав способен скомпенсировать необходимое дополнительное питание растений в стрессовых условиях.

Проведенный лабораторный эксперимент показал, что при моделировании понижения температуры после посева отмечали значительное снижение биометрических показателей яровой пшеницы по сравнению с вариантами, произрастающих без стресса, снижение длины проростка составило в среднем 17 %, сырой биомассы проростка – 11 %, сухой массы – 18 % (табл.). Данное обстоятельство свидетельствует о значительном негативном влиянии понижения температуры после посева на рост и развитие растений пшеницы.

Таблица. Биометрические показатели растений пшеницы

		Ср. длина 1 проростка, см		Ср. сырая масса 1 проростка, х10^{-3}г		Ср. сухая масса 1 проростка, х10^{-3}г	
		без стресса	стресс	без стресса	стресс	без стресса	стресс
1	б/у (контроль)	21,7	18,3	106,7	98,4	12,1	10,5
2	КМН	23,7	19,5	139,0	126,5	14,2	12,8
3	КМН + 3% SiO_2	23,6	19,6	142,9	125,2	14,5	11,7
4	КМН + 5% SiO_2	23,0	19,3	141,4	128,6	14,3	12,3
5	ПФ	22,1	18,6	120,5	109,0	13,7	11,1
6	ПФ + 3% SiO_2	22,3	19,2	131,4	116,2	13,9	11,5
7	ПФ + 5% SiO_2	22,5	18,8	132,9	114,8	14,1	11,7
8	SiO_2 эквивалентно вариантам 3 и 6	21,9	18,3	116,2	104,1	13,1	10,8
9	SiO_2 эквивалентно вариантам 4 и 7	22,0	17,7	117,1	100,0	13,5	10,1

Внесение удобрений способствовало значительному увеличению биометрических показателей яровой пшеницы по сравнению с вариантом без удобрения: увеличение длины проростка в среднем в блоке с внесением удобрений на основе КМН составило 6 %, с ПФ – 3 %, сырой массы – 28 и 15 %, сухой массы – 17 и 9 % соответственно. Более высокие значения показателей в вариантах с удобрениями на основе КМН связано с повышенным содержанием в них нитратов.

Эффективность воздействия на растения полученных новых кремнийорганических удобрений целесообразно оценивать, сравнивая варианты их применения с соответствующими вариантами внесения исходных КМН и ПФ.

Реакция растений в условиях «снижение температуры после посева» на внесение в почву новых кремнийорганических удобрений была не однозначна. Новые удобрения на основе КМН не показали значимых изменений в биометрических показателях по сравнению с исходным КМН. Незначительное влияние кремнийорганических удобрений, полученных из КМН, связано с полноценным и сбалансированным составом исходного компоста многоцелевого назначения, поэтому дополнительное обогащение его кремнием не привело к значимому влиянию новых удобрений на развитие проростков пшеницы.

Оба новых удобрения на основе ПФ способствовали приросту биомассы растений пшеницы по сравнению с вариантом ПФ. Применение кремнийорганического удобрения с содержанием 3 масс. % SiO_2, способствовал увеличению сырой массы растения на 6,6 %, сухой – на 3,6 %, с 5 %-ным содержанием SiO_2 – на 5,3 и 5,4 % соответственно.

Применение метасиликата натрия как самостоятельное удобрение при имитировании снижения температуры после посева не способствовал значительному изменению биометрических показателей пшеницы – наблюдалась тенденция к увеличению сырой массы проростка, длина и сухая масса были на уровне контрольного варианта.

Таким образом, внесение в КМН и ПФ метасиликата натрия способствовало обогащению их составов. Применение кремнийорганических удобрений на основе ПФ способствовало снижению негативного воздействия пониженных температур после посева на рост и развитие растений яровой пшеницы, что выражалось в увеличении биомассы проростков.

Литература

1. Усманов И.Ю., Рахманулов З.Ф., Кулагина А.Ю. Экологическая физиология растений. М., 2001. 224 с.
2. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М., 2006. 742 с.
3. Крамарев С.М., Полянчиков С.П., Ковбель А.И. Кремний и защита растений от стресса: теория, практика, перспективы // Сайт quantum.ua. URL: http://quantum.ua/ru/ articles/art_06.pdf. (дата обращения 28.06.2018).
4. Матыченков В.В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и системе почва - растение: автореф. дис… докт. биол. наук 03.00.12, 03.00.27/ Матыченков Владимир Викторович. Пущино: ИФПБ, 2008. 34 с.
5. Sacala E. Role of silicon in plant resistance to water stress/ Journal of Elementology. 2009. No. 14(3). pp. 619-630. doi:10.5601/jelem.2009.14.3.20

УДК 631. 6 (470), 651. 53.04.

ПРИМЕНЕНИЕ РАЗБРОСНОГО СПОСОБА ПОСЕВА ОЗИМОЙ РЖИ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ

Карасева О.В., к. с.-х. н., **Карасев Н.И.**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Дальнейшее успешное развитие земледелия может быть осуществлено путем внедрения научных и практических достижений в области совершенствования технологий и технологических приемов, применяемых для их реализации. Вопросы получения экономической выгоды в условиях рыночной экономики всегда будут интересовать сельхозпроизводителей независимо от размеров и форм собственности. Разнообразие природно-климатических, почвенно-мелиоративных, материально-технических и прочих средств ведения земледелия НЗ РФ дает значительный люфт использования любых приемлемых технологий и/или отдельных приемов в получении финансовой выгоды для предприятия. При модернизации технологии посева озимой ржи с реконструкцией зерновой сеялки СЗ-3,6 срок окупаемости наступает на первом году эксплуатации и позволяет получить условный чистый доход. Исследователи отмечают преимущества разбросного способа посева более

равномерном распределении семян по площади питания, повышении производительности труда на севе, снижении затрат на горючее.

В результате проведенного эксперимента на базе опытного поля ФГБНУ ВНИИМЗ был скомплектован агрегат трактора МТЗ-82 с зерновой типовой рядовой сеялки СЗ-3,6. В эксперименте проведен разбросной посев озимой ржи сеялкой СЗ-3,6 со снятыми семяпроводами. В результате получен положительный эффект от примененного приема. Прибавка в урожае зерна озимой ржи составила 2,0 центнера с гектара по сравнению с контролем – рядовым посевом той же сеялкой. Годовой экономический эффект от применения составленного агрегата на базе модернизированной сеялки составит 1,88 тыс. рублей с каждого гектара посевной площади. Срок окупаемости наступает на первом году применения.

Экономический эффект определяется через комплекс мероприятий, связанных с улучшением качества земельных угодий и охраной природной среды, биоресурсов, с оптимизацией структуры посевных площадей, с обеспечением биологических потребностей растений. Критерием эколого-экономической эффективности является степень улучшения экологического состояния агросистемы, повышение плодородия почв и их окультуренности, снижение загрязненности и разрушения земель, прирост биологического потенциала растений.

Для оценки ресурсного потенциала вариантов, отражающих различия по урожайности, влажности и засоренности убираемой массы, позволяет определить направление их использования.

При определении себестоимости продукции общая сумма производственных затрат распределяется между основной и побочной продукцией растениеводства при помощи переводных коэффициентов. Себестоимость продукции состоит из затрат, связанных с уборкой, транспортировкой, доработкой и хранением урожая и определяется на основе технологических карт при помощи нормативно-конструктивных расчетов [2, 3]. Затраты на производство дополнительной продукции, кроме уборки урожая, изменяются прямо пропорционально величине прибавки урожая сельскохозяйственных культур.

При сравнении совокупных затрат на производство растениеводческой продукции с применением однотипной технологии в опыте, выявлено, что прямые затраты на производство продукции растениеводства связаны с урожайностью возделываемых культур.

Для оценки затрат на производство продукции (зерна) озимой ржи составляется технологическая карта с полным набором операций по всей технологической схеме. Технологическая карта включает в себя 23 пункта от произведенной обработки почвы под посев озимой ржи до подработки зерна продовольственного качества. В каждом пункте карты представлены агрегаты по осуществлению агротехнического приема согласно типовым технологическим картам и наличию технических средств предприятия. Все эко-

номические расчеты проведены с использованием компьютерной программы, разработанной во ВНИИМЗ. Эта программа учитывает все экономические расчеты, учитывая состав агрегата, нормы выработки, расход ГСМ, затраты труда и денежных средств механизаторов и подсобных рабочих, проводит расчет амортизационных и отчислений на ремонт, включая затраты на удобрения, электроэнергию, пестициды и др.

Для сравнения затрат на производство между контролем и разработкой проведен расчет двух технологических карт (в ценах 2018 года). Основное различие в технологических картах заключается в выполнении при разбросном посеве затрат дополнительного времени, затраченного трактористом на снятие семяпроводов. В результате чего составлена таблица, в которой представлены экономические показатели.

В технологической карте учтены все нормативные отчисления: 12,0% на амортизационные отчисления, 11,5 % на ремонт и 3,0 % на хранение. Полученные расчетные удельные затраты из технологических карт сведены для сравнения в таблицу.

Таблица 1. Прямые затраты при возделывании озимой ржи рядовым (контроль) и разбросным способах посева, (руб./ га)

Показатели	Рядовой посев (контроль)	Разбросной посев	+, - к контролю
1. Затраты труда, чел./час.	18,11	19,11	+ 1,00
2. Оплата труда, руб.	1098,72	1159,39	+ 60,67
3. Амортизация, руб.	2357,29	2357,29	0
4. Ремонт, руб.	1776,40	1776,40	0
5. ГСМ, руб.	10544,85	10544,85	0
6. Прочие расходы (семена, ядохимикаты, амм. селитра, эл. энергия), руб.	5930,56	5930,56	0
7. Итого: эксплуатационные затраты, руб.	21707,82	21768,49	+60,67

Расчеты структуры прямых затрат на производство озимой ржи по изучаемым вариантам незначительны (рис. 1, рис. 2). Самая высокая доля составляет прямые затраты на ГСМ 42,8…42,5 %. Снизит расход ГСМ возможно за счет агрегатирования в сцепку нескольких (2-3) сеялок, а это возможно, т.к. конструктивных изменений и ограничений в применении нет. Также возможно применение на предпосевной подготовке почвы широкозахватной или комбинированной техники.

Высокую долю в затратах составляют прочие расходы 24,1…24,0 %. Изменить процентное соотношение в структуре затрат можно за счет снижения нормы высева семян, заменить минеральные удобрения применением более дешевых органических, например, сидератов, а ядохимикаты – агротехническими приемами и т.д.

Определение стоимости реконструкции сеялки. Объектом обоснования является модернизация посева озимой ржи с использованием типовой

зерновой сеялки СЗ-3,6. Предлагаемая техническая реконструкция предусматривает агрегатирование с тракторами МТЗ-80 и/или МТЗ-82.

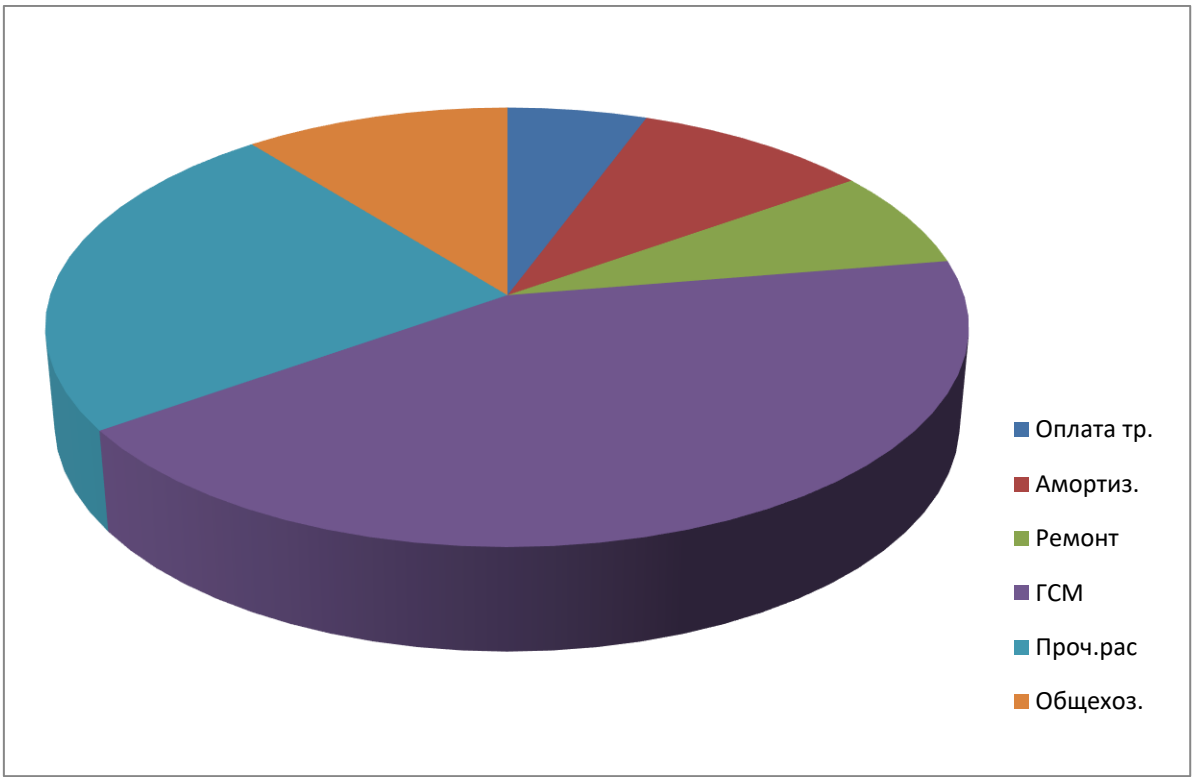


Рис. 1. Структура прямых затрат производства озимой ржи при рядовом посеве (контроль), %

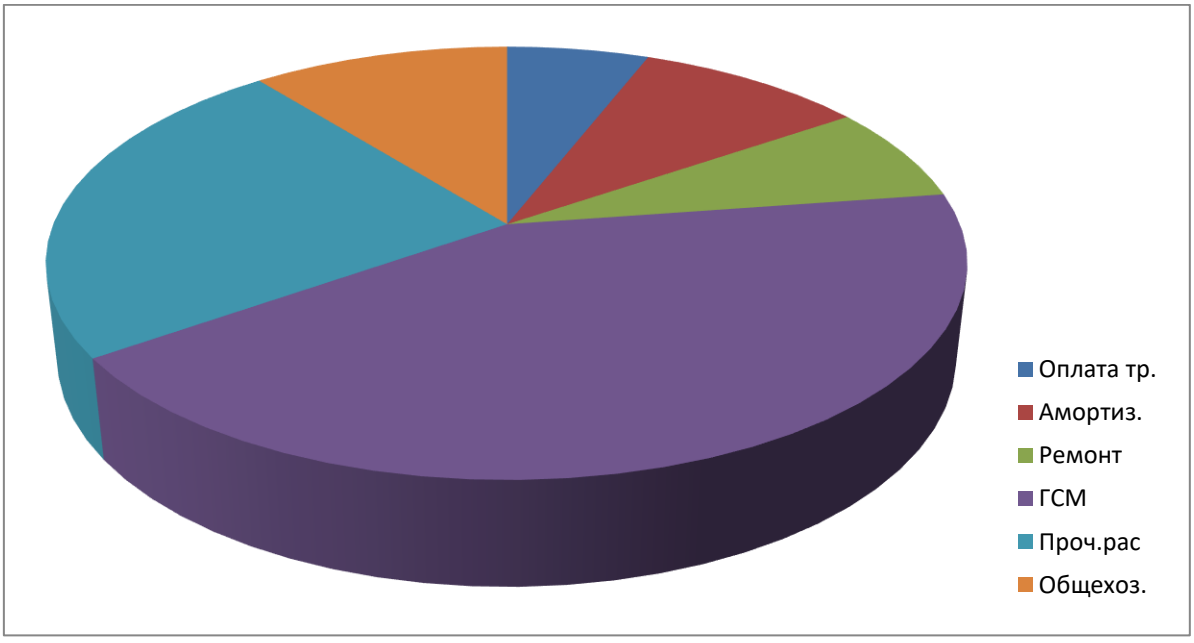


Рис. 2. Структура прямых затрат производства озимой ржи при разбросном посеве, %

Для рассматриваемых условий агрегат составлен на базе трактора МТЗ-80 и зерновой сеялки СЗ-3,6 со снятыми семяпроводами для посева озимой ржи. С учетом требования агротехники выбираем скорость движения трактора МТЗ-80, 5 передача, при которой рабочая скорость с учетом буксования составит: V = 9,2 км/ч

Для принятого хозяйства предлагаю применить СЗ-3,6 в агрегате с трактором МТЗ-82 в обоих вариантах для более точного сравнения и чистоты эксперимента. Кроме того, все параметры агрегата остаются неизменными.

Экономическая оценка преимущества реконструированной сеялки СЗ-3,6 проведена в следующей последовательности:

1) Определена стоимость реконструкции.

2)Определена экономическая эффективность и срок окупаемости предлагаемого решения.

Затраты на изготовление и изменения конструкции сеялки СЗ-3,6 не предполагаются, поэтому дополнительных вложений на покупку материалов и дополнительных изделий не предусматривается. Привлечение дополнительных рабочих на изготовление конструкций и их монтаж также не предусматривается.

Проведенный хронометраж демонтажа (реконструкции) семяпроводов, включая подготовительные и заключительные работы, позволил определить дополнительное время, потраченное механизатором. Оно составило один час. Это время является дополнительной затратой при оплате труда и включено в дополнительные текущие расходы на реконструкцию.

Затраты на реконструкцию сеялки не предусматривает трудоемких и специфических работ и условий, поэтому отчисления ограничиваются на социальные нужды (30,2% от зарплаты) и общехозяйственные расходы (12,0% от производственных расходов). Часовая тарифная ставка на предприятии установлена самостоятельно 60,67 руб./час.

Общепроизводственные расходы складываются из:

- затрат по организации производства;
- затрат на обслуживание и содержание, а так же ремонт основных средств;
- амортизационных отчислений;
- затрат на мероприятия по охране труда и технике безопасности;
- расходов на транспортное обслуживание работ;
- затрат на оплату труда с отчислениями на социальные нужды работников аппарата управления в подразделениях и др.

К общехозяйственным расходам относятся затраты, связанные с управлением и обслуживанием производства в целом по предприятию:

- расходы на оплату труда административно-управленческого аппарата с отчислениями на социальные нужды;
- конторские, типографские, почтово-телеграфные расходы;

- расходы на противопожарные мероприятия, охрану труда и технику безопасности (устройство ограждений, сигналов, вентиляции и т.д.);
- оплату отпусков;
- содержание легкового автотранспорта;
- налоги и сборы и др.

Таблица 2. Экономическая эффективность применения разбросного способа посева озимой ржи, руб.

Показатели	Рядовой посев (контроль)	Разбросной посев	+, - к контролю
1. Затраты труда 1 ц продукции, чел. /час.	0,59	0,59	0
2. Затраты ГСМ на 1 ц продукции, руб.	345,73	324,46	- 21,27
3. Производительность труда руб./ ц руб. /чел./час.	 46,90 78,99	 46,45 78,99	 - 0,45 0
4. Общие расходы, руб.	24678,85	24767,02	+ 88,17
5. Стоимость продукции, руб.	29982,00	31948,00	+ 1966,00
6. Условно чистый доход, руб.	5303,15	7180,98	+1877,83
7. Уровень рентабельности, %	121,5	129,0	+ 7,5

Таким образом, при модернизации технологии посева озимой ржи с реконструкцией зерновой сеялки СЗ-3,6 срок окупаемости наступает на первом году эксплуатации и позволяет получить условный чистый доход 1880,39 руб. с 1 гектара посевной площади за счет повышение урожайности культуры на 2,0 ц/га. Стоимость полученной продукции покрывает прямые затраты на производство, т.е. уровень рентабельности высокий. Модернизированная технология по уровню рентабельности превышает контроль на 7,5 %.

Выводы и рекомендации.

Полученные положительные результаты при разбросном посеве озимой ржи рекомендуем применять в условиях повышенной влажности почвы при обильном выпадении осенних осадков в период посева озимой ржи и на переувлажненных участках, а также на полях неправильной конфигурации и малой площади, на склоновых участках, подверженных водной и ветровой эрозии и на легких по механическому составу почвах. При использовании посевов озимой ржи на сидерацию или на зеленый корм разбросной способ посева будет особенно приемлем, т.к. он обеспечивает равномерное проекционное покрытие поверхности поля, сдерживает развитие сорной растительности и смыв почвы при снеготаянии или при весенних дождях.

Кроме того, считаем этот прием перспективным при применении на яровых зерновых культурах на переувлажненных участках или обильных выпадениях осадков в весенний период для соблюдения оптимальных сроков посевов культур и дальнейшей своевременной уборки урожая в лучшие сроки и с минимальными потерями.

Представленный проект прост в переоборудовании типовой сеялки, не требует переобучения личного состава экипажа специальным навыкам, а также и по технике безопасности при работе агрегата.

Литература

1. Методические рекомендации. Адаптивные агротехнологии в ландшафтно-мелиоративном земледелии гумидной зоны. М.: 2004. – 70 с.
2. Цветкова М.А. Оценка эффективности адаптивно-ландшафтных агротехнологий мелиоративного земледелия с использованием компьютерных программ / М.А. Цветкова, А. И. Котельникова, В. С. Шамарина / Материалы Международной научно-практической конференции «Осушительная мелиорация в Нечерноземной зоне Российской Федерации: состояние и прогноз». – Тверь: Тверской печатник. 2009. – С. 108-117.
3. Артемьев А.Е., Митрофанов Ю.И., Петрова Л.И. О разбросном посеве зерновых культур. Использование мелиорированных земель – современное состояние и перспективы развития мелиоративного земледелия: материалы Междунар. научно-практ. конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 27 – 28 августа 2015 г. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2015. - 296 с.
4. Карасева О.В., Иванов Д.А., Анциферова О.Н., Хархардинов Н.А. Влияние агроландшафтных условий и способа посева на урожайность озимой ржи. Эффективность использования мелиорированных земель: проблемы и решения. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2018. – 326 с.

УДК 631. 6 (470), 651. 53.04.

СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ ПОСЕВА ОЗИМОЙ РЖИ В МЕЛИОРИРОВАННОМ АГРОЛАНДШАФТЕ

Карасева О.В., к.с.-х.н., **Иванов Д.А.,** член-кор. РАН, д.с.-х.н., профессор, **Рублюк М.В.,** к.с.-х.н., **Карасев Н.И.**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель, г. Тверь, Россия

В комплексе работ по возделыванию сельскохозяйственных культур посев занимает одно из ведущих мест. От способа посева с обеспечением всех агротребований во многом зависит урожайность возделываемых культур. Каждая культура требует для нормального развития определенной площади питания. Приемлемый способ посева и качество его выполнения в большей степени позволяют реализовать генетический потенциал возделываемых культур.

В настоящее время большая часть зерновых культур высевается рядковым способом сеялками типа СЗ-3,6 с дисковыми сошниками. Однако рядковый способ посева не удовлетворяет требованиям рационального размещения семян по площади питания. Обоснованием применения разбросного способа посева является более равномерное распределение семян по площади питания, возможность эксплуатации угодий в сырые годы и на пе-

реувлажненных почвах, получения экономической выгоды. Чаще отмечается более высокая эффективность использования разбросного посева озимой ржи, т.к. при осеннем посеве решается лимитирующий фактор – влажность почвы.

С целью оценки влияния агроландшафтных условий и способов посева на урожайность озимой ржи в 2017 году был заложен поисковый опыт на агроэкологическом стационаре ФГБНУ ВНИИМЗ, который находится в 4 км к юго-востоку от г.Твери. Он расположен в пределах средневысотного конечно-моренного холма московского возраста, с относительной высотой 15 м. Ландшафтное картирование полигона позволило выделить следующие агромикроландшафты (АМЛ): элювиально-аккумулятивные (Э-А), расположенные в пределах слабодренированного водораздела; элювиально-транзитные (Э-Т), занимающие слабосклоновые водоразделы; транзитные (Т), находящиеся на пологих склонах; транзитно-аккумулятивные (Т-А), занимающие межхолмные депрессии.

Сложный ледниковый генезис территории обусловил наличие 3 литологических районов: 1) южный склон и южная часть вершины; 2) северная часть вершины, верхняя и средняя часть северного склона; 3) нижняя часть северного склона и примыкающая к нему межхолмная депрессия. В первом районе преобладают мощные, во втором – среднемощные и маломощные двучлены, в третьем – маломощные с локальным выходом морены.

В элювиально-аккумулятивном АМЛ, наряду с процессами вымывания питательных веществ, отмечается их локальная аккумуляция в микрозападинах, приводящая к усилению почвенно-химической пестроты полей. Здесь же благоприятные гидротермические условия могут чередоваться с избытком влаги. В транзитных местоположениях перемещение влаги в виде бокового и внутрипочвенного стока способствует активизации процессов смыва и вторичной дифференциации почв. Транзитно-аккумулятивные АМЛ характеризуются накоплением влаги и питательных веществ, но сравнительно низкие температуры и заболоченность почв негативно сказываются на продуктивности многих культурных растений.

Трансекта характеризуется большой пересеченностью рельефа (V% = 41%). В ее пределах транзитных (57%) и транзитно-аккумулятивных (24%) микроландшафтов, элювиально-аккумулятивные местоположения занимают меньше трети площади. Соответственно, здесь глеевых почв – 60% и слабооглеенных – 12%. Почвообразующие породы полигона имеют ярко выраженный двучленный характер, хотя на южном склоне средняя глубина морены превышает 1 м, на северном она залегает на глубину 0,5-0,6 м и местами выходит на поверхность. В элювиально-аккумулятивных микроландшафтах преобладают дерново-подзолистые слабооглеенные почвы, в элювиально-транзитных наблюдается более сложный почвенный покров, состоящий из дерново-подзолистых глеевых и глееватых почв. Наиболее сложная структура почвенного покрова (СПП) в транзитных микроландшафтах – она

состоит из трех компонентов: глеевой, глееватой и слабооглеенной почвы. Ниже по склону СПП опять приобретает двухкомпонентный характер. Почвы агроэкологического стационара осушены регулярным гончарным дренажем с междренными расстояниями от 20 до 40м.

Все агротехнические мероприятия проводятся однотипно в одни и те же сроки. Так добивается минимизация антропогенного воздействия на характер пространственной вариабельности урожая. Учет продуктивности культур и других параметров растительного покрова, производится в регулярных точках опробования, отстоящих друг от друга на 40 м.

Исследования проводятся на агроэкологической трансекте – системе узких полей длиной около 1300 м, состоящей из 9-ти параллельных полос шириной 7,2 м, площадью около 1 га каждая. Вдоль полосы, занятой какой-либо культурой севооборота, технологическое воздействие однотипно, что позволяет наиболее точно изучить адаптивные реакции растений в различных ландшафтных условиях [1].

Антропогенное воздействие по вариантам однотипное: дискование в два следа, вспашка на 20-22 см, культивация с боронованием, посев зерновой дисковой сеялкой после прикатывания почвы КБН-4,2, подкормка посевов зерновых культур аммиачной селитрой (100 кг /га) и учет урожая прямым комбайнированием.

В результате проведенного эксперимента на базе опытного поля ФГБНУ ВНИИМЗ был скомплектован агрегат трактора МТЗ-82 с зерновой типовой рядовой сеялки СЗ-3,6. В эксперименте проведен разбросной посев озимой ржи со снятыми семяпроводами.

В опыте изучались условия произрастания озимой ржи при разбросном способе посева. В 2017 году возделывалась промежуточная культура – горчица на сидерат, в августе проведен посев озимой ржи разбросным методом (посев зерновой сеялкой со снятыми семяпроводами) с последующей заделкой семян боронами и посев контроля сеялкой СЗ-3,6.

В период осеннего развития в контрольном поле отмечено снижение всхожести семян на вариантах в транзитном и транзитно-аккумулятивном АМЛ северного склона при обоих способах посева и повышении ее показаний на элювиальных вариантах при разбросном способе посева. Соответственно в транзитном и транзитно-аккумулятивном АМЛ северного склона самое низкое количество растений, но масса одного растения здесь более высокая (табл.1).

В среднем всхожесть семян на разбросном на 7,6% выше, чем на рядовом, но перезимовка растений озимой ржи здесь на 5,6% ниже. Нами отмечено повышение перезимовки растений на вариантах с низкой всхожестью семян при обоих способах посева, т.е. происходит саморегуляция плотности посевов озимой ржи.

Таблица 1. Влияние агромикроландшафтных условий и способа посева на элементы структуры урожая озимой ржи, 2018 год

Показатель	Способ посева	Вариант опыта (агромикроландшафты)						
		Т-Аю	Тю	Э-Тю	Э-А	Э-Тс	Тс	Т-Ас
Кол-во продукт. стеблей, шт./м^2	Разбросной	326	336	409	435	365	379	342
	Рядковый	281	242	300	281	313	307	277
Высота растений, см	Разбросной	154,6	152,4	161,6	161,8	162,8	161,6	158,8
	Рядковый	144,3	143,4	144,7	145,1	145,2	151,9	151,1
Кол-во зерен в колосе, шт.	Разбросной	44,9	40,0	51,7	55,1	50,9	49,7	48,6
	Рядковый	43,7	45,8	49,6	43,1	42,4	45,2	48,3
Масса 1000 зерен, г	Разбросной	30,4	27,8	31,4	31,1	30,7	29,2	29,7
	Рядковый	30,2	29,4	29,6	28,9	29,0	28,9	29,8

В период весеннего развития отмечено повышение перезимовки растений в транзитном и транзитно-аккумулятивном вариантах северного склона при обоих способах посева с меньшей плотностью посева, при этом масса одного растения более высокая (табл. 2).

Таблица 2. Влияние агроландшафтных условий и способа посева на урожайность озимой ржи, 2018 г. (ц/га)

Вариант (АМЛ)	Способ посева		± к контролю
	Рядовой (контроль)	Разбросной	
Т-Аю	29,4	25,7	- 3,7
Тю	38,6	30,9	- 7,7
Э-Тю	25,7	34,5	+8,8
Э-А	26,6	35,4	+8,8
Э-Тс	26,2	31,9	+5,7
Тс	34,1	35,7	+ 1,6
Т-Ас	32,7	33,1	+ 0,4
Среднее	30,5	32,5	+ 2,0
$НСР_{05}$	5,764		
Нср а	2,176		
Нср в	4,075		

Максимальное количество продуктивных стеблей наблюдалось на вариантах с элювиальными процессами. При оценке степени корреляции урожая с плотностью продуктивных стеблей обнаружена их тесная связь. На рядовом посеве r = - 0,67, а на разбросном r = 0,76. Так же отмечалась тесная корреляционная связь в паре урожай и плотность стеблестоя на рядовом r = 0,77 и разбросном она еще более тесная r = 0,85. А вот по количеству зерен в колосе тесная корреляция отмечена только на разбросном посеве r = 0,64 (на рядовом r = 0,16). Так же нет тесной связи урожая с крупность зерна r = 0,06 – 0,14, так как этот сортовой признак очень устойчивый.

В условиях 2017-2018 гг. изучение разбросного способа посева озимой ржи подтвердило целесообразность его применения; обнаружена тенденция прибавки урожая – она составила в среднем 2,0 ц/га. Наиболее существенное прибавление урожая отмечено на вариантах с элювиальными процессами в верхних частях рельефа (5,7-8,8 ц/га). Отмеченные факты можно объяснить автономным статусом вершины и верхних частей склонов, особенности увлажнения почв в которых зависят от агроклиматических условий, что отражается на изменчивости урожая. Кроме того рядковый способ способствовал более интенсивному поверхностному стоку. В других вариантах, лежащих ниже по склонам, характер увлажнения почв зависит не только от погодных условий, но и от воздействия на них потоков влаги из более высокорасположенных позиций, что сглаживает временную изменчивость урожая. Неэффективен этот способ посева на вариантах транзитно-аккумулятивном и транзитном южного склона; снижение составило от 3,7 до 7,7 ц/га к контролю (рядковому посеву). Нами отмечены достоверные колебания урожая по вариантам АМЛ (фактор А) и способам посева (фактор В) при дисперсионном двух факторном анализе (табл. 2).

Применение разбросного посева озимой ржи в пределах технологического массива верхних частей ландшафта с преобладанием элювиальных процессов в почвах дает возможность получить дополнительную выгоду от 5,6 до 8,7 тыс. рублей с каждого гектара. Причем объединение агромикроландшафтных участков в единое поле дает дополнительный доход от применения разбросного посева только 1,97 тыс. рублей (табл. 3)

Таблица 3. Экономический эффект агроландшафтных условий и способа посева озимой ржи, 2018 г. (тыс. руб.)

Вариант АМЛ	Способ посева		±
	Рядовой (контроль)	Разбросной	к контролю
Т-Аю	28,90	25,26	- 3,64
Тю	37,94	30,37	- 7,57
Э-Тю	25,26	33,91	+8,65
Э-А	26,15	34,80	+8,65
Э-Тс	25,75	31,36	+5,60
Тс	33,52	35,09	+ 1,57
Т-Ас	32,14	32,54	+ 0,39
Среднее	29,98	31,95	+ 1,97

Итак, на верхних частях трансекты с преобладанием элювиальных процессов в почвах применение разбросного посева озимой ржи дает возможность получить дополнительную выгоду от 5,6 до 8,7 тыс. рублей с каждого гектара. Причем объединение всех агромикроландшафтов холма в единое поле дает дополнительный доход от применения разбросного посева только 1,97 тыс. рублей.

Таким образом, разбросной посев озимой ржи как принцип минимализации агротехнологий, оптимизации сроков посева из-за переувлажнения пахотного слоя почвы в осенний период, простоты и доступности применяемых средств может быть рекомендован к применению хозяйствами любой формы собственности.

Литература

1. Артемьев А.Е., Митрофанов Ю.И., Петрова Л.И. О разбросном посеве зерновых культур. Использование мелиорированных земель – современное состояние и перспективы развития мелиоративного земледелия: материалы Междунар. научно-практ. конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 27-28 августа 2015 г. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2015. 296 с.
2. Карасева О.В., Иванов Д.А., Анциферова О.Н., Хархардинов Н.А. Влияние агроландшафтных условий и способа посева на урожайность озимой ржи. Эффективность использования мелиорированных земель: проблемы и решения. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2018. – 326 с.
3. Методические рекомендации. Адаптивные агротехнологии в ландшафтно-мелиоративном земледелии гумидной зоны / М.: 2004. – 70 с.
4. Анциферова О.А. Продуктивность ячменя на осушенных почвах разной степени гидроморфизма. Использование мелиорированных земель – современное состояние и перспективы развития мелиоративного земледелия: матер. Междунар. научно-практ. конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, 27-28 августа 2015 г. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2015. С. 38 - 43.
5. Ковалев В.М. Теория урожая. М.: МСХА, 2003. С. 332.

УДК 631.6:633.11

ВЛИЯНИЕ НОРМ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ЗЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В РАСТЕНИЯХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Л.И. Петрова, к.с.-х.н., **Ю.И. Митрофанов,** к.с.-х.н.,
Н.К. Первушина, В.Н. Лапушкина, Т.В. Миролюбова
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Для увеличения производства растениеводческой продукции на дерново-подзолистых почвах необходима разработка эффективных ресурсосберегающих технологий возделывания культур. В стратегии адаптивной интенсификации земледелия предпочтение отдается биологическим факторам перед химическими, но применение техногенных средств не игнорируется. Из технологических приемов наибольшее влияние на повышение продуктивности культур оказывают удобрения. Применение минеральных удобрений является одним из основных путей увеличения производства растениеводческой продукции на дерново-подзолистых почвах [1-6]. Задачей исследований должно быть установление целесообразных доз их внесения и максимально возможного использования питательных элементов из почвенных ресурсов.

Целью наших исследований являлось изучение влияния вариантов удобрений с уменьшением норм внесения фосфорных и калийных и дробным внесением азотных (подкормки в фазы кущения и выхода в трубку) на содержание в растениях яровой пшеницы элементов питания по фазам развития и формирование урожая.

Экспериментальные исследования проводились в 2018 г. на базе отдела мелиоративного земледелия и опытного полигона ВНИИМЗ в полевом опыте на осушаемой закрытом дренажом легкосуглинистой глееватой почве (междренное расстояние 20 м, глубина заложения дрен 0,9-1,2 м). Почва среднекислая с высоким и повышенным содержанием подвижного фосфора и обменного калия, гумуса – 2,19%.

По погодным условиям год был теплый и влажный (ГТК – 1,34). Наблюдения за водным режимом по фазам развития растений показали, что влажность пахотного слоя почвы в фазы всходов, выхода в трубку и налива зерна была недостаточной, соответственно 39,1-45,7, 36,1-55,7 и 52,6-57,4% НВ, в среднем за вегетацию составила 56,7-59,7.

Применение удобрений повысило урожайность яровой пшеницы на 67-76% (табл. 1). В варианте 3 дробное внесение нормы азота 90 кг/га д.в. с двухкратной подкормкой по N_{30} в фазы кущения и выхода в трубку не оказало положительного влияния на урожайность яровой пшеницы по сравнению с одноразовым применением полной дозы N_{90}. Уменьшение норм фосфора и калия с 90 до 30 кг д.в./га вызвало его снижение на 0,2 т/га за счет меньшего количества продуктивных стеблей и числа зерен в колосе.

Таблица 1. Основные элементы структуры урожая и урожай яровой пшеницы в зависимости от вариантов удобрений

№ п/п	Вариант удобрений	Количество продуктивных стеблей, шт./м^2	Продуктивная кустистость	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожай, т/га	Зерно: солома
1	0	440	0,97	20,0	25,0	2,10	0,59
2	$N_{90}P_{90}K_{90}$	475	1,01	32,3	25,0	3,70	0,53
3	$N_{90}(30+30+30)P_{30}K_{30}$	447	1,02	31,8	27,2	3,50	0,67
$НСР_{05}$						0,17	

Определение содержания в сухом веществе растений яровой пшеницы элементов питания в зависимости от вариантов удобрений по фазам развития показало, что содержание азота в вариантах с удобрениями, как в надземной, так и в корневой части во все фазы выше (табл. 2). Причем в начале и середине вегетации оно больше при разовом внесении дозы N_{90}, чем при дробном, в молочную спелость в надземной части почти одинаковое, в корневой при дробном даже несколько выше.

Таблица 2. Содержание в сухом веществе растений яровой пшеницы элементов питания в зависимости от вариантов удобрений по фазам развития, %

Вариант удобрений	Элемент	Надземная часть				Корни			
		кущение	выход в трубку	колошение	молочная спелость	кущение	выход в трубку	колошение	молочная спелость
0	N	1,82	1,06	1,11	1,43	0,93	0,56	0,60	0,84
$N_{90}P_{90}K_{90}$		3,08	2,14	2,02	2,23	2,24	1,04	0,98	1,46
$N_{90}(30+30+30)P_{30}K_{30}$		2,86	1,57	1,82	2,21	1,41	0,68	0,74	1,70
0	P	1,06	0,81	0,70	0,90	0,72	0,44	0,38	0,48
N_{90} $P_{90}K_{90}$		1,62	1,10	1,05	0,90	1,40	0,62	0,58	0,64
$N_{90}(30+30+30)P_{30}K_{30}$		1,54	1,04	0,89	0,92	0,90	0,46	0,46	0,72
0	K	3,09	2,80	2,00	1,28	2,43	0,80	0,80	0,81
N_{90} $P_{90}K_{90}$		4,78	4,12	3,16	1,77	3,62	1,42	1,42	1,62
$N_{90}(30+30+30)P_{30}K_{30}$		4,34	3,74	2,89	1,88	2,82	1,09	1,09	1,52

По содержанию калия картина аналогичная, также в вариантах с удобрениями оно выше во всех частях растений, причем в начале и середине вегетации оно больше при дозе $K_{90,}$ а в молочной спелости значения сближаются с дозой K_{30}.

Содержание фосфора в вариантах с удобрениями тоже выше во всех частях растений, но с меньшей разницей, причем, в начале и середине вегетации оно больше при дозе P_{90}, а в молочной спелости в надземной части одинаковое на всех вариантах, в корневой несколько выше при P_{30}.

В среднем за период от фазы кущения до молочной спелости содержание питательных элементов в надземной части растений и корневой на фонах с применением удобрений было выше по сравнению с вариантом без них с преимуществом нормы $N_{90}P_{90}K_{90}$, соответственно нормам: азота – в 1,7-2,0 и 1,6 раза, фосфора – в 1,3-1,6 и 1,3, калия – в 1,5-1,7 и 1,4. А на варианте с нормой $N_{90}P_{90}K_{90}$ по сравнению с $N_{90}P_{30}K_{30}$ их содержание было больше в надземной части растений на 6-12% относительных, в корнях – на 24-27.

По выносу элементов питания растениями яровой пшеницы в различные фазы развития по вариантам удобрений распределение аналогично в основном их содержанию (табл. 3). В зависимости от фазы развития (от кущения до молочной спелости) на вариантах с применением удобрений по сравнению с вариантом без них их суммарный вынос надземной и корневой частями растений также был больше, азота – в 2,8-4,6 раза, фосфора – в 1,8-4,1, калия – в 2,2-4,0.

Таблица 3. Вынос элементов питания растениями яровой пшеницы в зависимости от вариантов удобрений по фазам развития, кг/га

№ п/п	Элемент	Надземная часть/ Корни				Итого			
		кущение	выход в трубку	колошение	молочная спелость	кущение	выход в трубку	колошение	молочная спелость
1	N	15,2/1,4	32,8/4,8	37,8/5,9	79,4/9,2	16,6	37,6	43,7	88,6
2		72,6/4,9	143,2/15,2	153,4/14,2	232,5/18,4	77,3	158,4	167,6	250,9
3		55,6/3,1	125,2/12,2	139,5/42,9	273,9/24,9	58,7	137,4	182,4	298,8
1	P	8,8/1,1	22,9/3,8	24,0/3,7	49,5/5,2	9,9	26,7	27,7	54,7
2		37,6/3,1	72,6/9,2	70,2/8,6	93,1/8,2	40,7	81,8	78,8	101,3
3		29,8/2,1	63,0/7,9	68,6/8,2	114,9/10,6	31,9	70,9	76,8	125,5
1	K	27,4/3,7	79,0/10,8	68,2/7,7	71,2/8,8	31,1	89,8	75,9	80,0
2		112,4/8,0	273,4/32,3	240,4/20,7	184,7/20,6	120,0	305,7	261,1	205,3
3		60,6/7,0	226,2/26,0	285,2/19,3	236,2/22,4	67,6	252,2	304,5	258,6

На вариантах с удобрениями наибольшие различия по ним по выносу всех элементов наблюдались в фазы кущения и молочной спелости, в первом случае больше был при норме $N_{90}P_{90}K_{90}$ (N – на 31%, P – на 28, K – на 82), во втором – при $N_{90}P_{30}K_{30}$ (N – на 19%, P – на 24, K – на 26). В фазу выхода в трубку при норме $N_{90}P_{90}K_{90}$ был выше на 15-21%.

Литература

1. Лыскова И.В. Влияние минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы, урожайность и качество зерновых культур // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. №6 (61). С. 35-40.
2. Лошаков В.Г. Эффективность совместного использования севооборота и удобрений // Плодородие. 2016. № 2. С. 37-41.
3. Сычев В.Г., Шафран С.А., Духанина Т.М. Прогноз потребности сельского хозяйства России в минеральных удобрениях к 2030 г. // Плодородие. 2016. № 2. С. 5-7.
4. Петрова Л.И., Корнеева Е.М. Влияние агроландшафтных условий и удобрений на урожай культур на осушаемых землях ЦР НЗ // Земледелие. 2008. №1. С. 12-13.
5. Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И. Особенности формирования экологизированной системы удобрений на осушаемых землях // Мелиорация и водное хозяйство. 2012. №3. С. 16-20.
6. Новоселов С.И., Толмачев Н.И., Муржинова А.В. Влияние минеральных удобрений на продуктивность севооборотов с различными видами паров // Плодородие. 2014. №5. С. 14-16.

УДК 633.1: 631.5

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОСЕВА И НОРМ ВЫСЕВА СЕМЯН НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Митрофанов Ю.И., к.с.-х.н., **Пугачева Л.В.,** к.с.-х.н.,
Гуляев М.В., к.с.-х.н., **Смирнова Н.А., Лукьянов С.А.**
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», г.Тверь, Россия

Озимая тритикале – важнейшая продовольственная и зернофуражная культура, превосходящая по многим критериям пшеницу и рожь, обладающая высокой продуктивностью, хорошим качеством зерна, устойчивостью к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям и к наиболее опасным болезням зерновых культур [1]. Одним из основных факторов, сдерживающих ее распространение в Нечерноземной зоне, было отсутствие хорошо зимующих сортов и адаптивных технологий, обеспечивающих высокую сохранность растений в зимне-весенний период вегетации. Наши опыты с озимой тритикале были начаты в 2012 г. с сортом Немчиновский 56.

Целью исследований являлось изучение продуктивности озимой тритикале и эффективности отдельных агротехнических приемов адаптации технологии ее возделывания к условиям осушаемых земель.

Исследования проводились на экспериментальном участке ФГБНУ ВНИИМЗ, осушаемом закрытым дренажом (междренное расстояние 20-30 м, глубина заложения дрен 0,9-1,2м). Почвы опытного участка дерново-подзолистые легкосуглинистые и супесчаные глееватые, слабокислые, содержание подвижного фосфора высокое, обменного калия – повышенное, гумуса – 2,32-2,70%. Предшественник озимой тритикале – яровой рапс на зеленое удобрение. Минеральные удобрения вносились под сидеральную культуру – N_{50} P_{50} K_{50}, на тритикале проводилась только подкормка в начале весенней вегетации – 1 ц/га аммиачной селитры. Из технологических приемов изучались гребнистый ленточно-разбросной способ посева, боронование, нормы высева семян: 4, 5, 6, 7 млн/га всхожих зерен. Погодные условия в период перезимовки и весенне-летней вегетации были разными – от благоприятных до неблагоприятных, прежде всего, по условиям увлажнения.

Исследования показали, что сорт озимой тритикале Немчиновский 56 при выращивании его по специальной технологии на профилированной поверхности обеспечивает высокую и устойчивую урожайность зерна в разные годы, не всегда благоприятные по погодным условиям, а также хорошую сохранность растений в процессе перезимовки. В среднем за 6 лет урожайность зерна этого сорта составила 5,38 т/га (6,62 т/к.ед.). Урожайность озимой ржи (сорт Дымка) в этих же условиях составила 4,75 т/га.

Реализация потенциала продуктивности озимых культур, во многом, зависит от результатов перезимовки растений, на которые влияют как метеорологические и почвенные условия, так и состояние уходящих в зиму посевов, определяемое в значительной степени агротехнологическими факторами [4, 5]. Ранее проведенные нами многолетние полевые исследования, связанные с выращиванием озимой ржи на гребнистой поверхности с ленточно-разбросным способом размещения растений по площади питания, показали, что при этом способе возделывания растения лучше развиваются, лучше зимуют и обладают более высокой продуктивностью [2, 3]. Эффективность этого способа посева была установлена и на озимой тритикале (табл.1).

Таблица 1. Урожайность и структура урожая озимой тритикале при разных способах посева (среднее за 2 года)

Показатели	Ед. измерения	Способ посева		К контролю:	
		рядовой – СЗ-3,6 (контроль)	гребнистый ленточно-разбросной – СЗГК – 3,6*	±	%
Урожайность	т/га	4,46	5,45	+0,99	122,1
Количество растений перед уборкой	шт/м^2	196	247	+51	126,0
Продуктивная кустистость		1,96	1,96	0	0
Кол-во стеблей с колосом	шт/м^2	384	484	+100	126,0
Число зерен в колосе	шт.	45,0	46,0	+1,0	102,2
Масса 1000 зерен	г	45,6	44,5	-1,1	97,6
Масса зерна в колосе	г	2,07	2,07	0	0
Соотношение зерна и соломы		1 : 0,98	1 : 1,02	+0,04	104,1

* гребне-катковая сеялка – переоборудованная СЗ-3,6

Урожайность тритикале на варианте с гребнистым ленточно-разбросным способом посева, в среднем за 2 года, была выше на 22,1%, прежде всего, за счет лучшей сохранности растений и увеличения количества продуктивных стеблей на единице площади (на 26,0%) и числа зерен в колосе (на 2,2%). Общая выживаемость растений на контроле при норме высева семян 5,5 млн/га всхожих зерен составила 35,6%, на варианте с гребнистым посевом – 44,9% или на 26,1% больше. На контроле урожайность зерна составила – 4,46 т/га, на варианте с гребнистым посевом – 5,45 т/га. Все основные структурные элементы продуктивности посевов озимой тритикале представлены в таблице 1.

В опытах с нормами высева семян для посева тритикале использовался усовершенствованный вариант гребне-катковой сеялки с дополнительно установленными выравнивающими устройствами. Полевая всхожесть семян на варианте 4,0 млн/га всхожих зерен составила 88,5%, процент перезимовавших растений – 91,5, сохранность растений – 85,5, выживае-

мость – 75,5% (табл.2). По мере увеличения нормы высева количество перезимовавших растений снижалось на 7,5%, сохранность растений – на 17,0%, выживаемость – на 18,7%.

Таблица 2. Сохранность и выживаемость растений озимой тритикале при разных нормах высева семян, 2016-2017гг.

Норма высева семян, млн/га	Полевая всхожесть семян, %	Количество перезимовавших растений, %	Сохранность растений, %	Выживаемость растений, %
4,0	88,5	91,5	85,5	75,5
5,0 – контроль	84,5	90,0	82,0	69,2
6,0	84,0	86,5	73,4	61,7
7,0	83,0	84,0	68,5	56,8

Полученные результаты по урожайности показали, что при гребнистом ленточно-разбросном способе посева, высокие урожаи озимой тритикале возможны в широком диапазоне норм высева семян. При изменении норм высева семян с 4,0 до 7,0 млн/га всхожих зерен урожайность озимой тритикале существенно не изменялась и колебалась в пределах 4,27-4,62 т/га (табл.3).

Таблица 3. Влияние норм высева семян на урожайность озимой тритикале при гребнистом способе посева, т/га

Норма высева семян, млн/га	2017г.	2018г.	Среднее за 2 года	К контролю:	
				±	%
4,0	3,98	4,56	4,27	- 0,28	93,8
5,0 – контроль	4,18	4,82	4,50	-0,05	98,9
6,0	4,30	4,90	4,55	-	100,0
7,0	4,30	4,94	4,62	+ 0,07	101,5

$НСР_{05}$ т/га 0,29

Эти результаты подтверждаются данными по структуре урожая – биологическая урожайность тритикале, в зависимости от нормы высева семян, изменялась в пределах от 797 до 856г/м^2, несколько выше этот показатель был при норме высева 4,0 млн/га всхожих зерен (табл.4). При увеличении нормы высева увеличивалось количество растений и снижалась их продуктивная кустистость. При этом общая плотность стеблестоя и количество стеблей с колосом на единице площади от нормы высева семян практически не зависели. Количество продуктивных стеблей по вариантам опыта составляло 430-453 шт/м^2. Снижение массы зерна в колосе при увеличении плотности продуктивного стеблестоя наблюдалось только на варианте с нормой 7,0 млн/га всхожих зерен (табл.4).

Таблица 4. Влияние норм высева семян на структуру урожая озимой тритикале при гребнистом способе посева

Норма высева семян, млн/га	Количество, шт/м^2			Продуктивная кустистость	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна в колосе, г	Биологическая урожайность, г/м^2
	растений	стеблей - всего	стеблей с колосом					
4	303	495	453	1,50	44	43,4	1,89	856
5 – контроль	344	476	430	1,25	45	42,3	1, 90	823
6	370	464	437	1,18	44	43,2	1,90	819
7	398	465	438	1,10	45	40,4	1,82	797

Понижение нормы высева семян озимой тритикале до 4,0 млн/га всхожих зерен становятся возможными при высокой полевой всхожести семян, эффективном действии механизмов саморегуляции зерновых агрофитоценозов, применении приемов, направленных на усиление процесса кущения растений, на высокую сохранность растений при перезимовке растений и в процессе весеннее – летней вегетации.

При равной урожайности экономическая эффективность от применения более низких норм высева семян озимой тритикале заключается в сокращении затрат на семена, в снижении рисков, связанных с полеганием посевов.

Заключение

Таким образом, результаты исследований показали, что в условиях Тверской области современные сорта озимой тритикале на осушаемых землях способны давать, при освоении адаптивных технологий, устойчивые урожаи зерна на уровне 4-6 т/га. Переход на гребнистый ленточно-разбросной способ посева является важным элементом технологической и биологической адаптации озимой тритикале к агроэкологическим условиям осушаемых земель. На окультуренных осушаемых почвах, при размещении озимой тритикале в севообороте после сидерального пара и нормальной технологии выращивания, снижение нормы высева семян с 5,0-6,0 до 4,0 млн/га всхожих зерен, при ленточно-разбросном гребнистом способе посева, не вызывает существенных изменений в продуктивности озимой тритикале.

Литература

1. Гужов Ю.Л. Тритикале – первая зерновая культура, созданная человеком /Пер. с англ. М.Б. Евгеньева. Под ред. Ю.Л. Гужова. М.: Колос, 1978. 285 с.
2. Митрофанов Ю.И., Анциферова О.Н., Пугачева Л.В., Лукьянов С.А.Технологические особенности возделывания озимой ржи на осушаемых землях нечерноземной зоны // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №5. С.162-171.
3. Митрофанов Ю.И. О способах посева озимой ржи на осушаемых землях // Зерновое хозяйство. №3. 2006. С.10-14.
4. Савицкий М. С. Теоретические основы методики определения норм высева зерновых культур по оптимальному стеблестою. Нормы высева, способы посева и площади питания сельскохозяйственных культур / Науч. тр. ВАСХНИЛ. М: Колос, 1971. С. 5-12.

УДК 631.14: 631.5: 631.331

НОРМЫ ВЫСЕВА СЕМЯН ОЗИМОЙ РЖИ ПРИ ГРЕБНИСТОМ СПОСОБЕ ПОСЕВА

Митрофанов Ю.И., к.с.-х.н., **Пугачева Л.В.,** к.с.-х.н.,
Гуляев М.В., к.с.-х.н., **Смирнова Н.А., Лукьянов С.А.**
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г.Тверь, Россия

Процесс формирования элементов продуктивности в зерновых агрофитоценозах – биологических системах, способных к саморегуляции, осуществляется при сложном взаимодействии множества различных факторов[3,4]. Как известно, урожайность зерновых культур формируется за счет трех основных составляющих структуру урожая элементов: количества продуктивных стеблей на 1 м², количества колосков и зерен в колосе (метелке), массы 1000 зерен. В технологическом отношении большая роль в их формировании принадлежит адаптивным агротехнологиям, сортам интенсивного типа, удобрениям, обработке почвы, интегрированной системе защиты растений и др. Важнейшим звеном в формировании указанных элементов продуктивности является начальная густота стояния растений, которая в значительной степени определяет динамику процесса дальнейшего формирования стеблестоя – интенсивность кущения растений, уровень сохранности растений и стеблей при перезимовке и в период весенне-летней вегетации, количество стеблей с колосом и др. [3,4,6].

Ранее проведенные нами исследования с нормами высева семян показали, что при интенсивной технологии выращивания ржи высокие практически равные урожаи (5,0-6,0 т зерна с 1га) можно получать в широком диапазоне густоты всходов – от 182 до 562 шт/м². Установлено, что при интенсивной технологии посевы озимой ржи с густотой стояния всходов более 300 шт/м² можно считать загущенными, менее 200 – изреженными. Недостатки посевов, сформированных при излишне высоких и заниженных нормах высева хорошо известны. Слишком высокая густота стеблестоя приводит к полеганию посевов, плохому наливу зерна, большим потерям урожая, прорастанию зерна на корню во влажные годы. При увеличении количества продуктивных стеблей на 1 м^2 с 400 до 550 штук вероятность полегания посевов ржи возрастает с 10-15 до 70 до 90%. Полегание посевов может стать причиной более сильного распространения болезней, снижения качества зерна. Кроме того, завышенные нормы высева — это дополнительный расход семян. Заниженная густота стеблестоя может быть причиной недобора урожая.

Исходное количество растений на единице площади формируется под влиянием расчетной нормы высева и полевой всхожести семян. В наших опытах полевая всхожесть семян в среднем за 17 лет составила 72,0% (пред-

посевная обработка почвы комбинированным агрегатом РВК-3,6, посев сеялкой с дисковыми сошниками СЗ-3,6). По отдельным опытам она колебалась от 50,3 до 82,5%. В среднем практически третья часть семян не участвует в формировании урожая.

Значительная часть растений может погибать в зимний и ранне-весенний периоды вегетации растений. В неблагоприятные для перезимовки растений годы сохранность растений в опытах снижалась до 45%. При обычной технологии посева на более окультуренных почвах с лучшими условиями по водно-воздушному режиму гибель растений ржи при перезимовке составляла 16,1%, с худшими условиями – 43,3 %. Процент сохранившихся растений после перезимовки был существенно ниже в загущенных посевах – 59,4-62,0%, с оптимальной густотой растений – 74,1%. Гибель растений наблюдается и в период весенне-летней вегетации посевов – 23,7-33,0%. В более плотных посевах растений погибало больше. Сохранность растений в целом, в зависимости от их густоты стояния растений, изменялась от 39,9% при максимальной густоте всходов (562 шт/ м²) до 56,9% при минимальной (102 шт/ м²).

По результатам исследований оптимальный уровень исходной густоты стояния растений составил 290 шт/м² при норме высева семян 4,0млн всхожих зерен на 1 га. Применяемые сегодня нормы высева семян озимой ржи составляют 5,0-6,0 млн/га всхожих зерен и являются явно завышенными [5]. Объясняется это, в основном, опасениями получить изреженный стеблестой при пониженных нормах высева. На практике сложность создания посевов с заданными параметрами продуктивности связана с тем, что на полевую всхожесть семян, процесс кущения, перезимовку растений могут оказывать влияние большое количество нерегулируемых и плохо прогнозируемых факторов (реально сложившиеся почвенные и погодные условия, обеспеченность влагой, качество высеваемых семян и подготовки почвы, сроки и способы посева, глубину заделки семян и т.д.), во-многом, определяющих правильность принимаемых решений в отношении нормы высева.

В этой связи для реализации технологий с пониженными нормами высева семян, как показали наши опыты со способами посева, большой научно-практический интерес может представлять ленточно-разбросной гребнистый способ посева озимой ржи. Связано это, прежде всего, с тем, что при усовершенствованном варианте гребнистого посева (с выравнивающими устройствами) полевая всхожесть семян выше, чем при обычном способе посева на 7,5-21,0% и может составлять 80-95%. Кроме того, при этом способе посева, благодаря созданию более благоприятных агрофизических условий в посевном слое почвы и лучшей площади питания растений, коэффициент кущения у ржи увеличивается, по сравнению с обычным способом посева, на 8,5-21,5%, количество стеблей – на 18,8-22,7%, биомасса одного

растения – на 11,7-25,0%, сохранность растений ржи при перезимовке повышается на 12,5-19,1% и составляет 90,0-92,7%. Положительное влияние профилированной поверхности на перезимовку растений было особенно заметным в неблагоприятные годы. При гребнистом способе посева уменьшается засоренность посевов ржи, снижается поражение растений снежной плесенью и корневыми гнилями. Максимальная площадь листьев при ленточно-разбросном гребнистом посеве ржи увеличивалась на 9,1%, а биомасса растений в фазу полной спелости – на 13,8%. Фотосинтетический потенциал посевов озимой ржи на профилированной поверхности, по сравнению с ровной поверхностью, увеличился на 505 единиц, а урожайность ржи в полевых опытах – на 0,66-0,85 т/га или 12,8-17,5% [1,2]. Перечисленные преимущества указывают на возможность применения при гребнистом ленточно-разбросном способе посева более низких норм высева семян озимой ржи, чем при посеве обычным способом – сеялками с двухдисковыми сошниками.

Цель данной работы – установить влияние разных норм высева семян на формирование основных элементов продуктивности и урожайность озимой ржи при гребнистом ленточно-разбросном способе посева на осушаемых землях.

Исследования по изучению процесса формирования продуктивного стеблестоя и оптимизации норм высева озимой ржи при гребнистом ленточно-разбросном способе ее посева проводились на опытном поле ФГБНУ ВНИИМЗ. Схема опыта включала 3 варианта с нормами высева: 2,0; 4,0-контроль; 6,0 млн/га всхожих зерен сорта Дымка. Способ посева озимой ржи – гребнистый ленточно-разбросной. Ширина ленты 10-15см, высота гребней 6-8см. Предшественник – сидеральный пар (рапс яровой). Минеральные удобрения вносились под сидеральную культуру – $N_{50}P_{50}K_{50}$, под рожь 1ц/га аммиачной селитры в подкормку в начале весенней вегетации. Почвы опытного участка дерново-подзолистые хорошо окультуренные легкосуглинистые и супесчаные глееватые, осушаемые закрытым гончарным дренажем. Расстояние между дренами 20м, глубина заложения 0,9-1,2м.

Результаты исследований подтвердили высокую эффективность гребнистого ленточно-разбросного способа посева в отношении полевой всхожести семян и сохранности растений. На лучшем варианте (2,0 млн/га всх. зерен) полевая всхожесть семян составила 93,0%, процент перезимовавших растений – 90,8, сохранность растений – 86,0, выживаемость – 80% (табл.1). По сравнению с контролем количество перезимовавших растений на этом варианте было больше на 7,8%, сохранность и выживаемость растений – на 19,5%; по отношению к норме высева семян 6,0 млн/га всхожих зерен эти показатели были выше на 10,0, 28,5 и 29,0%. Плотность посева оказала очень сильное влияние на структуру урожая – количество стеблей с колосом, число зерен в колосе, массу 1000 зерен.

Таблица 1. Сохранность и выживаемость растений озимой ржи при разных нормах высева семян, среднее за 2 года

Норма высева семян, млн/га	Полевая всхожесть семян, %	Количество перезимовавших растений, %	Сохранность растений, %	Выживаемость растений, %
2,0	93,0	90,8	86,0	80,0
4,0 – контроль	91,6	83,0	66,1	60,5
6,0	88,5	80,8	57,6	51,0

При увеличении густоты растений возрастала общая плотность стеблестоя и количество стеблей с колосом. Увеличение плотности продуктивного стеблестоя сопровождалось снижением массы зерна в колосе. Количество стеблей с колосом по вариантам опыта изменялось в пределах от 289 до 390 шт/м^2,число зерен в колосе от 45,0 до 51,6 шт., масса 1000 зерен – от 27,5 до 31,7 грамма, масса зерна в колосе – от 1,24 до 1,63 грамма. На варианте с нормой высева 2,0 млн количество стеблей с колосом, по сравнению с контролем, уменьшилось на 17,9%, а масса зерна в колосе увеличилась на 14,1% (табл.2).

Таблица 2. Влияние норм высева семян на структуру урожая озимой ржи при гребнистом способе посева, среднее за 2 года

Норма высева семян, млн/га	Количество, шт/м^2			Продуктивная кустистость	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна в колосе, г	Биологическая урожайность, т/га
	растений	стеблей - всего	стеблей с колосом					
2,0	160	341	289	1,83	51,6	31,7	1,63	4,71
4,0 – контроль	242	383	352	1,47	48.5	28,9	1,40	4,93
6,0	306	469	390	1,44	45,0	27,5	1,24	4,84

По биологической урожайности варианты опыта различалась незначительно – урожайность колебалась в пределах 4,71-4,93 т/га. В данном случае потери урожая на варианте с нормой высева 2 млн из-за снижения количества стеблей с колосом, по сравнению с другими вариантами, были компенсированы за счет большей массы зерна в колосе, лучших показателей по количеству зерен в колосе и массе 1000 зерен. По полевым учетам урожая некоторое преимущество, статистически недостоверное, было за вариантом с нормой высева 2,0 млн/га всхожих зерен – урожайность ржи на этом варианте составила 4,55 т/га (табл.3). Полученные результаты показали, что при гребнистом ленточно-разбросном способе посева озимой ржи возможны сверхнизкие нормы высева семян. Практическая реализация технологий с минимальными нормами высева семян возможна при высокой полевой всхожести семян, эффективном действии механизмов саморегуляции зерновых агрофитоценозов, применении приемов, направленных на усиление процесса кущения растений, создание условий для высокой сохранности растений при перезимовке растений и в процессе весенне-летней вегетации.

Таблица 3. Влияние норм высева семян на урожайность озимой ржи при гребнистом способе посева, т/га

Норма высева семян, млн/га	2017г.	2018г.	Среднее за 2 года	К контролю:	
				±	%
2,0	4,41	4,55	4,48	+0,31	107,4
4,0 - контроль	3,96	4,37	4,17	-	100,0
6,0	4,07	4,13	4,10	- 0,07	98,3

При гребнистом ленточно-разбросном способе посева озимой ржи с пониженными нормами высева полевая всхожесть семян и процент перезимовавших растений могут составлять более 90%, а сохранность растений – более 80,0%.

Экономическая эффективность от уменьшения нормы высева семян при возделывании озимой ржи заключается в сокращении затрат на семена, в снижении рисков, связанных с полеганием посевов. На окультуренных осушаемых землях при норме высева семян 2,0 млн/га всхожих зерен их весовая норма с учетом биологических особенностей сорта может составлять 60-70кг/га, вместо 120-140 кг при норме высева 4,0 млн и 180-210кг при норме 6,0 млн/га всхожих зерен. При этом расход семян на производство 1 тонны ржи (при урожайности 4,0 т/га) снизится с 35-50 до 15-17кг. В семеноводческих посевах при снижении нормы высева существенно увеличивается коэффициент размножения семян.

Заключение

Таким образом, гребнистый ленточно-разбросной способ посева, за счет своих технологических преимуществ, существенно расширяет возможности для уменьшения норм высева семян при выращивании озимой ржи на осушаемых землях. Снижение нормы высева семян с 4,0-6,0 до 2,0 млн/га всхожих зерен при этом способе посева не вызывает существенных изменений в продуктивности посевов озимой ржи. Затраты на семена, при этом, по сравнению с нормами высева, рекомендованными для обычной технологии посева, снижаются в 2-3 раза.

Литература

1. Митрофанов Ю.И., Анциферова О.Н., Пугачева Л.В., Лукьянов С.А.Технологические особенности возделывания озимой ржи на осушаемых землях нечерноземной зоны //Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №5. С.162-171.
2. Митрофанов Ю.И. О способах посева озимой ржи на осушаемых землях // Зерновое хозяйство. №3. 2006. С.10-14.
3. Савицкий М. С. Теоретические основы методики определения норм высева зерновых культур по оптимальному стеблестою /Нормы высева, способы посева и площади питания сельскохозяйственных культур: Науч. тр. ВАСХНИЛ. М: Колос, 1971. С. 5-12.
4. Синягин И.И. Площади питания растений. М.: - Россельхозиздат. -1970. – 232 с.
5. Система земледелия на мелиорированных землях Нечерноземной зоны РСФСР (рекомендации). М., 1984. – 180с.
6. Яблоков Ю. Н. Формирование стеблестоя при разных нормах высева семян // Селекция и семеноводство. 1985. № 3. С.57-58.

РАЗДЕЛ II. Управление плодородием почв, агромелиоративным состоянием и продуктивностью мелиорированных земель

УДК 631.86

ЗАВИСИМОСТЬ ПИТАТЕЛЬНОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ ОТ РАВНОМЕРНОСТИ ВНЕСЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Конашенков А.А.[1] д.с.-х.н., **Иванова Ж.А.**[2] к.с.-х.н.

[1]ФГБНУ Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения
г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Россия
[2]ФГБНУ Агрофизический научно-исследовательский институт,
г. Санкт-Петербург, Россия

Несмотря на вынужденное существенное сокращение объемов применения органических и минеральных удобрений, практика их использования в современных условиях изобилует негативными эффектами, связанными, как с деградацией плодородия почв (Иванов, Воробьёв, Иванова, 2015; Иванова и др., 2016), так и с их неравномерным распределением по удобряемым площадям (Конашенков и др., 2007; Иванов, Конашенков, 2012). Именно этот фактор часто признаётся одним из ведущих в снижении отдачи от удобрений и обострении пространственной неоднородности важнейших агропроизводственных свойств дерново-подзолистых почв (Иванов, Конашенков, 2012; Иванов и др., 2014; Конашенков и др., 2016). С целью оценки его влияния на характер и неоднородность азотного питательного режима нами было выполнено комплексное исследование.

Объектами изучения в полевом стационарном эксперименте выступали почва и культуры овощного севооборота «картофель - морковь столовая - однолетние травы - капуста белокочанная - редька чёрная - свёкла столовая», под которые вносилось 60+60 т/га навоза при разной степени равномерности распределения его по поверхности поля. Почва дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая среднеокультуренная, имела на момент закладки опыта следующие агрофизические и агрохимические показатели: плотность сложения (после посева) – 1,27 г/см^3 , плотность твёрдой фазы – 2,62 г/см^3 , скважность – 51 %, pHkcl – 5,99, Hг – 1,56 мМоль/100г, Sосн. – 9,70 мМоль/100г, Vосн. – 86 %, гумус – 2,29 %, N вал. – 0,09 %, P_2O_5 вал. – 0,15 %, K_2O вал. – 2,0 %, P_2O_5 подв. – 447 мг/кг, K_2O подв. – 166 мг/кг. В опыте при закладке под картофель использовался перепревший навоз крупного рогатого скота влажностью 49 % с содержанием в сухом веществе 1,34 % N, 0,84 % P_2O_5 и 0,84 % K_2O, а под капусту – полуперепревший свиной влажностью 78 % с содержанием в сухом веществе 2,00 % N, 1,09 % P_2O_5 и 1,59 % K_2O.

Предусмотренные схемой опыта варианты степени неравномерности внесения навоза (V = 0 – 25 – 50 – 100 %) моделировались искусственно с учётом данных модельного опыта №3. Для этого делянка общей площадью 105м^2 разбивалась на шесть равных полос (7м×2,5м), на которые вносилось расчётное количество навоза.

Сельскохозяйственные культуры возделывались по зональным технологиям с частичной механизацией производственных процессов. Чистота посевов от сорняков поддерживалась как агротехническими приёмами, так (на отдельных овощных культурах) и применением гербицидов. При необходимости применялись так же сплошные фунгицидные и инсектицидные обработки. Для оценки агроэкологических последствий неравномерности распределения навоза по площади делянки, помимо средних проб, отбирались почвенные и растительные образцы с соответствующих групп миниделянок: при V = 25 % - 40, 65 и 75 т/га; V = 50 % - 20, 70 и 90 т/га; V = 100 % - 2, 40 и 135 т/га. Повторность в опыте трёхкратная.

Принимая во внимание давно известное значение органических удобрений, нами ожидалась заметная оптимизация азотного режима изучаемой почвы как за счёт поступления значительного количества азота в составе навоза, так и вследствие роста её микробиологической активности. Фактический уровень действия навоза на азотный режим почвы опыта определялся её исходными свойствами, уровнем поступления азота с навозом, деятельностью почвенной микрофлоры, а также продуктивными и непродуктивными потерями элемента.

Поскольку почва опыта до его закладки в течение трёх лет была занята клеверо-тимофеечной смесью, в пределах пахотного слоя её исходно отличала высокая обеспеченность легкогидролизуемыми соединениями. И хотя потенциально это снижало уровень устанавливаемых нами эффектов, нивелировать их было невозможно, так как поступление азота в почву составляло от 0 в контроле до 14-923 кг/га на миниделянках удобренных навозом вариантов.

Результаты химических анализов почвенных образцов подтвердили, что к моменту начала вегетации полевых культур из-за недостаточной микробиологической активности почва в пределах А пах. характеризовалась низкой обеспеченностью обменным аммонием (17-21 мг/кг) и очень низкой – нитратной формой азота (1-3 мг/кг). И хотя в июне на фоне растущей теплообеспеченности и активности аммонификаторов содержание обменного аммония увеличивалось в среднем по годам на 70 % (до 26-38мг/кг), для оптимального питания растений и нитрифицирующих бактерий этого было явно недостаточно.

Максимум содержания нитратов в почве наблюдался, как правило, на 2-4 недели позже пикового показателя содержания обменного аммония, но и его абсолютная величина была очень низкой (всего 4-9 мг/кг). С начала

июля расходные статьи баланса минеральных форм азота в почве явно доминировали над приходными, вследствие чего их содержание постепенно снижалось. Главными факторами этой отрицательной динамики выступали потребление элемента культурами опыта, иммобилизация почвенной микрофлорой, а также инфильтрационные и денитрификационные потери нитратов. Абсолютные минимумы содержания последних в Апах. (до 1-3мг/кг) в летний период полностью совпадали по срокам с условиями переувлажнения, многократно тормозящими нитрификацию и усиливающими непродуктивные потери нитратов.

Поскольку трансформация органических и минеральных соединений азота в почве нацело определяется деятельностью почвенной биоты и растений, характер азотного режима в удобренных вариантах был практически таким же, как и в контроле. Правда, преимущество равномерно удобренной 60 т/га навоза почвы в обеспеченности подвижным азотом стало достоверным уже через две недели после его внесения и постепенно закономерно снижалось от первого к третьему году исследований. В среднем по результатам наблюдений в первый, второй и третий год оно составило 36, 19 и 18 % по обменному аммонию и 37, 23 и 13 % – по нитратной форме соответственно.

Сравнительно низкие показатели обеспеченности удобренной почвы подвижным азотом (35-49 мг/кг $N\text{-}NO_3^-$+$N\text{-}NH_4^+$) в период его максимального потребления культурами (при поступлении с навозом 410 кг/га элемента) мы связываем с резким усилением иммобилизационной деятельности микрофлоры и ростом его продуктивных и непродуктивных потерь, на что указывают весьма авторитетные исследователи и результаты учёта урожайности культур севооборота. Эта закономерность ещё раз дополнительно подтвердила огромное значение почвенной биоты в формировании благоприятных условий азотного питания полевых культур. При этом очень важным является равномерное высвобождение минеральных форм элемента в ходе иммобилизационно-мобилизационных процессов, при которых их абсолютное содержание (особенно нитратов) может оставаться сравнительно невысоким.

И всё же, несмотря на высокую «сопротивляемость» изучаемой почвы к повышению содержания подвижного азота за счёт внесения навоза, данные наблюдений с разноудобренных миниделянок показывают, что уровень оптимизации азотного питания всё же коррелировал с фактической дозой навоза. В частности, достоверных положительных эффектов практически не обнаруживалось на недоудобренных миниделянках, где в результате неравномерного внесения поступило менее 20 т/га навоза. Напротив, максимальная обеспеченность аммонийным и нитратным азотом была свойственна почвам переудобренных миниделянок с дозами выше 60т/га.

Усреднённые данные анализов по изучаемым вариантам степени равномерности внесения навоза оказались весьма близкими и не выявили достоверных последствий разноудобренности в варианте V – 25% (табл. 1).

Напротив, фактические отличия в азотном режиме разноудобренных миниделянок при V – 50 и 100 % были достоверными на протяжении большей части периода наблюдений. В последних двух вариантах в почву недоудобренных и переудобренных миниделянок было внесено в составе навоза 137-615 и 14-923 кг/га азота соответственно. В результате даже на фоне описанной выше буферности почвы среднее за вегетацию содержание аммонийного азота в них составило в год внесения 28 и 36 мг/кг в варианте с неравномерностью в 50 %, 28 и 42 мг/кг – в варианте с неравномерностью в 100 % и в последействии 24 и 31, 24 и 32 мг/кг, соответственно.

Таблица 1. Изменение параметров питательного режима
почвы в зависимости от степени равномерности внесения навоза

Варианты опыта	Доза по группе миниделянок, т/га	Агрохимические показатели							
		pH_{KCl}		Nлг, мг/кг		P_2O_5 подв., мг/кг		K_2O подв., мг/кг	
		начало	конец	начало	конец	начало	конец	начало	конец
Навоз (V – 0 %)	60	5,97	5,95	103	117	454	461	159	110
	60	5,88	5,99	94	108	441	449	149	94
	60	5,88	6,07	92	101	436	451	144	94
	Среднее	5,91	6,00	96	109	443	454	151	99
Навоз (V – 25 %)	40	5,72	5,86	85	87	455	442	168	95
	65	5,69	5,83	103	100	455	459	160	102
	75	5,90	5,98	95	111	440	458	166	115
	Среднее	5,77	5,89	94	99	450	453	165	104
Навоз (V – 50 %)	20	6,11	6,00	104	87	443	434	153	80
	70	6,01	6,00	108	118	443	480	171	110
	90	6,00	6,02	92	122	458	510	162	126
	Среднее	6,04	6,01	101	109	448	475	162	105
Навоз (V – 100 %)	2	6,11	6,02	107	92	443	427	157	106
	40	6,12	6,05	103	108	443	444	158	117
	135	6,04	6,10	93	129	446	534	170	161
	Среднее	6,09	6,06	101	110	444	468	162	128

Аналогичные усреднённые показатели обеспеченности Апах. недоудобренных и переудобренных миниделянок нитратным азотом в вариантах с неравномерностью 50 и 100 % составили 2,9 и 5,3, 3,2 и 6,4 мг/кг в год прямого действия и 2,4 и 3,8, 2,2 и 4,6 мг/кг в год последействия соответственно. Это значит, что разница в содержании в недоудобренной и переудобренной почве обменного аммония и нитратного азота составляла в среднем в варианте с неравномерностью 50 % 29 и 83 % в первый год, 29 и 58 % во второй, в варианте с неравномерностью 100 % 50 и 100 % в первый год, 33 и 109 % во второй год. В отдельные же периоды вегетации уровень таких отличий доходил до 108-147%.

Математически рассчитанный коэффициент вариации обеспеченности пахотного слоя подвижным азотом при V – 50 и 100 % составил 32 и

41 % в год прямого действия и 29 % – в год последействия. Зафиксированные нами нежелательные последствия разноудобренности, выразившиеся в создании искусственной пестроты азотного режима почвы, стали главнейшим (а по сути решающим) фактором ухудшения основных показателей агроэкологической эффективности применения навоза. Нарушение агротехнических требований к равномерности внесения навоза, выразившееся в формировании недоудобренных и переудобренных участков, несколько слабее сказывалось на азотном режиме лишь на второй год последействия навоза. Это вполне закономерно, поскольку за два предыдущих года большая часть азотсодержащего органического вещества навоза минерализовалась и вступила в биологический круговорот. К тому же сказалась и неоднократная обработка почвы. Тем не менее, по завершении эксперимента через 6 лет (после двукратного применения навоза) пространственная неоднородность агрохимических свойств возросла существенно (табл. 2) контрастнее по всем показателям, кроме обменной кислотности. И хотя при этом коэффициент вариабельности пока не превысил 25 %, по содержанию легкогидролизуемых соединений азота он увеличился в 2,3-2,4 раза с 7-8 до 17-18 %.

Таблица 2. Динамика вариабельности агрохимических свойств почвы в зависимости от степени равномерности внесения навоза

Агрохимические свойства, ед. измерения	Статистические показатели неоднородности (перед чертой – в начале, за чертой – в конце опыта)			
	M	m_{min}	m_{max}	V, %
Навоз (V – 0 %)				
pH_{KCl}	5,91/6,00	5,88/5,95	5,97/6,07	1/1
Nлг, мг/кг	96/109	92/101	103/117	6/7
P_2O_5 подв., мг/кг	443/454	436/449	454/461	2/1
K_2O подв., мг/кг	151/99	144/94	159/110	5/9
Навоз (V – 25 %)				
pH_{KCl}	5,77/5,89	5,69/5,83	5,90/5,98	2/1
Nлг, мг/кг	94/99	85/87	103/111	10/12
P_2O_5 подв., мг/кг	450/453	440/442	455/459	2/2
K_2O подв., мг/кг	165/104	160/95	168/115	3/10
Навоз (V – 50 %)				
pH_{KCl}	6,04/6,01	6,00/6,00	6,11/6,02	1/1
Nлг, мг/кг	101/109	92/87	108/122	8/18
P_2O_5 подв., мг/кг	448/475	443/434	458/510	2/8
K_2O подв., мг/кг	162/105	153/80	171/126	6/19
Навоз (V – 100 %)				
pH_{KCl}	6,09/6,06	6,04/6,02	6,12/6,10	1/1
Nлг, мг/кг	101/110	93/92	107/129	7/17
P_2O_5 подв., мг/кг	444/468	443/427	446/534	1/12
K_2O подв., мг/кг	162/128	157/106	170/161	4/25

Таким образом, существенное снижение пространственной однородности агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы при использовании высоких доз навоза с вариацией последних в пределах удобряемой площади в 50 и более процентов может происходить в весьма короткие сроки. В реальном земледелии достижение критических параметров сдерживается лишь фактором случайности (несовпадением переудобренных и недоудобренных зон в разные годы внесения удобрений).

Представленные выше материалы убедительно подтвердили нашу научную гипотезу, о том, что при высоком оптимизирующем эффекте навоза относительно азотного режима почвы, его неравномерное внесение станет фактором формирования искусственной пестроты в обеспеченности почвы макроэлементом, находящимся в первом минимуме. Несмотря на высокую буферную способность изучаемой дерново-подзолистой почвы к повышению содержания подвижного азота, очаги её неравномерной удобренности навозом отчётливо проявлялись в первые два года исследований и в виде тенденций – в третий. На переудобренных участках фактически создавались оптимальные условия для необоснованных (газообразных и инфильтрационных) потерь ценнейшего элемента, тогда как параметры обеспеченности им недоудобренных частей делянки были далеки от оптимальных. Внесение же навоза с соблюдением агротехнических требований по равномерности следует рассматривать как одно из обязательных условий по предотвращению дальнейшего увеличения пространственной изменчивости агрохимических свойств почвы. В силу относительно малого потребления фосфора культурами, значительной защищённости фосфатов навоза от ретраградации и иных потерь, неравномерное внесение навоза вносило пестроту в показатели фосфатного режима во все годы опыта. При коэффициенте вариации доз в 50 и 100 % различия в содержании подвижных соединений составляли 18-25 %, а в подвижности фосфатов 25-84 %. Разница в показателях переудобренных и недоудобренных почв составляла по подвижному калию 52-58 %, по водорастворимому – 7-81 %.

Литература

1. Иванов, А.И. Современные деградационные процессы в хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах [Текст] / А.И. Иванов, В.А. Воробьёв, Ж.А. Иванова // Проблемы агрохимии и экологии. - 2015. - № 3. - С. 15-19.

2. Иванова, Ж.А. Агроэкологические последствия длительного применения дефицитных систем удобрения на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах [Текст] / Ж. А. Иванова и др. // Агрохимия. - 2016. - № 4. - С. 10-17.

3. Конашенков, А.А. Агротехнические аспекты реализации биоклиматического потенциала Северо-Запада России [Текст] /А.А. Конашенков и др. // Агрофизика. 2016. № 2. С. 35-44.

4. Иванов А.И. Агроэкологические последствия неравномерного внесения навоза в овощном севообороте [Текст] / А.И. Иванов, А.А. Конашенков // Агрохимия. 2012. № 6. С. 66-72.

5. Конашенков, А.А. Равномерность внесения навоза и пестрота почвенного плодородия [Текст] / А.А. Конашенков и др. // Плодородие. 2007. № 2. С. 16-18.

6. Иванов, А.И. Оценка параметров пространственной неоднородности показателей почвенного плодородия [Текст] / А.И. Иванов и др. // Агрохимия. 2014. № 2. С. 39-49.

УДК 631.81

ЗАПАСЫ МИНЕРАЛЬНЫХ ФОРМ АЗОТА И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТОВ НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

Окорков В.В., д.с.-х.н.

ФГБНУ «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр»
601261, Россия, Владимирская обл., г. Суздаль

На дерново-подзолистых и серых лесных почвах Верхневолжья [1, 2] выявлена определяющая роль азотных удобрений в повышении урожайности полевых культур различных севооборотов. На серых лесных почвах главенствующее влияние на урожай и его качество оказывали запасы нитратного азота в слое 0-40 см почвы, накопленные в ранние фазы роста и развития возделываемых культур. В какой-то мере это объясняется тем, что при температурах выше 10°С растения потребляют преимущественно нитратную форму азота [3]. Однако исследованиями Д.Н. Прянишникова [4] и его школы выявлена возможность активного поглощения растениями как нитратного, так и аммонийного азота. Оптимум поглощения $N\text{-}NH_4$ наблюдался при pH около 7,0, $N\text{-}NO_3$ – при слабокислой реакции среды. Эти исследования проведены преимущественно в водных культурах. В полевых же условиях процессы трансформации удобрений далеки от наблюдаемых в водных культурах.

На серых лесных почвах Верхневолжья в 8- и 7-польных севооборотах установлена тесная степенная или гиперболическая связь средней ежегодной продуктивности их со средними запасами нитратного азота в слое 0-40 см почвы в ранний период вегетации культур [2, 5]. Такие же взаимосвязи наблюдали между первым параметром и суммой запасов нитратного и аммонийного азота в жидкой фазе почвы в тот же срок (мобильным фондом азота). Содержание аммонийного азота в ней оценивали расчетным путем. При этом коэффициент использования исходных запасов $N\text{-}NO_3$ до середины вегетации культур (49-70%) был в 3-5 раз более высоким, чем $N\text{-}NH_4$ (7,5-26,1%). Об этом судили по снижению запасов этих форм азота в середине вегетации культур по сравнению с ее началом, к исходным запасам [2, 5]. По-нашему мнению, более высокое использование растениями азота нитратов почвы обусловлено полным нахождением их в жидкой фазе почвы, а аммонийного азота – частичным. В настоящее время в агрохимических исследованиях аммонийный азот почвы определяют после вытеснения его из ППК 1 М раствором KCl [6], то есть оценивают сумму обменных ионов NH_4^+ и жидкой фазы. Однако концентрацию и запасы аммонийного азота только в жидкой фазе почвы можно определить с помощью ионоселективного электрода на ионы NH_4^+.

Цель исследования – оценить влияние минеральных форм азота почвы на продуктивность культур севооборота, сравнить расчетные и экспериментальные значения содержания аммонийного азота в жидкой фазе серых лесных почв Верхневолжья.

Материалы и методы исследования. Исследования выполняли на серых лесных почвах Верхневолжья в многолетнем стационарном опыте ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», заложенном в 1991-1993 гг. [2, 5]. Опыт был развернут в пространстве в 3-х полях. В 1-й ротации чередование культур следующее: 1) занятой пар (викоовсяная смесь); 2) озимая рожь; 3) картофель; 4) овёс с подсевом трав; 5) травы 1-го года пользования; 6) травы 2-го года пользования; 7) озимая рожь; 8) ячмень. Во 2-й ротации (1999-2008 гг.) озимую рожь, высеваемую после многолетних трав, заменили яровой пшеницей, а в 3-й ротации (2007-2015 гг.) из севооборота исключили картофель; после занятого пара высевали яровую пшеницу, трав 2-го года пользования – озимую пшеницу.

В занятом пару 1-й ротации провели известкование по полной гидролитической кислотности. На его фоне изучали влияние различных доз подстилочного навоза КРС (0, 40, 60 80 т/га), вносимого под озимую рожь после уборки занятого пара, и минеральных удобрений, их сочетания на агрохимические свойства серых лесных почв. Во 2-й и 3-й ротациях исследования вели по последействию известкования.

В 1-й и 2-й ротациях в качестве одинарной дозы удобрений под зерновые, однолетние и многолетние травы вносили $P_{40}K_{40}$ и $N_{40}P_{40}K_{40}$, под картофель – $P_{60}K_{80}$ и $N_{60}P_{60}K_{80}$. Под травы 1-го года пользования двойная доза минеральных удобрений во всех ротациях составила $N_{40}P_{80}K_{80}$.

В 3-й ротации 7-польного севооборота под зерновые культуры и травы 1-го и 2-го лет пользования в качестве одинарных доз использовали $P_{40}K_{40}$ и $N_{40}P_{40}K_{40}$.

В опыте применяли аммиачную селитру, простой (двойной) суперфосфат, калийную соль (хлористый калий). Фосфорно-калийные удобрения вносили осенью под основную обработку почвы, азотные – весной под предпосевную культивацию под однолетние травы и яровые зерновые, в подкормку озимых и многолетних трав. Причем, азотные удобрения под культуры весеннего сева вносили сразу после закрытия влаги. Считали, что до всходов интенсивно протекала трансформация азота почвы и удобрений [7]. Фосфорно-калийные удобрения под травы 1-го года пользования вносили поверхностно после уборки покровной культуры, под травы 2-го года пользования – осенью поверхностно после уборки трав 1-го года пользования.

Во всех ротациях солома зерновых измельчалась, заделывалась в почву основной обработкой.

Агрохимические анализы почвы и растений выполняли по методикам, изложенным в работе [6].

Результаты исследования и их обсуждение. В табл. 1 представлены среднегодовые запасы $N\text{-}NO_3$ и $N\text{-}NH_4$ в почве и жидкой фазе серых лесных почв в зависимости от систем удобрения за 1992-2008 гг. (1-я и 2-я ротации 8-польного севооборота). Запасы в почве $N\text{-}NO_3$ и $N\text{-}NH_4$ рассчитывали

непосредственно по данным содержания в почве нитратного азота (потенциометрический метод [6]) и аммонийного азота (метод индофеноловой зелени [6]). По отношению снижения запасов $N\text{-}NO_3$ во 2-й срок наблюдений по сравнению с 1-м к исходным запасам рассчитывали коэффициент использования нитратного азота, полностью находящегося в жидкой фазе, за указанный период. Полагали, что снижение аммонийного азота во 2-й срок наблюдений по сравнению с 1-м происходило преимущественно за счет поглощения его из жидкой фазы. Было допущено, что доля поглощения как нитратного, так и аммонийного азота из жидкой фазы была одинаковой. Поэтому, разделив размеры снижения запасов аммонийного азота на долю уменьшения запасов нитратного азота, оценивали запасы аммонийного азота в жидкой фазе в 1-й срок наблюдений. Сумма запасов нитратного и аммонийного азота в жидкой фазе в ранний период вегетации культур представляет мобильный фонд (МФ) азота.

Таблица 1. Среднегодовые запасы $N\text{-}NO_3$ и $N\text{-}NH_4$ в почве и жидкой фазе её в слое 0-40 см за 1992-2008 гг. в зависимости от систем удобрения

Вариант опыта	Запасы в 1-й срок, кг/га		Снижение запасов во 2-й срок по сравнению с 1-м			Исходные запасы в жидкой фазе, кг/га		Мобильный фонд азота, кг/га
	$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$, кг/га	$N\text{-}NO_3$, %	$N\text{-}NH_4$, кг/га	$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NH_4$	
1. Контроль	45	178	25	56	14	45	25	70
2. Известь (фон – Ф)	47	174	23	49	13	47	26	73
3. Ф + РК	46	182	23	50	19	46	38	84
4. Ф + NPK	100	185	63	63	24	100	38	138
5. Ф + 2 NPK	150	194	83	55	25	150	45	195
6. Ф+навоз 40т/га ($Н_{40}$)	46	184	27	59	20	46	34	80
7. Ф + $Н_{60}$	50	188	28	56	24	50	43	93
8. Ф + $Н_{80}$	50	189	27	54	21	50	39	89
9. Ф + $Н_{40}$ + РК	46	180	25	54	16	46	30	76
10.Ф+ $Н_{40}$ + NPK	104	186	64	62	29	104	47	151
11. Ф + $Н_{40}$ + 2NPK	155	191	86	56	25	155	45	200
12. Ф + $Н_{60}$ + РК	50	190	27	54	18	50	33	83
13. Ф + $Н_{60}$ + NPK	104	187	63	61	27	104	44	148
14. Ф + $Н_{60}$ + 2NPK	150	192	83	55	21	150	38	188
15, Ф + $Н_{80}$ + РК	59	182	35	59	19	59	32	91
16. Ф + $Н_{80}$ + NPK	110	185	69	63	23	110	36	146
17. Ф + $Н_{80}$ + 2NPK	159	201	85	54	26	159	48	207

Примечания. 1 – среднегодовые запасы в 1-й срок - средние величины, полученные для всходов яровых зерновых и однолетних трав и отрастания озимых и многолетних трав; 2 – среднегодовые запасы во 2-й срок – средние величины, полученные в фазу колошения зерновых и бутонизации трав.

Видно, что среднегодовые запасы нитратного азота в 1-й и 2-й ротациях севооборотов (табл. 1) в вариантах без удобрений варьировали от 45 до 47 кг/га. Применение органических удобрений повышало этот параметр до 46-59 кг/га. Резкое возрастание запасов нитратного азота произошло при применении азотных удобрений в составе NPK. В вариантах сочетания органических удобрений с полным минеральным на запасы $N\text{-}NO_3$ преимущественно влиял азот минеральных удобрений. Их снижение во 2-й срок по сравнению с 1-м в вариантах без удобрений составило 23-25 кг/га, резко возросло в вариантах с применением азотных удобрений (63-109 кг/га).

Среднегодовые запасы $N\text{-}NH_4$ в слое 0-40 см почвы в ранний период вегетации культур севооборотов за 1-ю и 2-ю ротации варьировали от 174 до 201 кг/га. Их среднегодовое снижение во 2-й срок наблюдений по сравнению с 1-м изменялось от 13 до 29 кг/га. Оно было в 2-3 раза более низким, чем азота нитратов, что свидетельствовало о решающей роли нитратного азота почвы в повышении урожайности возделываемых культур севооборотов.

По нашим расчетам средняя ежегодная доля запасов аммонийного азота в жидкой фазе серой лесной почвы (слой 0-40 см) от исходных запасов в почве в ранний период вегетации культур по вариантам опыта варьировала от 14,0 до 23,9%. Она заметно повышалась в вариантах с применением NPK, в том числе и при сочетании с навозом. Коэффициент использования исходных запасов аммонийного азота почвы изменялся от 7,5 до 15,6%, а нитратного азота – от 49 до 63%.

За 1-ю и 2-ю ротации среднегодовая продуктивность севооборота ($У_{1-2}$, ц/га з.е.) возрастала от среднегодовых запасов $N\text{-}NO_3$ в слое 0-40 см почвы, определенных в ранний период вегетации культур (x, кг/га), по степенной (уравнение 1) или гиперболической (уравнение 2) зависимостям:

$$У_{1-2} = 31{,}0\ (x\text{-}44)^{0{,}062},\ R^2 = 0{,}912; \qquad (1)$$

$$У_{1-2} = 47{,}4\ \frac{x}{20{,}2 + x},\ R^2 = 0{,}996 \qquad (2)$$

Такую же тесную связь средней продуктивности севооборота наблюдали и с мобильным фондом азота (z, кг/га)

$$У_{1-2} = 28{,}6\ (z - 69)^{0{,}075},\ R^2 = 0{,}886; \qquad (3)$$

$$У_{1-2} = 51{,}0\ \frac{z}{42{,}6 + z},\ R^2 = 0{,}993. \qquad (4)$$

Близкие взаимосвязи средней продуктивности севооборота с запасами нитратного азота и его МФ (уравнения 1-4) свидетельствовали об определяющей величину последнего параметра роли запасов нитратного азота.

Так как для диагностики азотного питания культур возникает необходимость непосредственной оценки МФ азота в ранний период их вегетации, то для определения содержания $N\text{-}NH_4$ в жидкой фазе использовали ионоселективный пленочный электрод ЭЛИС-121NH_4.

На образцах конца 2-й ротации севооборота с высоким содержанием аммонийного азота в почве была изучена взаимосвязь его с содержанием N-NH_4^+ в водной вытяжке при соотношении почва : вода 1:1 (табл. 2).

Таблица 2. Взаимосвязь между содержанием аммонийного азота в почве и водной (1:1) вытяжке под ячменем (поле № 2, 2007 г.), мг/100 г почвы

№ варианта	Содержание N-NH_4 в слое 0-20 см			Содержание N-NH_4 в слое 20-40 см		
	в почве	в водной вытяжке (1:1)	доля N-NH_4 в водной вытяжке, %	в почве	в водной вытяжке (1:1)	доля N-NH_4 в водной вытяжке, %
1.	5,77	0,249	4,32	3,42	0,099	2,90
2.	6,92	0,377	5,45	4,23	0,134	3,17
3.	4,40	0,161	3,66	2,97	0,074	2,49
4.	4,65	0,193	4,15	2,73	0,053	1,94
5.	4,10	0,153	3,73	4,76	0,168	3,53
6.	5,64	0,243	4,31	4,06	0,131	3,23
7.	5,26	0,202	3,91	5,21	0,157	3,01
8.	6,40	0,300	4,69	2,70	0,067	2,48
9.	6,68	0,321	4,80	3,49	0,104	2,98
10.	6,77	0,314	4,64	3,53	0,060	1,70
11.	6,24	0,314	5,03	4,63	0,168	3,63
12.	4,17	0,137	3,28	4,10	0,125	3,05
13.	6,02	0,279	4,63	3,06	0,104	3,40
14.	6,79	0,413	6,08	5,64	0,261	4,63
15.	5,44	0,306	5,62	3,23	0,111	3,44
16.	4,84	0,202	4,17	4,47	0,143	3,20
17.	5,82	0,306	5,26	4,04	0,137	3,39

Видно, что в слоях почвы 0-20 и 20-40 см (табл. 2, уравнения 5 и 6) наблюдалась тесная линейная связь между содержанием аммонийного азота в почве (метод индофеноловой зелени) и водной вытяжке, что свидетельствовало о целесообразности определения N-NH_4 в жидкой фазе серых лесных почв Верхневолжья:

$$У_{0-20} = 0,133 + 0,078(x-4),\ n = 17,\ R^2 = 0,871; \quad (5)$$

$$У_{20-40} = 0,048 + 0,053(x-2,5),\ n = 17,\ R^2 = 0,832; \quad (6)$$

где $У_{0-20}$ и $У_{20-40}$ – содержание N-NH_4 в водной вытяжке соответственно в слоях почвы 0-20 и 20-40 см в мг/100 г почвы; x – содержание N-NH_4 в почве в соответствующих слоях её, мг/100 г почвы.

В верхнем гумусовом слое содержание аммонийного азота, как в почве, так и водной вытяжке было более высоким, чем в слое 20-40 см почвы. Более высока была и доля перехода ионов NH_4^+ из обменного состояния в жидкую фазу (3,3-6,1%).

Потепление климата, заметно проявившееся с 2010 года, и экономное внесение удобрений способствовали активному переходу аммоний-

ного азота в нитратную форму, которая быстро поглощалась возделываемыми культурами. Это привело к снижению содержания аммонийного азота, как в пахотном, так и подпахотном слоях почвы. В 2018 году по сравнению с 2007 г. наблюдали снижение содержания аммонийного азота в слое 0-20 см с 4,10-6,92 до 0,67-2,02 мг/100 г почвы.

Доля $N\text{-}NH_4$ в водной вытяжке от его содержания в слое почвы 0-20 см (0,67-2,02 мг/100 г) почвы варьировала от 5,1 до 12,5% и составила в среднем 7,2% по всем вариантам опыта. С уменьшением запасов аммонийного азота в почве может увеличиваться доля его перехода в жидкую фазу. В то же время с уменьшением его запасов в почве в обменном состоянии могут оставаться наиболее прочно связанные ионы NH_4^+, что может снижать степень их перехода в жидкую фазу.

Доля запасов ионов NH_4^+ в жидкой фазе от их запасов в почве, установленная расчетным путем за 1992-2008 гг., варьировала от 14 до 23,9% (табл. 1). В то же время экспериментальные данные показали, что доля перехода в жидкую фазу аммонийного азота почвы из слоя 0-20 см в 2007 году колебалась от 3,3 до 6,1%, в слое 20-40 см – от 1,7 до 4,6% (табл. 2). По-нашему мнению, это обусловлено различиями в механизме поглощения ионов NO_3^- и NH_4^+ корнями растений. Ионы NO_3^- в растения поступают преимущественно пассивно, а ионы NH_4^+ при очень низкой концентрации их в жидкой фазе (10^{-4}…10^{-5} г-ион/л) – с помощью активных переносчиков. Последний процесс протекает с затратой энергии.

Возможно и поглощение ионов аммония корнями без перехода в жидкую фазу при контакте корней с поверхностью почвенных коллоидов [8]. Следует также учитывать и происходящие в почве процессы нитрификации. Они также способствовали снижению запасов $N\text{-}NH_4$ во 2-й срок наблюдений по сравнению с 1-м.

Исследования показали, что при расчетном и экспериментальном определении $N\text{-}NH_4$ в жидкой фазе серых лесных почв Верхневолжья, характеризующихся слюда- и хлорит-смектитовым минералогическим составом ила [9], коэффициент использования азота нитратов в несколько раз выше, чем аммонийного азота.

В работе [10] на примере дерново-подзолистых почв установлено, что степень перехода $N\text{-}NH_4$ почвы в жидкую фазу варьировала от 7,6 до 25,6%. Она возрастала с уменьшением, как емкости поглощения, так и содержания глинистой фракции.

Результаты исследований следует учитывать при разработке экологически безопасных доз применения органических удобрений вблизи птицефабрик и ферм КРС и механизма передвижения аммонийного азота.

Литература

1. Сычев В.Г., Шафран С.А. Агрохимические свойства почв и эффективность минеральных удобрений. М.: ВНИИА, 2013. - 296 с.
2. Окорков В.В., Окоркова Л.А., Фенова О.А. Удобрения и тренды в плодородии серых лесных почв Верхневолжья. – Владимир: ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», Иваново, «ПресСто», 2018. – 228 с.
3. Гамзиков Г.П. Принципы почвенной диагностики азотного питания полевых культур и применение азотных удобрений // Совершенствование методов почвенно-растительной диагностики питания растений и технологии применения удобрений на их основе. Материалы симпозиума (Немчиновка, 8-9 июня 1999г.). -М.: ВНИПТИХИМ, 2000. – С. 33-45.
4. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. Т. 3. Общие вопросы земледелия и химизации. – М.: Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1963. – 647 с.
5. Окорков В.В., Фенова О.А., Окоркова Л.А. Приемы комплексного использования средств химизации в севообороте на серых лесных почвах Верхневолжья в агротехнологиях различной интенсивности. – Суздаль, 2017. 176 с.
6. Практикум по агрохимии /Б.А. Ягодин, И.П. Дерюгин, Ю.П. Жуков и др.; Под ред. Б.А. Ягодина. М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с.
7. Семенов В.М. Углеродный контроль минерализационно-иммобилизационной оборачиваемости азота в почве / Фундаментальные проблемы управления циклом азота в современном земледелии. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с Международным участием. 17-20 сентября 2019 г. – Владимир. ВНИИОУ – филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ». – Иваново: ПресСто, 2019. – С. 33-52.
8. Агрохимия: Классический университетский учебник для стран СНГ. В.Г. Минеев, В.Г. Сычёв, Г.П. Гамзиков и др. Под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во ВНИИА имени Д.Н. Прянишникова. 2017. – 854 с.
9. Дубровина И.В,, Градусов Б.П. Химико-минералогическая характеристика почв Владимирского ополья // Почвоведение – 1993; 3; 64-73.
10. Окорков В.В., Окоркова Л.А., Фенова О.А. О подвижности минеральных форм азота на почвах Верхневолжья / Современные тенденции в научном обеспечении АПК; колл. монография. – Иваново: ПресСто, 2019; с. 121-126.

УДК 631.465, 631.89, 633.491

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА В КАЧЕСТВЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

Рабинович Г.Ю., д.б.н., профессор,
Тихомирова Д.В., Лапушкина В.Н., Казьмин А.Е.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г.Тверь, Россия

Почвенное плодородие проявляется как результат взаимодействия и взаимовлияния свойств и режимов почвы, которые могут оказывать как по-

ложительное, так и отрицательное влияние на уровень ее плодородия. Ферментативная активность является составляющим комплекса биологических свойств, определяющих уровень почвенного плодородия [1].

Почвенные ферменты класса оксидоредуктаз катализируют окислительно-восстановительные реакции, играют большую роль в процессах биологического получения энергии в клетках живых организмов и почве. В свою очередь, окислительно-восстановительные реакции являются основным звеном в процессе синтеза гумусовых веществ в почве. Для лучшего понимания процессов распада и синтеза, происходящих в почве, используется окислительно-восстановительный коэффициент (ОВК): отношение активности ферментов каталазы и дегидрогеназы, продуцируемых почвенной микрофлорой.

В 2016-2018 г.г. на мелиоративном объекте «Губино» (Тверская обл., Калининский район) на дерново-подзолистой легкосуглинистой глееватой почве, осушаемой закрытым дренажом (междренное расстояние 20 м, глубина заложения дрен 0,9-1,2 м), проводились исследования по изучению влияния доз и способов внесения органических и минеральных удобрений под картофель. Повторность опыта 4-х кратная. Общая площадь делянки – 29,4 м^2, учетная – 10,0 м^2.

Из органических удобрений в опыте применялся компост многоцелевого назначения (КМН), технология которого была разработана и внедрена во ВНИИМЗ [2].

Из минеральных удобрений вносили аммиачную селитру (34,4 % д.в.), суперфосфат двойной (46,0 % д.в.) и калий хлористый (60,0 % д.в.). Расчёт внесения минеральных удобрений проводился в эквивалентных КМН дозах, рассчитываемых по содержанию в почве гумуса, подвижного фосфора и обменного калия [3, 4]. Способы внесения удобрений – вразброс и лентой в гряду (табл. 1).

В опыте возделывались среднеспелые сорта картофеля столового назначения – Дельфине (Германия, 2016 г) и Янка (Беларусь, 2018 г.), а также среднеранний сорт Гала (Германия, 2017 г.).

Таблица 1. Схема опыта

№ варианта опыта	Вариант опыта
1	Без удобрений (контроль)
2	КМН – 12 т/га – вразброс
3	NPK - доза эквивалентная КМН – вразброс
4	КМН (12 т/га) + NPK – планируемый урожай 45,0 т/га – вразброс
5	КМН (12 т/га) + NPK - планируемый урожай 45,0 т/га – лентой в гряду
6	КМН (6 т/га) + NPK 50% от варианта 5 – лентой в гряду

Отбор почвенных проб для определения её ферментативной активности проводился в течение всего вегетационного периода в фазы: всходов, бутонизации и начала естественного отмирания ботвы.

Как известно, почвенная ферментативная активность является нестабильным параметром и зависит от изменения ряда факторов, таких как, температура окружающей среды, влажность почвы и др. [5].

Метеорологические условия в годы исследований существенно различались, особенно по фазам вегетации. Вегетационный период 2016 года в целом был тёплым и влажным. Сумма средних активных положительных температур (больше + 10 °С) составила 110,9 % нормы. Сумма осадков за вегетацию составила 292 мм или 106 % от нормы. В течение вегетации периоды переувлажнения чередовались с периодами недостатка влаги в почве. Гидротермический коэффициент (ГТК) был равен 1,48.

Вегетационный период 2017 года был умеренно тёплым в целом и близким к норме, но с недостаточным количеством тепла в начале и середине вегетации. Сумма средних активных температур составила 97,7 %. Сумма осадков в целом за вегетацию была выше нормы – 335 мм или 118 % от нормы. Следует отметить, что особенно переувлажненным был период от посадки до начала ветвления стебля растений картофеля – количество осадков в этот период в 1,2-2,3 раза превысило норму, составив 167 %. ГТК вегетационного периода составил 1,88.

Вегетационный период 2018 года оказался в целом тёплым (108,7% от нормы) и засушливым. Осадков выпало 67,5 % от нормы. Повышенная влажность была отмечена только в фазу ветвления стебля и в начале фазы бутонизации (182-106 %). ГТК за вегетационный период был низким – 0,96.

В результате проведённых исследований было установлено, что в 2016 и 2017 годах на контроле без внесения удобрений в среднем за сезон ОВК оказался самым высоким по сравнению со всеми остальными вариантами и оставался на достаточно высоком уровне и в 2018 году (табл.2).

Таблица 2. Динамика и средние за сезон показатели окислительно-восстановительного коэффициента, у.е., 2016-2018 гг.

Вариант опыта	2016				2017				2018			
	Всходы	Бутонизация	Начало естест. отмир. ботвы	**Среднее за сезон**	Всходы	Бутонизация	Начало естест. отмир. ботвы	**Среднее за сезон**	Всходы	Бутонизация	Начало естест. отмир. ботвы	**Среднее за сезон**
1	1,30	1,32	0,95	**1,19**	1,67	1,01	0,95	**1,21**	1,31	1,31	0,88	**1,17**
2	0,68	0,95	1,06	**0,90**	1,25	0,81	0,89	**0,98**	1,27	1,00	1,12	**1,13**
3	0,67	1,29	0,89	**0,95**	0,81	0,87	0,89	**0,86**	1,04	1,53	1,15	**1,24**
4	0,66	1,00	0,64	**0,77**	0,81	0,89	0,92	**0,87**	0,96	1,22	1,26	**1,15**
5	0,61	0,70	0,66	**0,66**	0,60	0,73	1,18	**0,84**	0,83	1,94	1,31	**1,36**
6	0,96	1,04	0,65	**0,88**	0,92	0,62	0,89	**0,81**	0,72	1,21	1,78	**1,24**

Примечание: варианты опыта – см. табл. 1

Внесение органических и минеральных удобрений способствовало снижению показателя ОВК. Органическое вещество, богатое белками и растворимыми углеводами, являясь благоприятным материалом для жизнедеятельности микроорганизмов, особенно в сочетании с минеральными удобрениями, способствует более интенсивному развитию восстановительных процессов в почве, особенно во влажные годы.

Взаимосвязь между средними показателями ОВК за сезон и влажностью почвы подтверждается проведённым регрессионным анализом данных за 2016 – 2018 гг. исследований с высокими коэффициентами корреляции R = 0,96; 0,83 и 0,71 по годам соответственно.

При высоком уровне ОВК на контроле урожайность была наименьшая и составила в среднем за три года 21,8 т/га. Таким образом, высвобождаемых путем окислительных реакций элементов питания из самой почвы оказалось недостаточно для формирования урожая (рис.1).

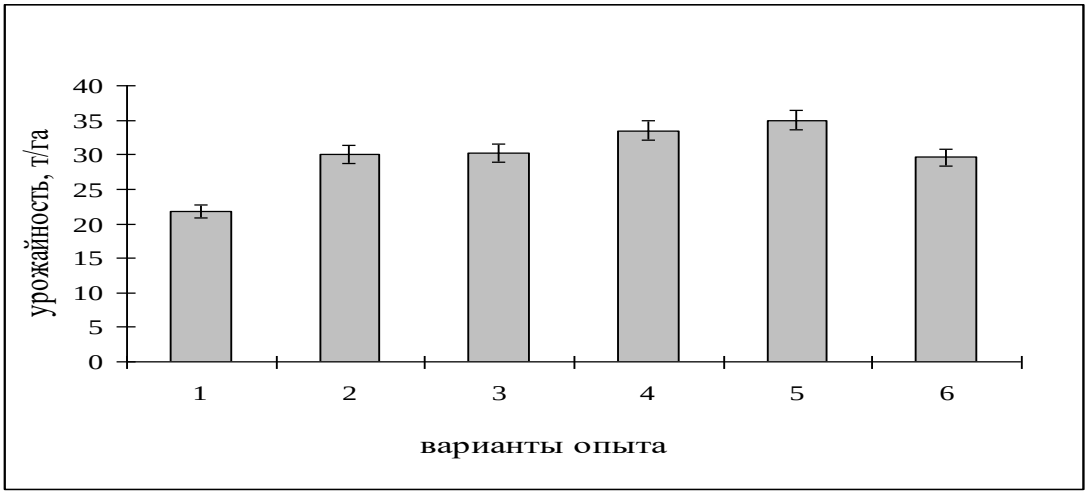


Рис. 1. Средняя урожайность картофеля, 2016-2018 гг.
Примечание: варианты опыта (см. табл. 1)

В вариантах опыта с запланированной урожайностью 45 т/га в среднем за три года при разбросном и ленточном внесении удобрений был получен наибольший урожай картофеля (варианты №№ 4 и 5) – 33,50 и 35,00 т/га соответственно. ОВК на этих вариантах изменялся в течение вегетации от 0,77 до 1,15 и от 0,66 до 1,36 у.е. по годам соответственно.

В остальных вариантах опыта с использованием удобрений средняя за три года урожайность составила 29,6-30,2 т/га.

Следует отметить, что сильная связь была обнаружена между урожайностью и показателем ОВК во влажные годы, что подтверждается уравнениями регрессии с высокими обратными коэффициентами корреляции R = -0,94 (2016) и - 0,89 (2017).

Таким образом, проведенные за три года исследования показывают, что окислительно-восстановительные процессы, протекающие в почве,

участвуют как в формировании почвенного плодородия, так и в установлении такого питательного режима, который оказывает решающее влияние на рост и развитие растений картофеля, и его урожай.

Литература

1. Марчик, Т. П. Почвоведение с основами растениеводства учеб. пособие/Т.П. Марчик, А.Л. Ефремов; Учреждение образования "Гродненский гос. ун-т им. Я.Купалы".- Гродно : ГрГУ, 2006. - 249 с. Методы почвенной микробиологии и биохимии: Учеб.пособие / Под ред. Д.Г.Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991.- 304 с.
2. Патент РФ № 2598041 МПК C05F 3/00 (2006.01), C05F 17/02 (2006.01) Рабинович Г.Ю., Ковалев Н.Г., Смирнова Ю.Д. Способ приготовления компоста. ФГБНУ ВНИИМЗ. Заяв. № 2015141267/13, 28.09.2015. Опубл. 20.09.2016.
3. Каюмов М.К. Программирование продуктивности полевых культур: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Росагропромиздат, 1989. – С.356.
4. Определение возможной урожайности с/х культур по результатам агрохимического обследования почв земель с/х назначения: Метод. рекомендации. Тверь.Сахарово, 2009. 18 с.
5. Швакова Э.В. Использование показателей ферментативной активности почв в почвенно-экологическом мониторинге / Элла Валерьевна Швакова. – «Потенциал современной науки», № 4 (12), 2015. – с. 62-66.

УДК 631.878

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОРФЯНЫХ МЕЛИОРАНТОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЕМ ПОЧВ

С.Н. Гамаюнов, д.т.н., профессор
В.А. Сурайкин, к.с.-х.н., доцент
А.С. Васильев, к.с.-х.н., доцент*
ФГБОУ «Тверской ИПК АПК», г. Тверь, Россия
**ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия*

Одной из основных задач земледелия является подъем сельскохозяйственного производства и рост урожаев основных сельскохозяйственных культур на основе повышения плодородия почв [1]. В системе мероприятий, направленных на решение этой задачи, важное место принадлежит органическим удобрениям, которые являются подчас незаменимым средством окультуривания почв и обеспечения высоких и стабильных урожаев. Плодородие почв – основа экологической и продовольственной безопасности любого государства [2].

В прошлом веке стояла задача резко повысить урожайность сельхозкультур. И ставка была сделана на химию. Регулярное внесение минеральных удобрений в больших количествах вызывает их избыточное накопление и излишнюю «химизацию» почвы. Как показывает практика, систематическое применение исключительно минеральных удобрений не повышает, а наоборот снижает уровень плодородия почвы, ухудшает ее структуру и приводит к ее деградации [3]. Следует отметить и тот факт, что при этом качество продукции растениеводства становится хуже.

Известно, что повышение урожайности и качества сельскохозяйственных культур находится в прямой зависимости от плодородия почвы, характеризуемого содержанием в ней, в первую очередь, органического вещества и его основной составляющей – гумуса.

Наукой доказано, что чем больше гумуса, тем активнее рост культур, выше их урожайность и качество. Например, установлена высокая корреляционная связь между содержанием гумуса в почве и содержанием клейковины в зерне. Так, при изменении содержания гумуса в почве от 2,5 до 7 %, количество клейковины в зерне пшеницы увеличивается примерно в два раза [4].

Сегодня во многих регионах России наблюдается отрицательный баланс гумуса, а, значит, и нет основы плодородия почв. Нужно ежегодно вносить на культивируемых площадях только для компенсации выноса гумуса вместе с урожаем в среднем до 13–15 тонн органических удобрений на 1 га пашни.

В большинстве областей Центрального района Нечерноземной зоны в настоящее время насыщенность 1 га пашни органическими удобрениями, преимущественно навозом, в среднем не превышает 1–2 т/га. Сохранение уровня гумуса в зоне распространения дерново-подзолистых почв без использования других органических удобрений практически невозможно.

Одним из эффективных средств повышения плодородия почвы и восстановления ее биологических, химических и физических свойств являются торфяные удобрения. Благодаря питательным веществам, которые содержатся в них, создаются благоприятные условия для нормального роста и развития растений. Многолетними исследованиями доказано, что при внесении концентрированных органических торфяных удобрений урожайность сельскохозяйственных культур увеличиваются от 30 до 70 %, то есть в среднем – на 50 %.

Не вызывает сомнений и то, что, в настоящее время, увеличение производства и применения торфяных удобрений позволит создать существенные предпосылки для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Россия, вследствие колоссальных запасов торфа (по оценкам ученых, общие запасы этого полезного возобновляемого ресурса исчисляются 150–170 млрд т) и многовековых традиций его использования, является идеальным регионом для производства подобного вида продукции. Торф должен сыграть значительную роль в дальнейшем развитии экономики страны, так как имеет огромный потенциал.

Торф широко используют во многих направлениях реального сектора экономики: энергетике, медицине, металлургии, строительстве и пр. Из торфа можно изготовить около 70 видов продукции, но наиболее бесценен торф и иногда безальтернативен, как основа для производства различных видов органических удобрений и мелиорантов для рекультивации сельскохозяйственных земель.

Исторически сложилось так, что Тверской регион стал основным центром торфяной науки в нашей стране. В Твери и области сохранился научный, учебный и производственный потенциал этой отрасли.

Многолетними исследованиями тверских ученых, направленными на изучение фундаментальных свойств торфа, созданы основы для разработки наукоемких технологий преобразования торфяного сырья, повышения его агрономической и биологической ценности, производства мелиорантов почв. В частности, разработано инновационное средство по качественному улучшению и управлению плодородия почв – торфяной гумусовый мелиорант в гранулированном виде.

Необходимо подчеркнуть, что разработанный гумусовый мелиорант – это не удобрение в традиционном понимании, а комплексный (NPK + гуматы + микроэлементы), натуральный и экологически чистый мелиорант, который не количественно, как удобрения увеличивает концентрацию питательных веществ, а качественно улучшает агрофизические, агрохимические, микробиологические, биохимические, физико-химические свойства почв.

Гумусовый мелиорант в виде гранул обладает сравнительно высокой насыпной плотностью – 450…550 кг/м^3, позволяющей осуществлять экономически выгодные перевозки его на большие расстояния.

По своим агрохимическим характеристикам гранулированный гумусовый мелиорант превосходит наиболее широко известные виды органических удобрений. При смешивании с местной низкопродуктивной почвой в определённых пропорциях, гумусовый мелиорант воспроизводит и обеспечивает функции чернозёма, стимулирует быструю приживаемость, рост и развитие любых растений.

Гумусовый гранулированный мелиорант предназначен для любой почвы в различных климатических зонах для выращивания большинства культур не только в нашей стране, но и за рубежом.

Разработанная производственная линия изготовления мелиорантов, которая прошла опытную проверку, позволяет оперативно изменять состав и количество вносимых ингредиентов в зависимости от требований потребителя, с учетом вида почвы и ее исходного состояния.

Одним из ноу-хау в разработанной технологии производства гумусового мелиоранта является особый способ активации гумуса торфа, который позволяет увеличить содержание гуминовых кислот в нем в 2–3 раза. Эффективность гумусового мелиоранта обусловлена в определенной степени и его гранулированным видом.

Использование современных высокоэффективных гумусовых мелиорантов на основе торфа поможет решить задачу повышения качества и количества выпускаемой сельскохозяйственной продукции во многих регионах Российской Федерации и в первую очередь в Тверской области.

Его сравнительно легко можно вносить либо ручным способом, либо с помощью разбрасывателей органических удобрений.

Для создания 15-сантиметрового плодородного слоя необходимо равномерно один раз в пять лет разбросать до 3 кг гранул гумусового гранулированного мелиоранта на 1 $м^2$ поверхности и заделать их в почву, например, с помощью культиватора.

Все последующие агротехнические мероприятия проводятся с использованием приемов для возделывания выращиваемой культуры.

Ранее нами было доказано, что применение гумусового мелиоранта обеспечивает существенную прибавку урожайности картофеля. Урожайность возрастает на 60–70 %. Побочных эффектов от используемого гранулированного мелиоранта у растений не наблюдали. Установлено, что минеральные удобрения в исследуемых дозах значительно уступали по эффективности гранулированному гумусовому мелиоранту.

Также было экспериментально доказано, что с увеличением количества мелиоранта возрастает водоудерживающая способность почвы с одновременным уменьшением ее насыпной плотности [5].

В другой серии экспериментов в качестве объекта использовали характерную для нашего региона техническую культуру – лён-долгунец сорта «Тверской».

Исследования проводились в двухфакторном полевом опыте на окультуренной дерново-среднеподзолистой остаточно карбонатной глееватой почве на морене, супесчаной по гранулометрическому составу. Агрохимические показатели почвы имели следующие характеристики: N л.г. (по Корнфилду) – 70 мг/кг почвы, подвижный фосфор (по Кирсанову) 269 мг/кг почвы, обменный калий (по Кирсанову) 90 мг/кг почвы, pH – 6, гумус (по Тюрину) – 1,8 %.

Исследования выполнялись в соответствии с «Методическими указаниями по проведению полевых опытов со льном-долгунцом, 1978». В опытах изучалось влияние двух факторов:

Фактор А – фон минерального питания:

1) без удобрений (по естественному плодородию);

2) применение под предпосевную культивацию торфяного мелиоранта (150 кг/га).

Фактор В – некорневая подкормка льна в фазу «елочки» (100 л/га):

1) контроль – без подкормки;

2) комплекс биопрепаратов Азотовит + Фосфатовит (0,6 л/га).

Учетная площадь делянки составляла 180$м^2$. Повторность опыта четырехкратная, размещение проводили методом расщепленных делянок.

Агротехника выращивания льна-долгунца была общепринятой и отличалась только включением в неё исследуемых в опыте приемов.

Агроклиматические условия за период вегетации льна-долгунца в 2018 году в Тверской области были близкими к среднемноголетним показателям. Так, сумма активных температур составляла – 2111,5°С (110,9 % от нормы), количество выпавших осадков – 275 мм (91 % от нормы).

Анализ результатов исследования, проведенных в 2018г., по урожайности льна-долгунца (табл. 1) и расчеты по экономической эффективности использования мелиорантов при его возделывании (табл. 2) позволяет сделать вывод о целесообразности применения гумусового мелиоранта и при выращивании льна-долгунца.

Таблица 1. Урожайность льна-долгунца, ц/га

Фон	Некорневая подкормка	Семена	Солома	Волокно
Без удобрения	Без подкормки	3,0	20,9	4,4
	Азотовит + фосфатовит	4,0	33,3	7,0
Торфяной мелиорант (150 кг/га)	Без подкормки	4,8	33,3	7,0
	Азотовит + фосфатовит	4,6	38,1	8,0
$НСР_{05}$		0,4	1,1	0,6

Таблица 2. Экономическая эффективность возделывания льна-долгунца

Фон	Некорневая подкормка	Стоимость урожая, тыс. руб./га	Производственные затраты, тыс. руб./га	Условно чистый доход, тыс. руб./га	Уровень рентабельности, %
Без удобрения	Без подкормки	24,27	22,82	1,45	6,4
	Азотовит + Фосфатовит	33,99	23,16	10,83	46,8
Торфяной мелиорант (150 кг/га)	Без подкормки	38,79	25,31	13,48	53,3
	Азотовит + Фосфатовит	41,03	26,63	14,40	54,1

Широкомасштабное производство органических удобрений и мелиорантов на основе торфа для сельскохозяйственного производства во многих регионах страны и, в особенности, Нечерноземья, станет реальным стимулом развития торфяного бизнеса.

Оказание бюджетной помощи в приобретении сельскохозяйственными предприятиями органических удобрений на основе торфа будет способствовать формированию платежеспособного спроса на данный вид продукции, и как следствие – возрождению торфяных предприятий в стране.

Осознавая высказанную тревогу за будущее плодородия почв Тверской области, считаем необходимым в рамках Государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей предложить **включить в число субсидируемых удобрений – мелиоранты на основе торфа**.

Таким образом, одним из основных резервов восполнения недостающих объемов органических удобрений в Тверской области являются удобрения на основе торфа, в частности гумусовый мелиорант, применение которого позволяет значительно сократить использование различных видов минеральных удобрений. Внесение торфяного мелиоранта позволяет оптимизировать почвенное плодородие, что особенно актуально для слабогумусированных дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны РФ.

Литература

1. Сурайкин В.А., Гамаюнов С.Н. Повышение качества управленческой работы на предприятиях АПК Тверской области // Повышение квалификации руководителей и специалистов АПК как условие обеспечения стабильного развития отрасли // Сб. материалов международной научно-практической конференции. М.: Изд-во: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2018. С. 130–133.
2. Гогмачадзе, Г.Д. Агроэкологический мониторинг почв и земельных ресурсов Российской Федерации / Г.Д. Гогмачадзе. – М.: Издательство Московского университета, 2010. – 592 с.
3. Теория минерального питания: краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 36.01.06 «Сельское хозяйство» / Сост.: В.П. Белоголовцев, Е.А. Нарушева // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 121 с.
4. Азаров, К.А. Эффективность удобрений под зерновые культуры с учетом геоморфологии агроландшафта и уровня содержания гумуса в почве: дис. … канд. биол. наук: 06.01.04 / Карен Альбертович Азаров; Саратовский государственный университет им. Вавилова. – Саратов, 2014. – 181 с.
5. Гамаюнов С.Н. Тенденции производства и переработки торфа для нужд сельского хозяйства: монография / С.Н. Гамаюнов. – Тверь: ООО Издательство «Триада», 2016. – 256 с.

631.4:631.8

УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО НАКОПЛЕНИЯ НИТРАТОВ В ОСУШАЕМЫХ ПАХОТНЫХ ПОЧВАХ

Анциферова О.А., к.с.-х.н., доцент

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», кафедра агропочвоведения и агроэкологии, г. Калининград, Россия

Преобладающими почвами в Калининградской области являются дерново-подзолистые разной степени оглеения [1]. В западной части региона в условиях приморского климата распространены буроземы. Почвенный покров полей контрастный в связи с неоднородностью рельефа и почвообра-

зующих пород. Многие пахотные угодья расположены на холмисто-моренных равнинах. Основной зерновой культурой в области является озимая пшеница. Главное направление повышения урожайности этой культуры – оптимизация азотного питания. В условиях Калининградской области технологии минерального питания озимой пшеницы включают использование в качестве подкормок аммонийной селитры, мочевины, КАС 32, комплексных азотных удобрений с участием микроэлементов и серы (например, польское удобрение марки Polifoska 21). Практикуются три и даже четыре подкормки. В связи с этим актуальным становится проблема потерь минерального азота.

Цель работы: изучить динамику содержания нитратного азота в пахотном слое почв разной степени гидроморфизма на фоне интенсивного минерального питания озимой пшеницы.

Исследования проводились в условиях производственных посевов в Зеленоградском районе Калининградской области (Самбийская моренная равнина). Рельеф поля холмисто-волнистый. Почвы осушаются системой закрытого гончарного дренажа. Последняя реконструкция проведена в 1975 г. Дренаж в настоящее время частично нарушен вследствие прокладки газопровода (2013 – 2014 гг.). Оголовки коллекторов, выходящие в открытый канал, забиты грунтом, что приводит к внутрипочвенному застою дренажных вод.

Мониторинговые площадки располагались по катене, включающей:

1) бурозем супесчаный глееватый (ЛБ*г*у) на вершине холма, автономный элювиальный элементарный геохимический ландшафт (ЭГЛ);

2) бурозем глееватый легкосуглинистый (ЛБ*г*л) на склоне крутизной 2^0, трансэлювиальный ЭГЛ;

3) бурозем глееватый сильнокислый эродированный супесчаный (ЛБ *г*у↓) на склоне южной экспозиции крутизной 4-5^0, трансэлювиальный ЭГЛ;

4) дерново-глеевая суглинистая почва (ДГс) без поверхностного заболачивания в весенний период, аккумулятивный ЭГЛ;

5) дерново-глеевая суглинистая почва (ДГс) с кратковременным поверхностным заболачиванием в ноябре 2018 и марте 2019 гг.;

6) дерново-глеевая суглинистая почва (ДГс) в обширном (16 га) замкнутом понижении с длительным поверхностным заболачиванием; в 2018 г. не была засеяна озимой пшеницей, а в 2019 г. затопление продолжалось до середины апреля.

В исследовании особое внимание уделено дерново-глеевым почвам по причине того, что они выполняют аккумулятивную роль в агроландшафтах и могут использоваться в качестве индикаторов антропогенного загрязнения. На изученном поле дерново-глеевые почвы занимают около четверти от общей площади.

В ходе мониторинга проводился послойный отбор проб почвы каждые 10 см. Отдельно взяты образцы из поверхностного слоя (0-1 см) для изучения количества нитратов, концентрирующихся на испарительном геохимическом барьере. Периодичность наблюдений была приурочена к фазам развития озимой пшеницы и срокам внесения удобрений: с последней декады марта (начало возобновления вегетации) до первой декады июля (конец молочной спелости). В образцах анализировалась полевая влажность термостатно-весовым методом и содержание нитратов по ГОСТ 26951. Все анализы выполнены в четырехкратной повторности.

Диагностику нитратов на срезах молодых растений пшеницы проводили по экспресс-методу В.В. Церлинг (1%-ный раствор дифениламина в конц. H_2SO_4) в 10-кратной повторности на каждом ареале.

В 2018 г. поле было засеяно озимой пшеницей сорта «Скаген» немецкой селекции. Схема азотных подкормок в период вегетации 2019 г. приведена в табл. 1.

Таблица 1. Удобрение озимой пшеницы сорта «Скаген» в 2019 г.

Дата внесения	Удобрение	Азот по д.в., кг/га
29 марта	Аммонийная селитра	68
5 апреля	Polifoska 21 N(MgS) 21-(4-35)	25
11 мая	Аммонийная селитра	51
5 июня	Аммонийная селитра	27

Содержание нитратов в буроземах на вершине холма и склоне перед первой подкормкой было очень низким в пахотном горизонте (табл. 2).

Диагностика на срезах по В.В. Церлинг показала сильную нуждаемость озимой пшеницы в азотных удобрениях (средний балл 1,2). Таким образом, за осенне-зимний период нитратный азот был полностью вымыт из буроземов. Для условий Калининградской области характерен интенсивный поздне-осенний и зимний сток в условиях кратковременного и неглубокого промерзания осушаемых почв. Исследованиями установлено, что в зимние месяцы потери нитратов с дренажным стоком составляют до 57 % [2].

Вначале апреля осадки отсутствовали, а температуры были низкими (рис. 1). Это задерживало поступление нитратов в пшеницу после первой подкормки аммонийной селитрой. Наблюдалась высокая пестрота обеспеченности пшеницы азотом по ареалам в связи с элементами рельефа и условиями прогревания почв. На вершине холма средний балл составил 4, а на склоновых буроземах и дерново-глеевой почве 2,5-3.

Таблица 2. Динамика нитратов в слое 1-20 см почв разной степени гидроморфизма под озимой пшеницей в 2019 г. (над чертой NO_3^-, под чертой N-NO_3^-, мг/кг)

Номер площадки и почва	Глубина отбора проб, см	Даты мониторинга						
		23.03	5.04	16.04	24.05	5.06	25.06	10.07
Вершина холма								
1. Бурозем супесчаный глееватый	1 – 10	1,5 0,3	2,9 0,6	17,5 3,9	68,7 15,5	27,6 6,2	38,0 8,6	23,8 5,4
	10 – 20	1,2 0,3	2,7 0,6	22,1 5,0	20,1 4,5	15,0 3,4	35,7 8,1	27,8 6,3
Склон южной экспозиции 2^0								
2. Бурозем легкосуглинистый глееватый	1 – 10	1,9 0,4	3,5 0,8	16,9 3,8	51,2 11,6	36,4 8,2	44,1 10,0	24,2 5,5
	10 – 20	1,5 0,3	3,0 0,7	23,6 5,3	25,6 5,8	18,0 4,1	37,9 8,6	25,8 5,8
Склон южной экспозиции $4\text{-}5^0$								
3. Бурозем супесчаный глееватый эродированный	1 – 10	1,7 0,4	2,5 0,6	26,8 6,0	47,3 10,7	49,9 11,3	54,0 12,2	28,3 6,4
	10 – 20	1,7 0,4	2,4 0,5	17,1 3,8	14,3 3,2	17,9 4,0	48,3 10,9	27,2 6,1
Понижение								
4. Дерново-глеевая суглинистая. Пшеница густая	1 – 10	2,5 0,6	15,1 3,4	19,3 4,4	17,1 3,9	4,1 0,9	87,9 19,8	11,8 2,7
	10 – 20	2,4 0,5	11,7 2,6	15,7 3,5	13,2 3,0	3,2 0,7	38,4 8,7	10,6 2,4
5. Дерново-глеевая суглинистая. Пшеница редкая (выпад)	1 – 10	4,1 0,9	53,4 12,3	112,6 25,4	104,2 23,5	123,8 28,0	155,0 35,0	141,2 31,9
	10 – 20	3,2 0,7	23,8 5,4	51,3 11,6	57,5 12,9	91,8 20,7	89,9 20,3	69,1 15,6
6. Дерново-глеевая суглинистая. Нет посевов	1 – 10	13,2 3,0	15,5 3,4	12,6 2,8	31,1 7,0	3,2 0,7	4,1 0,9	1,0 0,2
	10 – 20	11,6 2,6	15,8 3,6	10,9 2,5	71,1 16,1	2,8 0,6	12,9 2,9	2,0 0,4

Определение нитратов проведено спустя 7 дней после первой подкормки. Наибольшая концентрация в поверхностном слое почвы характерна для дерново-глеевой почвы с кратковременным затоплением в начале марта (рис. 2-3). Посевы в этом ареале сильно разрежены вследствие вымокания.

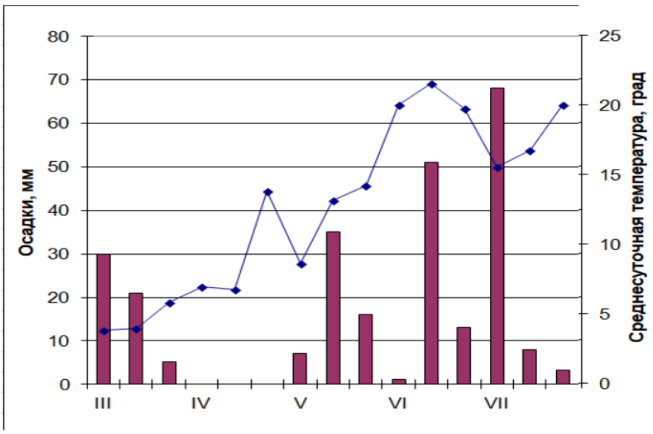


Рис. 1. Погодные условия с марта по июль 2019 г.
(обработка данных метеостанции г. Калининграда)

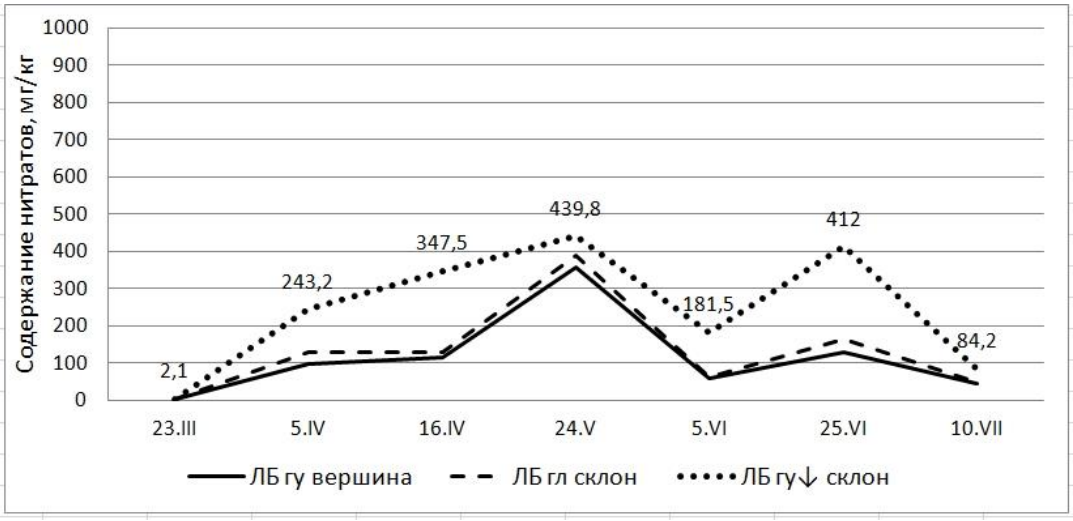


Рис. 2. Динамика нитратов в буроземах
на вершине холма и склоне.Слой 0–1 см

Вторая подкормка последовала через неделю после первой. Обследование 16 апреля показало, что на большей площади буроземов и дерново-глеевой почве (без признаков заболачивания с густой пшеницей) началось активное биологическое поглощение азота. Диагностика нитратов в листьях выявила обеспеченность в 5-6 баллов. Вместе с тем, отсутствие осадков на фоне теплой и солнечной погоды привело к пересыханию поверхностного слоя. Наиболее ярко накопление нитратов на испарительном геохимическом барьере выражено на площадке № 5 в условиях низкого проективного покрытия (20 %) пшеницей (рис. 3). Гранулы полифоски практически не растворились спустя 11 дней после внесения.

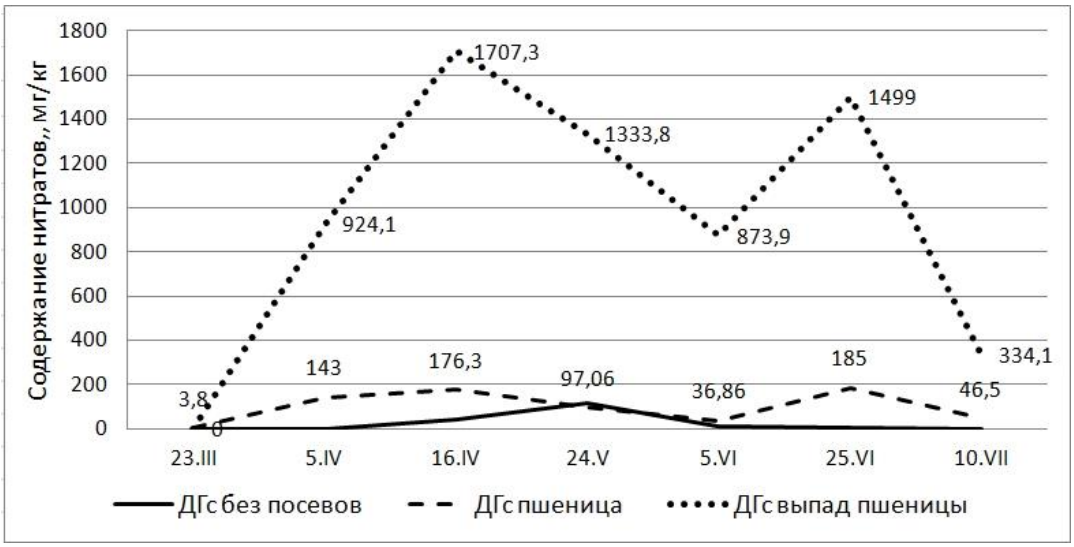


Рис. 3. Динамика нитратов на площадках
дерново-глеевых почв. Слой 0-1 см

К началу фазы флагового листа приурочена третья подкормка аммонийной селитрой. Обследование через две недели после внесения удобрения показало высокое содержание нитратов в слое 0-10 см. Результатом поверхностного и внутрипочвенного стока (по пахотному и подпахотному горизонтам) явилось накопление нитратов в слое 0-1 см в дерново-глеевой почве без посевов (площадка 6). На участке с разреженной пшеницей сохранялась крайне высокая концентрация (площадка 5) в условиях преобладания физического испарения.

Четвертая подкормка аммонийной селитрой проведена вначале цветения озимой пшеницы. Сильное иссушение корневой системой культуры привело к снижению влажности до границы разрыва капилляров в пахотном и подпахотном горизонтах буроземов. Высокая концентрация нитратов сохранилась в сухой корочке.

К концу июня пшеница находилась в фазе молочной спелости. Основные количества нитратов, не поглощенные растениями, приурочены в буроземах к слою 0 – 20 см. На поле сильно выражены различия в количестве продуктивных стеблей на мониторинговых площадках. На сильнокислом эродированном ареале количество стеблей с колосом в 5,5 раза меньше по сравнению с неэродированным легкосуглинистым буроземом. На дерново-глеевой почве с временным затоплением в марте продуктивных колосьев в 10 раз меньше, чем на аналогичной почве без затопления. Площадки с разреженной пшеницей отличались низким проективным покрытием растительностью по причине угнетения сорняков гербицидами.

Осадки первой декады июля 2019 г. привели к активной миграции нитратов с поверхностным стоком и по пахотному горизонту. В дерново-глеевой почве без посевов (площадка 6) концентрация нитратов, принесенных с автономных и транзитных позиций рельефа, происходит на глубинах

30-90 см, а верхний слой (0-20 см) промылся. Растворение нитратных солей и вымывание их в глубокие горизонты произошло и на участке с разреженной пшеницей (площадка 5).

Заключение

Интенсивное поверхностное удобрение озимой пшеницы гранулированными азотными удобрениями в условиях малого количества осадков приводит к накоплению нитратов в высоких концентрациях на проблемных ареалах осушенных почв (эродированный сильнокислый бурозем и дерново-глеевая почва с кратковременным весенним затоплением). Известкование кислых почв и отвод поверхностных вод из понижений позволит уменьшить потери урожая и улучшит экологическую обстановку на поле.

Для достижения оптимизации азотного питания и уменьшения потерь минерального азота рационально применять некорневые подкормки.

Литература

1. Панасин В.И. Экологическое состояние и плодородие почв Калининградской области. Монография / В.И. Панасин, Е.С. Роньжина, В.В. Долинина и др.; под ред. Е.С. Роньжиной. - Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2014.- 271 с.
2. Определение потерь нитратов с дренажными водами. Сост. В.И. Панасин, В.В., Широков, Л.В. Мизина // Информ. листок № 24-87 – Калининград, 1987. – 4 с.

УДК 631.6

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СРЕДСТВ АГРОХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ НА РАЗНЫХ ТИПАХ ПОЧВ, ВНОВЬ ВВЕДЕННЫХ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ

Черникова О.В.[1], к.б.н.; **Мажайский Ю.А.**[2] д.с.-х.н., профессор;
Игнатенок В.А.[2], н.с.

[1]*Академия ФСИН России, г. Рязань, РФ*

[2]*Мещерский филиал Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, г. Рязань, РФ*

Процесс сокращения площадей земель сельскохозяйственного назначения практически неуправляем и нередко затрагивает высокоценную пашню с плодородными почвами. Пашня, выведенная из земледельческого использования, подвергается естественному залужению, зарастанием древесно-кустарниковой растительностью, заболачиванию и пр., при этом происходят изменения в направленности и интенсивности процессов почвообразования [1].

Проблема бросовых сельскохозяйственных угодий является чрезвычайно сложной, многогранной и актуальной задачей. А плодородие залежных почв, в широком смысле слова, представляет собой интегрирующий системный показатель почвенных процессов и свойств с заложенным в нем результатом естественной и антропогенной эволюции [3].

Плодородие почв характеризуется тремя основными группами факторов: агрохимическими, агрофизическими и биологическими. При этом показатели этих свойств почвы, связаны между собой и влияют друг на друга, в том числе и через посредство растений [5]. Регулирование этих агрономических показателей мелиорируемых почв дает возможность оптимизировать плодородие почвы и повысить ее продуктивность [2, 4].

Схема лизиметрического опыта предполагала исследование сравнительной эффективности навоза (60 т/га), соломы (20 т/га + N40) и минеральных удобрений (N40P240K240) на серой лесной, дерново-подзолистой почвах и черноземе. Эти лизиметры с почвами не использовались с 1996 года и заросли кустарником.

Минеральные и органические удобрения оказывали различное влияние на плодородие исследуемой почвы. Процессы нитрификации и аммонификации в дерново-подзолистой почве аммонификации и нитрификации проходили слабо. Наиболее отзывчивым к действию агромелиоративных мероприятий оказался чернозем, в котором повысилось содержание нитратного (3,29–8,98 мг/кг) и аммонийного азота (14,9–26,1 мг/кг). На серой лесной почве отмечено несколько более слабое влияние: 1,02–3,24 мг/кг и 5,30–11,7 мг/кг. Таким образом, наиболее весомо азотный компонент питания увеличился на черноземе, в следствие запасного внесения минеральных удобрений $N_{40}P_{240}K_{240}$. От применения соломы 20 т/га на серых лесных и дерново-подзолистых почвах (табл. 1).

Таблица 1. Влияние удобрений на агрохимические показатели исследуемых почв (лизиметрический опыт)

Варианты		pH вод.	Гумус, %	$N_{общ.}$, %	N, мг/кг			P_2O_5	K_2O
					NH_4	NO_3	сумма	мг/100	
Исходная почва		7,1	2,54	–	–	–	–	20,6	-
Серая лесная	H80	6,7	2,85	0,111	5,3	2,45	7,75	42,4	20,7
	C20	6,8	3,05	0,107	13	3,24	16,24	24,5	23,5
	NPK	6,6	3,3	0,111	11,7	1,02	12,74	28,0	30,7
Исходная почва		6,6	2,52	–	–	–	–	18,7	-
Дерново-подзол.	H80	6,8	1,50	0,106	4,7	0,21	4,91	26,6	16,4
	C20	6,8	1,95	0,106	11,7	0,81	12,51	19,6	10,8
	NPK	7,1	1,30	0,105	н/о	0,21	0,21	28,0	12,3
Исходная почва		6,9	4,12	–	–	–	–	30,1	-
Чернозем	H80	6,2	15,4	0,106	17,1	3,71	20,81	33,8	22,5
	C20	6,0	10,5	0,108	14,9	3,29	18,19	37,4	21,0
	NPK	6,3	15,1	0,105	26,1	8,98	35,08	–	16,5

Концентрация подвижных фосфатов на всех типах почв до внесения удобрений характеризовалось показателем, приближающимся к высокому. Используемые агрохимические приемы санации существенно увеличивали запасы усвояемого фосфора в почвах. Особенно большое повышение P_2O_5 отмечено на серой лесной почве при применении органических удобрений

(навоз 80 т/га), на дерново-подзолистой – от минеральных удобрений и навоза. На черноземе, где фосфатный режим характеризовался очень высоким содержанием подвижного фосфора, произошли незначительные изменения от органических форм удобрений.

Максимальный урожай зеленой массы получен от навоза (262,7 ц/га) и соломы (238,1 ц/га) на дерново-подзолистой почве. Эффективность действия соломы возможно расположить в следующий убывающий ряд: дерново-подзолистая > чернозем > серая лесная почвы (238,7 ц/га, 216,5 ц/га, 153,9 ц/га соответственно).

Если рассматривать этот вопрос по укосам, то навоз по эффективности лидирует на дерново-подзолистой почве (1-ый укос – 188,5 ц/га; 2-ой укос – 74,2 ц/га). Солома в первом укосе имеет практически равные урожаи на черноземе (162,3 ц/га) и дерново-подзолистой (159,9 ц/га) почве, во втором укосе более высокий урожай получен на дерново-подзолистой почве (78,1 ц/га) (табл. 2).

Таблица 2. Эффективность удобрений на разных типах почв, вновь введенных в сельскохозяйственный оборот (зеленая масса, ц/га)

Варианты		Урожай, 1 укос	Урожай, 2 укос	Сумма
Серая лесная	Н80	160,0	66,9	226,8
	С20	92,1	61,8	153,9
	NPK	121,0	70,9	191,9
Дерново-подзолистая	Н80	188,5	74,2	262,7
	С20	159,9	78,1	238,1
	NPK	159,3	42,0	201,3
Чернозем	Н80	175,0	38,2	213,3
	С20	162,3	54,2	216,5
	NPK	150,4	35,8	186,2
$НСР_{0,95}$		26,4	11,7	24,7

Питательность кормов для животных зависит от самого продукта (культуры), условий произрастания, технологий выращивания сельскохозяйственных культур и т.д. Для удовлетворения природных потребностей животных в пище корм должен доставлять определенные органические вещества, которые обладают так называемой общей энергетической питательностью.

Максимальная общая энергетическая питательность зеленой массы горохо-овсяной смеси получена на черноземе, при применении соломы 20 т/га и на серой лесной почве – минеральных удобрений N40P240K240. К показателям, которые характеризуются 1 классом качества, приближается кормовая продукция, полученная на варианте чернозема, где вносили минеральные удобрения (табл. 3).

Таблица 3. Влияние удобрений на качество кормовой продукции

Тип почвы								
Серая лесная			Дерново-подзолистая			Чернозем		
Варианты								
Н80	С20	NPK	Н80	С20	NPK	Н80	С20	NPK
Каротин мг/кг								
65	62	47	46	44	63	44	42	63
Кальций мг/кг								
5,4	9,9	9,5	6,9	5,5	3,6	13,5	8,7	8,8
Фосфор мг/кг								
2,4	2,7	3,0	2,7	2,4	2,2	2,3	2,6	2,5
Сырая зола (%)								
6,95	6,57	5,91	5,55	7,57	3,88	5,92	9,96	7,45
Сырая клетчатка (%)								
28,0	25,5	22,6	24,7	26,1	21,8	23,9	21,1	27,3
Сырой протеин								
9,82	9,79	12,35	9,56	7,64	7,64	9,56	12,64	10,34
Переваримый протеин, г/кг								
59,5	59,3	81,0	57,1	40,8	38,1	57,1	77,9	63,7
Общая энергетическая питательность, к. ед.								
0,53	0,58	0,65	0,61	0,57	0,66	0,63	0,70	0,55
Обменная энергия, м/Дж/кг								
7,69	8,03	8,54	8,26	8,01	8,60	8,44	8,91	7,88
Сухое вещество								
83,9	83,8	84,3	84,4	85,2	84,3	84,7	85,7	84,8
Класс								
3	3	1	3	в/кл	в/кл	3	1	2

Примечание: в/кл – вне класса

Таким образом, корм для животных с лучшим показателем общей энергетической питательности получен на черноземе с внесением соломы 20 т/га и серой лесной почве при применении минеральных удобрений.

Литература

1. Барановский И.Н. Роль органических удобрений в плодородии дерново-подзолистых почв и урожайности сельскохозяйственных культур: Автореф. док.дисс. – Тверь, 1995. – 40 с.
2. Бубер А.А. Статистический анализ влияния факторов влажности и уровня минерального питания на урожайность раннего картофеля // Экологические аспекты мелиорации, гидротехники и водного хозяйства АПК Материалы международной научно-практической конференции. 2017. – С. 53-56.
3. Мажайский Ю.А. Использование органических и минеральных удобрений для восстановления плодородия основных типов почв / Ю.А. Мажайский, О.В. Черникова, // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрения: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти ученых: Анны Ивановны Горбылевой, Юрия Павловича Сиротина и Вадима Ивановича Тюльпанова / ред кол.: Т. Ф. Персикова (отв. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2019. – С.83-85.

4. Максименко, В.П. Экологические аспекты мелиоративных технологий при использовании комплексных удобрений / В.П. Максименко, С.А. Меньшикова // В сборнике: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий Сборник научных трудов. -Рязань, 2016. -С. 3-7.
5. Черникова, О.В. Экологическое обоснование комплексных приемов реабилитации черноземов, загрязненных тяжелыми металлами (на примере Рязанской области): Диссертация кандидата биологических наук. - Рязань, 2010. – 178 с.

УДК 631.8

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ДОЗ АГРОГУМАТА КАЛИЯ НА ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ МЕЛИОРИРОВАННОЙ ПОЧВЫ

Шилова О.В., к.с.-х.н., доцент
ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, Россия

Плодородие почвы – результат развития природного почвообразовательного процесса, а при сельскохозяйственном использовании – также процесса окультуривания. Освоение почв вносит существенные корректировки в естественное развитие почвенных процессов и режимов, в свойства почв. Эти изменения обусловлены обработкой, внесением удобрений, мелиорантов и пр. В почве как системе могут происходить изменения, приводящие к потере плодородия: повышение кислотности; изменение видового состава почвенных организмов; нарушение круговорота веществ; разрушение структуры и пр.

В подавляющем большинстве случаев почвы Нечерноземной полосы характеризуются в естественном состоянии невысоким уровнем плодородия. Дерново-подзолистые почвы, встречающиеся в Тверской области, содержат мало органического вещества, поглощающий комплекс их слабо насыщен основаниями, отсюда и повышенная кислотность этих почв. Подзолообразовательный процесс приводит не только к обеднению верхних горизонтов почв органическими веществами, но и к вымыванию ряда зольных элементов (Ca, Mg, K, микроэлементов и т.д.) [3].

Применение органических и минеральных удобрений на разных типах почв (в том числе и на дерново-подзолистых почвах) является неотъемлемым условием воспроизводства и поддержания почвенного плодородия, а также получения высококачественной растениеводческой продукции. Это связано с тем, что за счет применения создаются оптимальные условия для роста и развития растений ввиду заметного изменения физических, химических и биологических свойств почвы. Следовательно, увеличивается количество усвояемых для растений питательных веществ; ускоряются процессы перехода элементов питания из труднорастворимых форм в легкодоступные и наоборот, т.е. процессы мобилизации и иммобилизации. Все это определяет потребность в применении комплекса агротехнических и мелиоративных мероприятий, а также в удобрении почвы органическими или минеральными субстратами.

В настоящее время в системе земледелия используют разные виды и дозы органических и минеральных удобрений. Традиционно на дерново-подзолистых почвах в Нечерноземной зоне применялись наиболее распространенные виды органических удобрений: навоз, торфонавозные компосты и сидераты при разовом внесении в дозах от 30 до 250 т/га. Однако за последние годы сократился выход навоза, а также значительно снизилась добыча торфа. Как следствие, резко снизились дозы вносимых в почву органических удобрений.

На этом фоне стали появляться новые виды органических и органоминеральных удобрений, дозы внесения которых гораздо меньше (от нескольких килограмм до 2–3 ц/га). Одними из таких видов удобрений являются гуматы.

Гуминовые удобрения – комплексные удобрения, представляющие собой соли гуминовых кислот. Они относятся к быстродействующим, эффективным и экономичным удобрениям многофункционального действия.

Внесение гуминовых удобрений улучшает физические, физико-химические свойства почв, ее воздушный, водный и тепловой режим. Гуминовые кислоты вместе с минеральными и органоминеральными частицами почвы образуют почвенный поглощающий комплекс, обуславливающий ее поглотительную способность. Гумусовые вещества препятствуют необратимой сорбции фосфатов, связывая в комплексы ионы железа и алюминия, особенно на тех почвах, которые содержат их в избытке.

Гуминовые удобрения пролонгирующего действия обладают значительной физиологической активностью, но одновременно они оказывают заметное рекультивирующее влияние на почву: улучшают структурное состояние, водно-физические свойства, способствуют росту нитрификационной способности и увеличению подвижности фосфорных соединений. Кроме того, эти удобрения проявляют рекультивационные и защитные свойства. Они снижают загрязненность почв радионуклидами, уменьшают фитотоксичное действие гербицидов, проявляют адсорбционные свойства по отношению к вредным примесям и пестицидам в почве. К подобным материалам относится гранулированный торфяной мелиорант «Агрогумат Экстра» (агрогумат калия), производимый в ЗАО «Селигер-Холдинг» (г.Тверь), получаемый путем глубокой физико-химической переработки низинного торфа.

Агрогумат содержит четыре группы полезных почвенных микроорганизмов, поэтому его использование способствует увеличению в почве численности микроорганизмов, разлагающих труднорастворимые минеральные и органические соединения фосфора, а также значительно интенсифицируется деятельность разных групп микроорганизмов, с которыми тесно связана мобилизация питательных веществ почвы и превращение потенциального плодородия в эффективное [1, 2].

Таким образом, комплексное положительное влияние гуматов на свойства почвы и на растения, позволяет использовать их на различных типах почв, как в полевых экспериментах, так и в производственных условиях.

Поэтому одними из важных задач остается изучение особенностей применения органоминеральных удобрений (в том числе агрогуматов) под отдельные виды сельскохозяйственных культур на разных типах почвах. Тем более что указанные удобрения можно использовать как в чистом виде, так и одновременно с минеральными или органическими удобрениями.

В связи с этим *целью* проводимых исследований стало изучение действия разных доз агрогумата калия на агрохимические свойства дерново-подзолистой мелиорированной почвы и урожайность картофеля.

Исследования проводились в 2019 году в полевых условиях на агротехнологическом полигоне технологического факультета Тверской государственной сельскохозяйственной академии (Тверской ГСХА).

Общая площадь участка – 250 м^2, площадь одной делянки – 14 м^2. Повторность опыта четырехкратная, расположение делянок – рендомизированное.

Почва опытного участка характеризовалась следующими значениями агрохимических показателей: pH_{kcl} = 5,6; содержание $C_{орг.вещ-ва}$ – 2,1%; P_2O_5 – 225 мг/кг почвы, K_2O – 110 мг/кг почвы.

Перед закладкой опыта был проведен химический анализ органоминерального удобрения. Полученные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав агрогумата калия

Вид удобрения	Влажность, %	pH_{kcl}	Содержание в сухом веществе, %			Зольность, %	Органическое вещество, %
			N	P_2O_5	K_2O		
Агрогумат калия	14,3	8,0	2,3	1,0	7,1	10,1	59,2

Исходя из данных табл. 1, влажность агрогумата составила всего 14,3%. Реакция (8,0) – слабощелочная, что вполне приемлемо и для почвенных микроорганизмов, и для возделываемой культуры.

Содержание органического вещества достаточно высокое (59,2%). Среди элементов питания (азота, фосфора и калия) преобладало количество калия и составило 7,1%. Следует отметить, что агрогумат калия отличался низким процентным содержанием фосфора (1,0) и средним – азота (2,3%). Значения указанных показателей объясняется технологическими особенностями производства агрогумата. Таким образом, анализ химического состава агрогумата показал, что он может быть использован в качестве удобрения.

В соответствии с целью исследований была разработана *схема опыта*, которая включала следующие варианты: 1. Контроль (без удобрений); 2. Агрогумат калия в дозе 1,5 т/га; 3. Агрогумат калия в дозе 0,75 т/га и $N_{70}P_{60}K_{30}$; 4. $N_{140}P_{60}K_{60}$.

Для сравнения с агрогуматом в опыте использовались минеральные удобрения: аммиачная селитра, простой суперфосфат и сульфат калия.

В конце мая 2019 г. были посажены клубни картофеля сорта «Винета» («Венета») в соответствии со схемой опыта. На опыте применялся инсектицид «Актара» (1,2 г препарата на 10 л воды, расход рабочей жидкости 5 л на 100 м^2).

Для выявления динамики агрохимических показателей почвы, связанной с воздействием метеорологических условий вегетационного периода, внесенных удобрений в течение всех периодов наблюдений на опытном участке три раза (с периодичностью 25-27 дней) буром отбирали почвенные образцы с глубины 0–20 см.

Во второй декаде сентября 2019 г. после предварительной уборки защитных полос со всех делянок были собраны клубни картофеля и проведен учет их массы. Данные по урожайности картофеля обрабатывали методами дисперсионного анализа [4]. Содержание крахмала и аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля всех вариантов опыта [5,6].

Для подтверждения указанных предположений, в течение вегетационного периода 2019 года был проведен химический анализ почвы и рассчитаны агрохимические показатели, характеризующие изменения в дерново-подзолистой почве [7].

После внесения удобрений произошло увеличение нитратов в почве всех удобренных вариантов (таблица 2). В начале вегетации (июнь) наименьшее количество подвижного азота обнаружено на контроле (без удобрений). Среди удобренных вариантов максимальным содержанием нитратов отличалась почва с агрогуматом и минеральными удобрениями (31,4 мг/кг почвы), а минимальным – вариант с агрогуматом (26,7 мг/кг почвы).

Таблица 2. Влияние удобрений на содержание подвижных форм элементов питания в дерново-подзолистой почве, мг/кг почвы, 2019 г.

Варианты опыта	NO_3^-			P_2O_5			K_2O		
1. Контроль (без удобрений)	23,1	20,8	18,6	204,9	198,3	186,1	109,0	106,0	102,5
2.Агрогумат калия – 1,5 т/га	26,7	27,8	25,8	207,5	200,9	191,3	114,0	119,5	123,0
3.Агрогумат калия – 0,75 т/га и $N_{70}P_{60}K_{30}$	31,4	33,6	30,7	212,9	209,4	200,9	118,0	125,5	128,5
4. $N_{140}P_{60}K_{60}$	29,1	31,3	28,6	209,5	206,1	196,5	116,5	122,0	125,0

В период с июня по июль наблюдалось увеличение количества нитратов на всех вариантах опыта, особенно на фоне агрогумата калия в дозе 0,75 т/га и $N_{70}P_{60}K_{30}$ (33,6 мг/кг), за исключением контроля (20,8 мг/кг). Следовательно, прибавка нитратов на 3 варианте по отношению к другим вариантам составила 2,3 – 12,8 мг/кг почвы.

Во второй половине вегетационного периода (с июля по август) уменьшилось количество нитратов на всех вариантах опыта, особенно на контроле (до 18,6 мг/кг почвы). В августе соотношение между вариантами

не изменилось, однако количество нитратов в почве оказалось в среднем на 0,9-4,5 мг/кг меньше по сравнению со значениями в июне.

Сезонная динамика фосфора может иметь колебания, но чаще происходит снижение его количества в августе [3], что и наблюдалось в дерново-подзолистой почве опытного участка (таблица 2).

В июне наименьшее количество подвижного фосфора было на контроле (204,9 мг/кг почвы). В этот период максимальным содержанием фосфатов отличался вариант с агрогуматом и минеральными удобрениями (212,9 мг/кг почвы). Остальные удобренные варианты по количеству P_2O_5 уступали указанному варианту на 3,4 –5,4 мг/кг.

В период с июня по июль прослеживалась четкая тенденция снижения содержания P_2O_5 на всех вариантах опыта, особенно в почве с агрогуматом и на контроле (в среднем на 6,6 мг/кг почвы). К середине вегетации соотношение между вариантами не изменилось и соответствовало начальному периоду минерализации субстратов.

С июля по август количество подвижного фосфора продолжало снижаться на всех вариантах опыта. При этом максимальным содержанием P_2O_5 в августе отличалась почва, удобренная агрогуматом и минеральными удобрениями (200,9 мг/кг почвы).

Отметим, что на варианте с внесением минеральных удобрений, количество подвижного фосфора было большим, чем в почве с чистым агрогуматом. Вероятно, одной из причин было низкое содержание фосфора в агрогумате (1,0%). Однако учитывая пролонгирующее действие агрогумата, содержание его в почве может возрасти в течение последующих периодов использования дерново-подзолистой мелиорированной почвы.

В отличие от динамики фосфатов, изменения количества обменного калия в легких по гранулометрическому составу почвах выглядит иначе: к началу августа его значения могут увеличиваться [3]. Указанная закономерность согласуется с полученными данными по динамике K_2O в дерново-подзолистой почве в 2019 году (таблица 2).

Результаты исследований показали, что количество обменного калия постепенно возрастало с июня по август в почве всех удобренных вариантов. При этом в июне больше всего K_2O находилось в почве с агрогуматом и $N_{70}P_{60}K_{30}$ (118 мг/кг почвы). Однако вариант с минеральными удобрениями незначительно уступал указанному варианту (на 1,5 мг/кг почвы). Отметим, что вариант с агрогуматом незначительно уступал варианту с минеральными удобрениями (на 2,5 мг/кг почвы).

На протяжении начального периода разложения удобрений и формирования растений, наблюдалось возрастание количества обменного калия на всех вариантах опыта. Наибольшим содержанием K_2O в июле отличались варианты с агрогуматом и минеральными удобрениями (125,5 мг/кг почвы), а наименьшим – почва контрольного варианта (106 мг/кг почвы).

В конце вегетации культуры в почве варианта с агрогуматом и минеральными удобрениями выявлено увеличение количества обменного калия (до 128,5 мг/кг почвы). Почва, удобренная минеральными удобрениями и агрогуматом, содержала калия на 3,5 – 5,5 мг/кг меньше по сравнению с указанным вариантом.

Таким образом, за время проведения исследований в 2019 году максимальным количеством подвижных форм азота, фосфора и калия отличались варианты совместного применения агрогумата и минеральных удобрений. Варианты с минеральными удобрениями и агрогуматом незначительно уступали указанному варианту, особенно по содержанию фосфора и калия.

В соответствии с особенностями метеорологических условий вегетационного периода, уровнем питательного режима дерново-подзолистой мелиорированной почвы в 2019 году была получена различная урожайность картофеля. Полученные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3. Влияние удобрений на урожайность картофеля, ц/га, 2019 г.

Вариант	Средняя урожайность клубней, ц/га	Прибавка к контролю	
		ц/га	%
1. Контроль (без удобрений$_t$)	175	-	-
2. Агрогумат калия - 1,5 т/га	204	29	16,6
3. Агрогумат калия -0,75 т/га и $N_{70}P_{60}K_{60}$	223	48	27,4
4. $N_{140}P_{60}K_{30}$	215	40	22,9
НСР $_{05}$ кг/м^2	-	7,658	-

Наименьший выход клубней картофеля установлен на контрольном варианте (175 ц/га). Применение агрогумата калия и минеральных удобрений способствовало увеличению урожайности картофеля по отношению к контролю (223 ц/га, прибавка 48 ц/га или 27,4 %).

Следует отметить, что заметная прибавка клубней по сравнению с контролем получена на варианте с минеральными удобрениями (40 ц/га или 22,9%). Среди удобренных вариантов наименьшая урожайность и прибавка клубней по отношению к контролю выявлена на фоне агрогумата – 204 ц/га и 29 ц/га соответственно (или 16,6%).

Кроме того, использование удобрений позволило повысить количество крахмала и аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля (таблица 4). Наибольшим содержанием крахмала отличались клубни картофеля варианта с органоминеральным удобрением и $N_{70}P_{60}K_{30}$ (12,9%). Агрогумат, используемый в чистом виде, уступал указанному варианту по этому показателю на 1,7%, а минеральному фону – на 0,8% соответственно. Отметим, что применение минеральных удобрений позволило увеличить содержание крахмала в клубнях на 1,5% по сравнению с клубнями контрольного варианта.

Максимальное количество аскорбиновой кислоты обнаружено в клубнях, выращенных на варианте с агрогуматом и минеральными удобрениями – 14,1 мг/100 г сырого вещества. Это количество превышало содержание витамина С в клубнях варианта с минеральными удобрениями на 0,8 мг/100 г сырого вещества (или на 7,5%), и на 3,3 мг/100 г сырого вещества (или на 30,6 %) в клубнях контрольного варианта.

Таблица 4. Влияние удобрений на содержание крахмала и аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля, 2019 г.

Вариант	Крахмал			Аскорбиновая кислота		
	%	± к контролю, %	% от контроля	мг/100 г сырого вещества	± к контролю, мг/100 г сырого вещества	% от контроля
1.Контроль (без удобрений)	10,5	-	-	10,8±0,2	-	-
2.Агрогумат калия - 1,5 т/га	11,2	0,7	6,7	12,7±0,1	1,9	17,6
3.Агрогумат калия - 0,75 т/га и $N_{70}P_{60}K_{30}$	12,9	2,4	22,9	14,1±0,1	3,3	30,6
4.$N_{140}P_{60}K_{60}$	12,0	1,5	14,3	13,3±0,2	2,5	23,1

Таким образом, применение агрогумата в разных дозах как в чистом виде, так и в сочетании с минеральными удобрениями, способствует возрастанию количества подвижных форм элементов питания в почве, а также увеличению урожайности, крахмала и аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля.

Литература

1. Барановский, И.Н. Влияние агрогумата калия на питательный режим дерново-подзолистой почвы и ее продуктивность/И.Н. Барановский, М.А.Соколов // Вестник ТвГУ. Серия: Химия (1). – 2014. – С. 13–20
2. Барановский, И.Н. Эффективность «Агрогумата Экстра» на дерново-подзолистых мелиорированных почвах при внесении под картофель. /И. Н. Барановский, И. А. Чубаров. – Тверь: Тверская ГСХА, 2010. – 10 с.
3. Барановский, И.Н. Эффективность традиционных и новых видов органических удобрений в Центральном районе Нечерноземной зоны России – Тверь, 2001. – 172 с.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб./Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Коренман, И.М. Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений. – М.: Химия, 1975. – 362 с.
6. Плешков, Б.П. Практикум по биохимии растений.– М.: Колос, 1985. –С.122
7. Практикум по агрохимии/ В.В. Кидин, И.П. Дерюгин, В.И. Кобзаренко и др. -М.: КолосС, 2008. – 599 с.

УДК 631.616: 631.445

ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ КУЛЬТУРЫ И БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ ПРИ СОВМЕСТНОМ И РАЗДЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ И ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ СТОЛОВОЙ СВЕКЛЫ

Е.В. Широкова, к.с.-х.н., **О.Н. Анциферова,** к.с.-х.н.,
Л.С. Магарышкина
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Развитие рыночной экономики в нашей стране привело в последние 10-15 лет к появлению на рынке России огромного ассортимента новых видов удобрений, регуляторов и стимуляторов роста. Их активная реклама и использование отдельными производителями Яхромской поймы для подкормок овощных культур по 2-3 вида удобрений одновременно совместно с гербицидами, требует проверки эффективности и целесообразности их применения.

В научной литературе появилось много работ, отмечающих положительное влияние современных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур и качество получаемой продукции. Так положительное действие некорневых подкормок комплексным водорастворимым удобрением Террафлекс на урожай картофеля отмечено В.Е. Ториковым с соавторами [8] при разном уровне минерального питания. Исследованиями З.И. Глазовой [1] установлена экономическая целесообразность применения некорневых подкормок Террафлексом гречихи, причем каждый килограмм удобрений окупался от 23,3 до 102,4 кг зерна. Положительное действие кремний органических соединений на урожайность и качество овощной продукции отмечалось в работах В.Н. Петриченко и О.С. Туркиной [6]. Однако больше всего исследований посвящено влиянию на сельскохозяйственные культуры органоминеральных удобрений [2], гуматов разного происхождения и регуляторов роста [3, 5, 7].

Чаще всего современные удобрения водорастворимы или имеют жидкую консистенцию. Производители рекомендуют применять их для фертигации, некорневых подкормок посевов, часто совместно с гербицидами и другими ХСЗР.

Учитывая многочисленные данные о положительном действии новых видов удобрений на урожай и качество сельскохозяйственных культур, мы решили проверить эффективность их применения на мелиорированных торфяных почвах, так как практически все исследования проводились на минеральных почвах.

В своих исследованиях мы испытали несколько видов удобрений: Лигногумат, Мивал-агро, Террафлекс, Флоргумат, Экстрасол, стимулятор роста Мегафол. Эффективность применяемых препаратов сравнивали с мочевиной – удобрением, которое и раньше использовалось для некорневых

подкормок сельскохозяйственных культур, т.к. оно не вызывает ожога листьев. Нами испытывались удобрения, которые чаще всего применялись производителями на Яхромской пойме и активно рекламировались дистрибьюторами производящих компаний, чтобы в дальнейшем дать оценку обоснованности, эффективности и целесообразности их применения. Некорневые подкормки указанными удобрениями проводились через 5-7 дней после обработок посевов гербицидами, так как более ранние сроки проведения любых полевых работ после этого агроприема нежелательны, чтобы не мешать работе гербицидов, нарушая почвенную корку[4].

В настоящей статье приводятся результаты оценки биологической эффективности раздельного и совместного использования новых видов удобрений с гербицидом в посевах столовой свеклы, а также изменений биологических свойств низинной торфяной почвы через два месяца после проведения обработок.

Опыты закладывались в центральной части Яхромской поймы стационара «Дальний» Дмитровского отдела ФГБНУ ВНИИМЗ на торфяной почве, подстилаемой мощным древесным торфом. По классификации почв России 2004 года, эти почвы относятся к отделу торфоземов, тип – торфоземы, подтип – минерально-торфяные (диагностический горизонт(РТ) – агроторфяный).

В опыте 1 некорневые подкормки удобрениями проводили за день до внесения гербицида, в опыте 2 – вместе с гербицидом, в одной баковой смеси. Нами испытывались удобрения, которые за время предыдущих исследований (2013-2016 г.г.) обеспечили максимальные прибавки урожая овощных культур: Мочевина, Террафлекс, Флоргумат и Лигногумат [4].

В опытах использовались следующие концентрации удобрений для проведения некорневых подкормок: Мочевина, 0,5%, Террафлекс, 0,5, Флоргумат,1,0, Лигногумат, 0,05%.

Фоном для проведения исследований в опыте 1 и 2 служило: основное внесение удобрений – 300 кг диаммофоски + 168 кг хлористого калия + почвенная подкормка аммиачной селитрой (30 кг/га); довсходовая обработка посевов столовой свеклы гербицидами Пирамин Турбо КС, 4 л/га + Фронтьер Оптима, 0,5 л/га. В опыте 2 на фоновом варианте дополнительно проводилась обработка посевов гербицидом Бетанал Эксперт, дозой 1,5 л/га. Обработка посевов этим гербицидом и удобрениями проводилась согласно схеме опытов в один день (17.06.17), за исключением опыта 1, где некорневые подкормки удобрениями были проведены 16.06.17. Норма внесения рабочего раствора гербицидов и удобрений – 400 л/га. Обработку проводили ранцевыми опрыскивателями.

Анализ урожайных данных показал, что внесение гербицида снижало урожай столовой свеклы с 35,3 т/га до 34,3 т/га (табл.1). Проведение некорневых подкормок удобрениями за день до обработки гербицидами (опыт 1) увеличило урожай корнеплодов свеклы с 35,3т/га до 36,0-38,6 т/га), и с 34,3 до 36,0-40,9 т/га при внесении удобрений и гербицида в одной баковой смеси (опыт 2).

Таблица 1. Биологическая эффективность совместного применения гербицидов и удобрений в посевах столовой свеклы

Варианты опыта	Урожай корнеплодов, т/га	Прибавка урожая, %, к		Товарность %	Отношение основной продукции к побочной
		фону	фон +Г		
Опыт 1 – проведение некорневых подкормок за день до обработки посевов гербицидом					
Фон (Ф)*	35,3	-		78	0,9
Ф + Мочевина +Г	36,0	2,0		82	1,4
Ф + Террафлекс +Г	37,0	4,8		79	1,2
Ф + Флоргумат +Г	37,6	6,5		85	1,1
Ф + Лигногумат +Г	38,6	9,3		88	1,3
$НСР_{05}$		2,2			
Опыт 2 – удобрения вносились в одной баковой смеси с гербицидом					
Фон +Г*	34,3	-		77	1,4
Ф + (Мочевина +Г)	36,0		5,0	85	1,3
Ф + (Террафлекс +Г)	36,5		6,4	73	1,3
Ф + (Флоргумат +Г)	39,2		14,3	84	1,4
Ф + (Лигногумат +Г)	40,9		19,2	82	1,4
$НСР_{05}$			2,5		

Нами отмечено, что при проведении некорневых подкормок мочевиной и Террафлексом, как в опыте 1, так и в опыте 2, при их внесении совместно с гербицидом, можно говорить лишь о тенденции увеличения урожая корнеплодов, так как результаты были очень близки и находились в пределах ошибки опыта. В условиях вегетационного периода холодного и сырого 2017 года наиболее эффективным было совместное применение с гербицидом удобрений Флоргумат и, особенно, Лигногумат, что позволило получить в опыте 1 прибавки урожая корнеплодов 2,3-3,3 т/га (6,5-9,3%). При внесении этих удобрений в одной баковой смеси с гербицидами прибавки на этих вариантах были значительно выше, соответственно, 4,9 и 6,6 т/га, или 14,3 и 19,2 %.То есть, совместное внесение гербицидаи удобрения в одной баковой смеси увеличило прибавку урожая в два раза.

Чтобы, оценить возможные изменения биологических свойств торфяной почвы под воздействием некорневых подкормок новыми видами удобрений изучалась суммарная биологическая активность методом разложения целлюлозы (Востров, Петрова, 1961) и почвоутомление методом проростков (Заболотских, Васильев, Танких, 2012). Для этого в верхней части пахотного горизонта перед проведением некорневых подкормок закладывалась хлопчатобумажная ткань. Ткань предварительно взвешивалась, прикреплялась к стеклам и закладывалась ниже поверхности почвы на 1 см на всех вариантах опыта. Экспозиция ткани в почве – два месяца. Повторность трехкратная.

Оценка суммарной биологической активности почв показала, что минимальные её значения были характерны для фоновых вариантов, особенно, при внесении гербицида: 30 и 40%. Применение некорневых подкормок за сутки до внесения гербицида (опыт 1) повысило суммарную биологическую активность почв с 40 до 50-67%. При совместной обработке посевов свеклы гербицидами и удобрениями (опыт 2), указанный показатель повысился с 35 до 43-50%. Эти данные свидетельствует о том, что лучшие условия существования почвенных микроорганизмов были там, где некорневая подкормка была проведена за день до обработки посевов свеклы гербицидом (табл. 2).

Таблица 2. Влияние совместного и раздельного использования удобрений и гербицидов на биологические свойства торфяных почв

Варианты опытов	Суммарная биологическая активность, %	Оценка почвоутомления по показателям тест-культуры, см			
		Росток	Изменения к фону	Корень	Изменения к фону
Опыт 1 – проведение некорневых подкормок за день до обработки посевов гербицидом					
Фон (Ф)	40	4,4	-	2,8	-0,1
Ф+ М* + Г	50	4,7	+0,3	2,7	-0,1
Ф+ Т* + Г	60	4,7	+0,3	3,2	+0,4
Ф+ Ф* + Г	53	5,0	+0,6	3,6	+0,8
Ф+ Л *+ Г	67	4,9	+0,5	2,9	+0,1
Опыт 2 – удобрения вносились в одной баковой смеси с гербицидом					
Ф + Г	35	4,4	-	2,8	-
Ф + (М* + Г)	47	4,5	+0,1	2,8	-
Ф + (Т* + Г)	43	4,6	+0,2	2,8	-
Ф + (Ф* + Г)	50	5,0	+0,6	3,8	+1,0
Ф + (Л* + Г)	45	4,9	+0,5	3,0	+0,2
Лес (контроль)	-	4,6	-	4,5	-

*-М – мочевина, Т – Террафлекс, Ф - Флоргумат, Л - Лигногумат

Сравнение развития проростков кресс-салата в почве, отобранной по вариантам опыта и в лесу, свидетельствовало о незначительной положительной разнице почвы леса по сравнению с фоновыми вариантами опытов (4,6 и 4,4 см). Некорневые подкормки удобрениями улучшили показатели ростка тест-культуры, в результате чего их величины стали несколько выше в опытах, чем в лесу: 4,7 и 5,0 см, при обработке посевов за день до внесения гербицидов и 4,6, и 5,0 см при внесении удобрений и гербицидов в одной баковой смеси. Отбор образцов почвы был проведен 16.08.17 за один день и в опытах, и в лесу (фото).

Сравнение почвоутомления на контрольных вариантах.
Слева – опыт 1, справа – опыт 2, по центру - лес

Этот факт свидетельствует о том, что почвоутомление после проведения некорневых подкормок посевов в 1917 году было выражено на пашне меньше, чем в лесу, несмотря на то, что к этому моменту в опытах были проведены две обработки гербицидами, (довсходовая и по растениям) одна инсектицидом. По нашему мнению, это связано с погодными условиями вегетационного периода 2017 года: постоянное вымывание питательных веществ из верхней части профиля почвы приводило к их недостатку в почве леса. В опытах элементы питания пополнялись внесением минеральных удобрений: во время основного внесения, а также проведением почвенных и некорневых подкормок, что, в конечном счете, проявилось тенденцией увеличения роста тест-культуры в почве, взятой по вариантам опытов. Корни на образцах лесной почвы развивались гораздо лучше: 4,5 см и 2,7-3,8 по вариантам опыта, так как при недостатке питательных веществ корень развивается более интенсивно для обеспечения элементами питания проростков.

Проведенные исследования по изменению показателей суммарной биологической активности почв и почвоутомления свидетельствуют о положительном влиянии некорневых подкормок удобрениями на биологические свойства торфяных почв. Но самое главное, полученные результаты позволили нам понять, что интенсивно используемые торфяные почвы Яхромской поймы, несмотря на ежегодные обработки посевов овощных культур ХСЗР, способны восстанавливать свои биологические свойства.

Снижение почвоутомления по показателям ростка тест-культуры отмечено нами и в первом и во втором опытах, а вот на росте корневой системы кресс-салата лучше сказалась предварительная подкормка удобрениями за день до внесения гербицида. Особенно здесь выделился Флоргумат,

обеспечив максимальный прирост корня – 0,8 см. О благоприятном влиянии удобрения Флоргумат на корневую систему растений нами указывалось ранее[4].

Таким образом, исследованиями установлено, что проведение некорневых подкормок в посевах столовой свеклы современными удобрениями за день до внесения гербицидов увеличило урожай корнеплодов с 35,3т/га до 36,0-38,6 т/га, а при их внесении в одной баковой смеси с гербицидом Бетанал Эксперт, урожай повысился в два раза, с 34,3 до 36,0-40,9 т/га.

Нами отмечено, что в условиях 2017 года наиболее эффективным было совместное применение с гербицидом удобрений Флоргумат и, особенно, Лигногумат, что позволило повысить урожай, соответственно, на 4,9-6,6 т/га, или 14,3-19,2%. Увеличение урожайности корнеплодов при совместном и раздельном использовании современных удобрений и гербицидов свидетельствует о снижении стресса, которое испытывает культура при обработке посевов ХСЗР.

Исследованные удобрения благотворно влияли на биологические свойства торфяных почв, увеличивая суммарную биологическую активность с 35-40% до 45-67%, и снижали почвоутомление после обработки посевов ХСЗР. Максимальное положительное действие некорневых подкормок удобрениями на биологические свойства пахотного горизонта торфоземов проявилось при проведении некорневой подкормки за день до внесения гербицида.

Литература

1. Глазова З.И. Эффективность удобрений и способов их применения на гречихе. // Зернобобовые и крупяные культуры, № 4 (20), 2016, с. 121-124.
2. Дрожжина Л.А., Мисриева Б.У., Приходько Е.С. Экофус – новое органоминеральное удобрение. // Агрохимический вестник, 2014, №6, с.34 – 36
3. Захарова Л.М. Лигногумат и МиГим в составе баковых смесей гербицидов в посевах льна. // Защита и карантин растений, 2012, № 6, с. 44-45.
4. Ковалев Н, Широкова Е.В., Андрианова Л.И. Влияние современных удобрений и стимуляторов роста на урожайность овощных культур и некоторые биологические характеристики мелиорированных торфяных почв. // Международная научно-практическая конференция «Мелиорация и водное хозяйство: проблемы и пути решения» (Костяковские чтения). 29-30 марта 2016 г., с.266-270
5. Куликова Н.А. Филиппова О.И. Защитное действие гуминовых веществ по отношению к проросткам пшеницы в условиях неблагоприятных температур. // Агрохимический вестник, 2018, № 2, с.33-37
6. Петриченко В.Н., Туркина О.С. Изучение препаратов Куфецин и ЭнергияМ на овощных культурах. // Агрохимический вестник, № 6, 2014, с.31-33.
7. Рабинович Г.Ю.,Фомичева Н.В., Васильева Е.А., Смирнова Ю.Д, Тихомирова Д.В. Научные и технологические основы целевого использования новых полифункциональных биоудобрений и биопрепаратов в инновационных агротехнологиях с целью повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и качества продукции. Методическое пособие. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2017, 34 с.
8. Ториков В.Е., Котиков М.В., Богмаз М.А., Пикатов А.А. Действие террафлекса на урожайность сортов картофеля при разном уровне минерального питания. // Вестник Брянской гос. с/х академии, 2011, с.26-29.

УДК 631

ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В РАЗЛИЧНЫХ ЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЯХ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО

Рублюк М.В, к.с.-х.н., **Иванов Д.А.,** д.с.-х.н., чл.-корр. РАН, профессор
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия
volok123@gmail.com

Исследования проводились на опытном участке ФГБНУ ВНИИМЗ в 1998-2017 гг. на дерново-подзолистой остаточно-карбонатной глееватой почве с целью выявления изменений агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы в элементах ландшафта при длительном возделывании козлятника восточного. В ходе исследований выявлено, что в результате возделывания козлятника по сравнению с мониторинговыми исследованиями в севообороте наблюдалось подкисление почвенного раствора на 16,5-27,5 %, снижение подвижного фосфора на северном склоне и на вершине (на 43-45 %) и повышение обменного калия на 38-62 %. Козлятник восточный способствовал снижению миграции калия на склонах.

Ключевые слова: *агроландшафт, мониторинг, севооборот, экспозиция, склон, козлятник восточный, агрохимические показатели, фосфор, калий, кислотность.*

Использование земли в сельском хозяйстве, как основного средства производства, неизбежно приводит к постепенному снижению уровня ее плодородия и, как следствие, к снижению урожайности и качества продукции всех сельскохозяйственных культур. Поэтому в современной экономической и экологической обстановке особая роль в повышении плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур принадлежит многолетним травам [1]. Одной из таких культур является козлятник восточный или галега восточная (*Galega orientalis Lam.*). Это многолетнее (до 15 лет) слабоизреживающееся растение семейства бобовых Козлятник хорошо удается на супесчаных и легких суглинистых почвах при нейтральной реакции почвы. Козлятник восточный формирует высокий урожай зеленой массы (70-80 т/га), богатой витаминами, аскорбиновой кислотой, каротином и минеральными веществами [2]. Эта культура оказывает существенное влияние на химические свойства почвы. Целью нашей работы был анализ данных многолетнего мониторинга состояния почвенного покрова под козлятником восточным.

Методика. Исследования по изучению агрохимических свойств почвы проводились на опытном стационаре ФГБНУ ВНИИМЗ, заложенном в 1996 году. В пределах стационара развернут зернотравяной севооборот со

следующим чередованием культур: 1) Овес + травосмесь; 2-4) Травосмеси 1-3 г. пользования; 5) Яровая пшеница; 6) Рапс (на сидерат); 7) Озимая рожь и выводное поле – козлятник восточный. Вариантами опыта являются микроландшафты, которые расположены на вершине холма, его склонах (южный и северный) и в межхолмной депрессии: 1) элювиально-аккумулятивный (Э-А) на вершине, где вместе с нисходящим током веществ наблюдается их аккумуляция в микропонижениях; 2) элювиально-транзитные (Э-Т) в пределах пологих верхних частей склонов, где наблюдается нисходящий ток веществ и их боковое перемещение; 3) транзитные (Т) на центральных частях склонов с преобладанием бокового перемещения веществ; и 4) транзитно-аккумулятивные (Т-А) в наиболее пониженных частях стационара, где совместно с латеральным перемещением веществ наблюдается частичная их аккумуляция из грунтовых и намывных вод.

Почвообразующие породы в пределах стационара имеют двучленный характер, который варьирует в пространстве – на южном склоне средняя глубина залегания морены превышает 1 м, в то время как на северном она залегает на глубине 0,5-0,6 м, а местами выходит на поверхность. В элювиально-аккумулятивных микроландшафтах преобладают дерново-подзолистые слабооглеенные почвы, в элювиально-транзитных наблюдается более сложный почвенный покров, состоящий из дерново-подзолистых глеевых и глееватых почв. Наиболее сложная структура почвенного покрова в транзитных микроландшафтах – она состоит из трех компонентов: глеевой, глееватой и слабооглеенной почвы. Ниже по склону почвенный покров приобретает двухкомпонентный характер.

Мониторинговые исследования включали в себя наблюдения за агрохимическими свойствами почвы в различных ландшафтных условиях под козлятником и в севообороте. Показатели плодородия почвы определялись по общепринятым методикам в центральных частях АМЛ в течение 20-ти лет (1998-2017гг.).

Полученные данные обрабатывали методом двухфакторного дисперсионного анализа, где фактор А – экспозиция склона (южный, северный и вершина холма); фактор В – культуры (козлятник и севооборот). Определение степени влияния ландшафтных факторов на агрохимические свойства почвы осуществлялось на основе метода Н. А. Плохинского путем деления частной факториальной суммы квадратов на общую [3].

Результаты и их обсуждение. Агрохимические показатели почв очень динамичны и легко изменяются как при осушении, так и в процессе сельскохозяйственного использования [4]. Согласно данным таблицы 1 отмечено, что в результате длительного возделывания козлятника восточного почва исследуемых вариантов имела кислую реакцию среды (pH_{kcl} 4,53-4,7).

Таблица 1. Изменение агрохимических свойств пахотного слоя почвы под с/х культурами в зависимости от элементов ландшафта

Структурный элемент ландшафта	Показатели			
	pH_{kcl}	$N_{легкогидр.}$	P_2O_5	K_2O
		Мг/ кг почвы		
Склон южной экспозиции	4,70/ 5,48	48,9/ 51,1	274/ 284	200/ 123
Вершина холма	4,58/ 5,66	58,8/ 60,6	269/ 391	187 /147
Склон северной экспозиции	4,53/ 5,78	63,6/ 61,4	100/ 143	123 /89
Среднее	4,60/ 5,64	57,1/ 57,7	214/ 272	170/ 120
$НСР_{0,5}$	***0,48***	***Различия недостов.***	***81,2***	***36,3***
$НСР_A$	***Различия недостов.***	***Различия недостов.***	***57,4***	***25,7***
$НСР_B$	***0,47***	***Различия недостов.***	***46,9***	***29,9***

Примечание: числитель – козлятник восточный (монокультура); знаменатель – зернотравяной севооборот.

По сравнению с севооборотом отмечено повышение кислотности почвы под козлятником восточным на 0,78-1,25 ед. Наибольшее подкисление почвы под этой культурой наблюдалось на склоне северной экспозиции (22,4 %). Содержание легкогидролизуемого азота находилось в пределах 48,9-63,6 мг/кг почвы. Его количество возрастало на северном склоне и на вершине и снижалось на южном склоне. По сравнению с севооборотом содержание легкогидролизуемого азота под козлятником достоверно не различалось и зависело от содержания гумуса.

Козлятник восточный способствовал более интенсивному выносу подвижного фосфора по сравнению с его количеством в севообороте благодаря своей мощной корневой системе. Наибольшее использование фосфора отмечено на вершине холма (снижение составило – 45 %).

Под козлятником обменного калия содержалось в среднем по опыту 170 мг/кг почвы. Содержание обменного калия возрастало на южном склоне и снижалось на северном склоне. Козлятник восточный способствовал снижению миграции калия на склонах, по сравнению с его содержанием в севообороте вследствие уменьшения эрозии. Под козлятником отмечено его увеличение на 38-62 %. Наибольшее увеличение калия, количества подвижного фосфора отмечено на южном склоне – на 77 мг/кг почвы. Содержание органического вещества под козлятником восточным по сравнению с севооборотом достоверно не различалось и находилось в пределах 2,28-2,70 %.

Таким образом, при возделывании козлятника восточного по сравнению с мониторинговыми исследованиями в севообороте наблюдалось подкисление почвенного раствора на 16,5-27,5 %, снижение подвижного фосфора на северном склоне и на вершине – на 43-45 % и повышение обменного калия на 38-62 %.

Литература

1. Диссертации о Земле http://earthpapers. net/agroe-kologicheskaya-otsenka-kozlyatnika-vostochnogo-kak-predshestvennika-na-vyschelochennom-chernozeme-lesostepi-srednego#ixzz5hIu1YzUc.
2. Коренев Г.В., Подгорный П.И., Щербак С.Н. Растениеводство с основами селекции и семеноводства// Под ред. Г.В. Коренева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990.- 575с.
3. Плохинский Н.А. Биометрия. -М.:МГУ. – 1970. -367с.
4. Полякова Н.В., Лавринова М.Г., Володина Е.Н. Органическое вещество аллювиальных почв разной степени гидроморфизма// Плодородие, № 3 (90_, 2016. С. 13-15.

УДК 574

БИОТЕСТИРОВАНИЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ ПОЧВЫ ПОСЛЕ БИОРЕМЕДИАЦИИ

Фомичева Н.В., к.б.н., **Пушкина Л.В.**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», г. Тверь, Россия

В настоящее время существует ряд современных молекулярно-биологических тестов качества среды, отличающихся уровнем сложности и стоимости [1, 2]. Методы биотестирования дают возможность охарактеризовать степень воздействия конкретного фактора на биоценоз и природные среды. Указанные методы применяют для оценки состояния исследуемой системы и при первоначальных признаках отклонения ее от нормы, когда еще возможно вернуть систему в прежнее состояние, и в случае уже необратимых изменений среды [3].

Метод проростков является простым, доступным и пригодным для широкого использования методом биотестирования почвы. В его основе лежит реакция тест-растений, позволяющая выявить либо ингибирующее (токсичное) действие тех или иных веществ, либо стимулирующее влияние, активизирующее развитие тест-культуры [3]. В настоящей работе метод проростков использовался в комплексной диагностике нефтезагрязненной почвы после биоремедиации.

Биоремедиация является наиболее эффективным и экологически чистым способом восстановления загрязненных нефтью почв и базируется на использовании микроорганизмов-деструкторов, эффективно разлагающих углеводороды нефти. В биоремедиации выделяют два основных метода [4]:

– эндогенную биоремедиацию или биостимуляцию, которая предполагает активацию аборигенных микроорганизмов, адаптированных к конкретным условиям данной загрязнённой территории и может проводиться в месте загрязнения (*in situ*) или в биореакторах, ферментерах (*in vitro*) с последующей реинтродукцией аборигенных микроорганизмов в место загрязнения;

– биоаугментация, основанная на интродукции активных микроорганизмов-деструкторов в места загрязнения (*in situ*), чаще всего в составе биопрепаратов.

В ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» разработаны органические удобрения – КМН (компост многоцелевого назначения) и ПФ (продукт ферментации), которые имеют развитую контактную поверхность, содержат в себе различную микрофлору, в том числе углеродразрушающую, элементы питания, физиологически активные вещества. Эти обстоятельства позволили их использовать для биоремедиации нефтезагрязненной почвы в качестве активаторов аборигенной микрофлоры и сорбентов искусственно вносимых специализированных штаммов микроорганизмов. С этой целью был заложен модельный эксперимент по биоремедиации нефтезагрязненной почвы продолжительностью 4 месяца. Для этого в пластиковые контейнеры помещали подготовленную дерново-подзолистую легкосуглинистую почву и проводили искусственное загрязнение нефтью из расчета 50 г/кг почвы (5 % нефтезагрязнений). Спустя трое суток в контейнеры вносили следующие органические удобрения:

– исходные компост многоцелевого назначения и продукт ферментации (соответственно КМН-1 и ПФ-1) из расчета 150 и 300 т/га;

– компост многоцелевого назначения и продукт ферментации, обогащенные штаммами нефтедеструкторов, из расчета 50 т/га (КМН-2 и ПФ-2 пастообразной консистенции);

– компост многоцелевого назначения и продукт ферментации, обогащенные штаммами нефтедеструкторов, из расчета 150 т/га (КМН-3 и ПФ-3 сыпучей мелкокомковатой структуры).

В качестве штаммов нефтедеструкторов использовался микробиологический препарат МикроБак, разработанный Институтом биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина Российской академии наук (ИБФМ РАН). На протяжении всего модельного эксперимента поддерживался оптимальный водно-воздушный режим.

По окончании модельного эксперимента была проведена диагностика почвы, включающая определение степени деструкции нефти, численности микроорганизмов (аммонифицирующих, амилолитических, утилизирующих сырую нефть), содержания минерального азота, и на заключительном этапе определяли фитотоксичность почвы методом проростков.

Естественное самоочищение почвы от нефтяного загрязнения является длительным процессом и в зависимости от конкретных условий может продолжаться от нескольких лет до нескольких десятилетий [5]. При этом

деградация нефти складывается преимущественно за счет абиотических физико-химических процессов, в частности испарения легких фракций нефти, а также за счет жизнедеятельности аборигенной микрофлоры. Дополнительная активизация аборигенной микрофлоры, например, в результате применения органических удобрений, и/или использования специализированных штаммов микроорганизмов, способствует интенсификации процессов деструкции нефти. Из таблицы 1 видно, что все опытные варианты с применением либо исходных, либо обогащенных нефтедеструкторами органических удобрений превосходят контроль по всем исследуемым показателям. Необходимо отметить, что степень деструкции нефти находилась в прямой зависимости от численности почвенных микроорганизмов, что описывается линейным уравнением регрессии y = 18,2902 + 0,0316705*x с коэффициентом корреляции r = 0,94 %. Максимальная деструкция нефти была выявлена в вариантах с использованием исходных органических удобрений КМН-1 и ПФ-1 в максимальных дозах, а также при использовании обогащенного органического удобрения ПФ-3 из расчета 150 т/га.

Таблица 1. Отдельные показатели почвы после биоремедиации

Вариант	Степень деструкции нефти, %	Численность микроорганизмов, млн./г	Nмин, мг/100 г почвы
Почва + нефть (контроль)	17,3	160,0	1,67
Почва + нефть + КМН-1 (150 т/га)	45,8	870,2	2,00
Почва + нефть + КМН-1 (300 т/га)	63,7	1369,0	2,40
Почва + нефть + КМН-2 (50 т/га)	43,7	776,2	1,87
Почва + нефть + КМН-3 (150 т/га)	45,8	868,8	1,99
Почва + нефть + ПФ-1 (150 т/га)	53,5	1126,6	1,98
Почва + нефть + ПФ-1 (300 т/га)	60,8	1604,0	2,06
Почва + нефть + ПФ-2 (50 т/га)	52,4	822,3	1,81
Почва + нефть + ПФ-3 (150 т/га)	60,6	1212,0	1,90

Для проведения биотестирования почвы использовали тест-культуру яровую пшеницу сорта Иргина. Семена обеззараживали в крепком растворе марганцовки, сеяли в пластиковые контейнеры с почвой после биоремедиации и выращивали две недели с поддержанием оптимального уровня водного режима.

Данные по биометрии растений яровой пшеницы представлены в таблице 2, из которой видно, что нефть оказала сильное токсическое действие на почву и в контрольном варианте выявлены самые низкие биометрические показатели растений. Использование органических удобрений в разной степени

способствовало устранению негативного влияния нефти. Наибольшая биомасса растений получена в тех вариантах, где определена наибольшая деструкция нефти: максимальная – при использовании КМН-1 в количестве 300 т/га, далее – в случае применения ПФ-3 и ПФ-1 в максимальной дозировке.

Таблица 2. Биометрические показатели яровой пшеницы

Вариант	Всхожесть, %	Средняя длина проростка, см	Средняя масса 1 сырого проростка, $*10^{-3}$ г	Средняя масса 1 сухого проростка, $*10^{-3}$ г
Почва + нефть (контроль)	95,0	12,52	74,70	8,66
Почва + нефть + КМН-1 (150 т/га)	100,0	14,81	97,41	10,29
Почва + нефть + КМН-1 (300 т/га)	100,0	15,52	104,62	12,09
Почва + нефть + КМН-2 (50 т/га)	98,3	14,11	89,56	10,06
Почва + нефть + КМН-3 (150 т/га)	100,0	14,25	95,00	10,45
Почва + нефть + ПФ-1 (150 т/га)	100,0	14,20	91,12	9,60
Почва + нефть + ПФ-1 (300 т/га)	100,0	14,99	98,19	10,82
Почва + нефть + ПФ-2 (50 т/га)	98,3	14,72	94,45	10,43
Почва + нефть + ПФ-3 (150 т/га)	100,0	15,25	102,95	11,38

Развитие тест-культуры яровой пшеницы зависело от ряда составляющих, в частности, от степени деструкции нефти, численности микроорганизмов в почве, содержания элементов питания. Результаты множественной линейной регрессии описывают зависимость средней длины проростков от указанных показателей уравнением аппроксимирующей модели:
$y = 10{,}1228 + 0{,}756864*(N_{мин.}) + 0{,}074978*(степ.\ деструк.\ нефти) – 0{,}000837392*(числен.\ микроорг.)$, R-squared = 91,842 %.

По результатам тестирования нефтезагрязненной почвы после биоремедиации выявлены три варианта использования органических удобрений, обеспечивающих максимальную степень деструкции нефти и соответственно минимальную фитотоксичность: исходные органические удобрения ПФ-1 и КМН-1 в максимальной дозе 300 т/га и обогащенное удобрение ПФ-3, вносимое в количестве 150 т/га. При этом норма расхода 300 т/га по затратам превосходит вариант применения органического удобрения ПФ-3, искусственно обогащенного штаммами нефтедеструкторов. Поэтому, в проведенном модельном эксперименте органическое удобрение ПФ-3 сочетает в себе экономичность и эффективность, его применение совмещает два приема биоремедиации – стимуляцию аборигенных микроорганизмов и интродукцию активных микроорганизмов-деструкторов, что в конечном итоге

обеспечило деструкцию нефти на 60,6 % за 4 месяца и по результатам биотестирования снизило ее токсическое влияние.

Литература

1. Другов, Ю.С. Мониторинг органических загрязнений природной среды: 500 методик: практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. М.: БИНОМ, 2009. 893 с.
2. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учебное пособие для вузов / О.П. Мелехова [и др.].М.: Издательский центр «Академия», 2010. 188 с.
3.Заболотских, В.В. Экспресс-диагностика токсичности почв, загрязненных нефтепродуктами / В.В. Заболотских, А.В. Васильев, С.Н. Танких // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 14, № 1 (3). 2012. С.734 – 738.
4. Прикладная экобиотехнология: учебное пособие: в 2 т. Т. 1 / А. Е. Кузнецов [и др]. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 629 с.
5. Микроорганизмы и охрана почв / Под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1989. 206 с.

УДК 628.3

РОЛЬ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ ЗВЕНА ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА

Рабинович Г.Ю., д.б.н., профессор,
Подолян Е.А., Зинковская Т.С., к.с.-х.н.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», г. Тверь, Россия

В условиях современной экономики значение органических удобрений, производимых для земледелия и растениеводства и активно используемых сельскохозяйственным производством, в настоящее время постоянно возрастает. В то же время освоение технологий производства нетрадиционных видов удобрений позволяет обеспечить ресурсосбережение при их использовании в земледелии. Внимание к таким альтернативным источникам восстановления почвенного плодородия связано с дефицитом общепринятых вариантов пополнения почв питательными элементами, что происходит на фоне ухудшающегося гумусного состояния почв. Осадок сточных вод (ОСВ) по своим агрохимическим показателям относится к нетрадиционным органическим удобрениям [1, 2, 3].

Материалы и методы. Для изучения ОСВ, образуемых г. Тверью, был проведен трёхлетний мелкоделяночный полевой опыт на дерново-подзолистой почве в звене полевого севооборота: вико-овсяная смесь – озимая рожь – яровой ячмень. Осадок сточных вод вносили один раз в начале эксперимента совместно с другими органическими удобрениями – торфом, опилками, соломой, в разном соотношении из расчета 60 т/га. Схема опыта включала в себя следующие варианты: 1) Контроль – без удобрений. 2) ОСВ:опилки 1:1. 3) ОСВ:опилки 1:2. 4) ОСВ:опилки 1:3. 5) ОСВ:торф 1:1.

6) ОСВ:торф 1:2. 7) ОСВ:торф 1:3. 8) ОСВ:солома 1:1. 9) ОСВ:солома 1:2. 10) ОСВ:солома 1:3. Анализ результатов опыта проводили по стандартным агрохимическим методикам.

Результаты и обсуждения. Все удобрительные смеси, а также компост обеспечивали прибавку урожая по отношению к контрольному варианту в первый же год действия (вико-овсяная смесь) от 30,9 до 80 %. На второй год (озимая рожь) прибавка составила от 21,5 до 53,4 % и на третий год (ячмень) от 56,4 до 98,3 %. Прибавка урожайности возрастала в зависимости от увеличения доли ОСВ в составе смеси. Таким образом, наибольшая масса урожая при использовании каждого из видов смесей была отмечена в вариантах опыта, где было использовано соотношение ОСВ:органический субстрат 1:1. Данная тенденция сохранялась на протяжении всех трёх вегетационных сезонов опыта, что связано с сохраняющимся трендом постепенной минерализации внесенных удобрений в годы последействия. Сравнение соотношений ОСВ с разными видами дополнительных компонентов в исследуемых смесях показало, что лучшие результаты были выявлены при добавлении к ОСВ торфа или опилок в отличие от смесей ОСВ с соломой в год прямого действия. Готовый компост изначально уступал смесям со свежим ОСВ с другими компонентами, взятыми в соотношении 1:1.

Таблица 1. Урожайность полевых культур опыта, ц/га

№ п/п	Варианты опыта	Вико-овсяная смесь	озимая рожь	ячмень
1	Контроль	275	34,8	11,7
2	Компост	360	45,8	21,1
3	ОСВ:опилки 1:1	480	53,4	22,1
4	ОСВ:опилки 1:2	473	49,3	19,5
5	ОСВ:опилки 1:3	445	43,8	18,3
6	ОСВ:торф 1:1	495	50,0	23,2
7	ОСВ:торф 1:2	462	47,2	19,8
8	ОСВ:торф 1:3	443	42,3	19,0
9	ОСВ:солома 1:1	442	52,2	22,8
10	ОСВ:солома 1:2	420	49,8	20,5
11	ОСВ:солома 1:3	380	43,1	18,7
12	$НСР_{0,5}$	21,3	2,3	1,0

Эффект ОСВ, внесенного совместно с торфом, соломой или опилками, длился в течение всех 3 лет полевого опыта. Вероятно, это связано с постепенным распадом органического вещества, содержащегося в исследуемых субстратах. В связи с этим обогащением почв элементами питания растений на достаточном уровне, ряд авторов [2, 5, 6] также отмечает постепенную минерализацию ОСВ с высвобождением доступных форм азота.

Известно, что ОСВ содержит в себе определенное количество токсичных химических соединений. В связи с этим стояла задача определить их

содержание в почве, дабы не возникала опасность загрязнения окружающей среды и нанесения вреда здоровью человека и животных. Полученные результаты анализа почвы в конце первого года последействия исследуемых удобрений, (табл. 2) свидетельствуют, что внесение ОСВ в объеме, не превышающем 30 т/га, входящем в состав смеси с органическими субстратами в соотношении 1:1, не приводит к избыточному накоплению тяжелых металлов. Однако просматривалась явная тенденция увеличения их концентрации в почве, которая, тем не менее, ни разу не превысила ОДК отдельных элементов в соответствии с ГН 2.1.7.2042-06 [4].

Таблица 2. Валовое содержание тяжелых металлов в дерново-подзолистой почве в конце первого года последействия внесенных удобрений

№ п/п	Вариант опыта	Содержание тяжелых металлов, мг/кг					
		Pb	Cd	Cu	Zn	Cr	As
1	Контроль	4,08	0,12	5,81	30,21	4,1	0,8
2	Компост	4,94	0,28	7,56	39,12	5,0	1,45
3	ОСВ:опилки 1:1	4,56	0,21	7,12	38,41	5,1	1,3
4	ОСВ:опилки 1:2	4,65	0,18	7,02	37,25	5,0	1,2
5	ОСВ:опилки 1:3	4,58	0,16	6,58	34,12	4,2	1,1
6	ОСВ:торф 1:1	4,63	0,20	6,76	37,11	4,9	1,1
7	ОСВ:торф 1:2	4,50	0,18	6,65	35,10	4,5	1,1
8	ОСВ:торф 1:3	4,27	0,15	6,24	33,11	4,6	1,0
9	ОСВ:солома 1:1	4,40	0,18	6,41	36,12	4,4	1,1
10	ОСВ:солома 1:2	4,35	0,18	6,12	34,33	4,3	1,1
11	ОСВ:солома 1:3	4,19	0,13	6,10	32,43	4,2	0,8
12	ОДК	32	0,5	33	55	6,0	2,0

Итак, полученные нами результаты свидетельствуют, что применение ОСВ на дерново-подзолистой почве приводило к увеличению урожайности всех полевых культур севооборота. Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что применение ОСВ на дерново-подзолистой почве приводит к увеличению урожайности полевых культур. Наиболее целесообразным оказалось внесение ОСВ совместно с органическими субстратами в соотношении 1:1 из расчета 60 т/га удобрений в целом. Несмотря на то, что повышенного содержания тяжелых металлов в почве опытного участка не зарегистрировали, всё-таки применение ОСВ необходимо сопровождать постоянным мониторингом данных химических элементов.

Литература

1. Анциферова Е.Ю. Эколого-агрохимическая оценка осадков сточных вод, используемых в качестве удобрения : автореф. дис. … канд. биол. наук. -М.: МГУ, 2003. -23 с.
2. Васенев И.И., Сюняев Н.К., Бадарч Б. Агроэкологическая оценка характерных для Калужской области старопахотных легких дерново-подзолистых почв после неоднократного применения свежих и обезвоженных осадков сточных вод // Достижения науки и техники АПК, №10. 2012. - С. 12-16.

3. Касатиков В.А., Анисимова Т.Ю. Шабардина Н.П. К вопросу о мелиоративном влиянии систематического применения осадка городских сточных вод на агроэкологические свойства слабоокультуренной дерново-подзолистой почвы // Мелиорация, 2018. 3(85). - С. 78-84.
4. Гигиенические нормативы 2.1.7.2042-06. Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве [Текст]. – Введ. 2006-04-01. - М.: Изд-во стандартов, 2006. - 64 с.
5. Отаббонг Э., Якименко О.С., Садовникова Л.К. Влияние городских осадков сточных вод на доступность биогенных элементов в вегетационном эксперименте // Агрохимия, 2001. №2. - С. 55-60.
6. Хакимов Ф.И., Керженцев А.С., Севостьянов С.М. Рекомендации по утилизации илов городских очистных сооружений. М.: Госкомэкологии России, 1999. - 54 с.

УДК 631

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ И СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Митрофанов Ю.И., к.с.-х.н., **Петрова Л.И.,** к.с.-х.н.,
Карасева О.В. к.с.-х.н., **Первушина Н.К., Казьмин А.Е.**
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

На современном этапе интенсификации земледелия механическая обработка почвы не утрачивает своего значения в борьбе с засоренностью посевов культур. Она является одним из основных факторов, определяющих характер развития и распространения сорной растительности в посевах полевых культур. Нередко неправильный выбор приемов обработки почвы является причиной значительного роста засоренности посевов и, как следствие, недобора урожая.

Современная система дифференцированной обработки почвы должна строиться с учетом действия основных законов земледелия и требований культурных растений к условиям произрастания, соответствовать почвенно-климатическим условиям и зональным особенностям основных типов ландшафтов, функционально должна быть направлена на снижение или устранение факторов, лимитирующих уровень продуктивности (переувлажнение, переуплотнение, дегумификация, смытость, засоренность и др.) сельскохозяйственных культур, а также на решение задач по повышению производительности труда и снижению энергозатрат на проведение обработки почвы. Одним из реальных направлений снижения затрат на основную обработку почвы является уменьшение глубины ее проведения, что позволяет в этом случае использовать на обработке более производительную почвообрабатывающую технику [1, 2, 3, 4, 5]. Однако такие изменения в системе обработки почвы часто связаны с ростом засоренности посевов. При этом единого мнения о влиянии разных систем и приемов основной обработки почвы на засоренность посевов нет.

Цель настоящей работы – изучить влияние отдельных приемов и систем разноглубинной обработки почвы на засоренность посевов полевых культур.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная работа выполнена в 1979-1987 гг. в стационарном полевом двухфакторном опыте, заложенном в 1978 году на опытном поле ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (Тверская область). Исследования проводились в двух полевых севооборотах, развернутых во времени в 3-х полях-закладках, с чередованием культур в первом зернотравяном севообороте: горохо-овсяная смесь – озимая рожь – овес – ячмень с подсевом многолетних трав – многолетние травы 1 и 2 г.п. – озимая рожь – яровая пшеница; во втором плодосменном: горохо-овсяная смесь – озимая пшеница – картофель – ячмень с подсевом многолетних трав – многолетние травы 1 и 2 г.п. – озимая рожь – яровая пшеница. В качестве приемов основной обработки почвы сравнивались вспашка на 20-22см (контроль), вспашка на 28-30 см, вспашка плугом с вырезными корпусами (ВК) на 30-32 см, трехъярусная вспашка на глубину 40-45 см, лемешное лущение на 10-12 см, осеннее дискование на 8-10 см в сочетании с весенним фрезерованием. Углубление пахотного слоя проводили на делянках первого порядка под первую культуру севооборота горохо-овсяную смесь методом припашки (с двойным оборотом пласта), рыхления подпахотного слоя плугом с вырезными корпусами и вспашки трехъярусным плугом. Для изучения приемов минимизации основной обработки почвы и систем разноглубинной обработки делянки первого порядка были расщеплены на делянки второго порядка.

Органические удобрения в 1-м севообороте вносились один раз за ротацию под горохо-овсяную смесь 60 т/га, во 2-ом – дополнительно под картофель 40 т/га. Минеральные удобрения вносились на запланированный урожай: зерновых культур 30-40 ц/га, картофеля – 300 ц/га.

Повторность опыта четырехкратная, учетная площадь делянки после расщепления 80 м^2, варианты в повторениях размещены рендомизированными блоками, перпендикулярно к дренам в 2 яруса. Учет урожая проводился методом сплошной уборки. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена методом дисперсионного анализа (Б.А. Доспехов, 1979). Опыты проводились на старопахотном среднеокультуренном участке. Почва участка дерново-подзолистая, глееватая легкосуглинистая на карбонатной морене. Перед закладкой опыта пахотный слой (0-20 см) характеризовался следующими показателями: содержание гумуса 1,80-1,95%, pH солевой вытяжки 5,7-6,5, гидролитическая кислотность 1,2-1,9 мг.-экв. на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями 92%, содержание P_2O_5 – 121-174, K_2O – 110-134 мг на кг почвы; подпахотный слой (20-40 см): содержание гумуса 0,57-0,70%, pH солевой вытяжки 5,1-6,3, гидролитическая

кислотность 0,9-1,1 мг.-экв. на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями 92%, содержание P_2O_5 – 88-125, K_2O – 33-106 мг на кг почвы. Плотность твердой фазы в слое 0-20 и 20-30 см – 2,61 г/см^3, в слое 30-40 см – 2,65 г/см^3. Тип водного питания осушаемого участка – атмосферный. Участок осушен закрытым гончарным дренажем в 1972 году. Расстояние между дренами 20 м, глубина залегания дрен 0,9-1,2 м, длина дрен 130 м.

Агротехника возделывания культур в опыте была общепринятой за исключением изучаемых приемов обработки почвы. Вспашка в опыте проводилась плугами ПЛН-3-35 и ПТН-40, лущение лущильником ППЛ -5-25, фрезерование – фрезой ФБН-1,5, дискование – дисковой бороной БДТ-3,0, культивация – культиватором КПС-4, безотвальная обработка – плоскорезом КПГ-2,2.

Предпосевная обработка под яровые культуры состояла из культивации, кроме варианта с фрезерованием, и обработки комбинированным агрегатом РВК-3,6. Под картофель весной проводилась безотвальная обработка на глубину 25-27 см. Органические удобрения, фосфорно-калийные удобрения вносились осенью под основную обработку, азотные – весной под культивацию. В фазу кущения посевы яровых зерновых культур обрабатывались гербицидом – 2М-4Х (1,5 кг/га).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования показали, что приемы основной обработки почвы оказывают различное влияние на засоренность посевов зерновых культур и однолетних трав. Установлено, что глубокие обработки способствуют уменьшению количества сорных растений как многолетних, так и малолетних сорняков. Наименьшее количество сорных растений в посевах горохо-овсяной смеси отмечалось при вспашке на 28-30 см с весенней перепашкой на ту же глубину. В среднем за три года исследований общее их количество на этом варианте составило 62 шт./м^2, на контроле – 106 шт./м^2 (табл. 1). Обработка почвы плугом с вырезными корпусами на 30-32 см и трехъярусная вспашка на 40-45 см также уменьшили засоренность на 31 шт/м^2. Наиболее высокой засоренность однолетних трав была на варианте с фрезерной обработкой на глубину 20-22 см. По сравнению с контролем сорняков на этом варианте было почти в 2 раза больше – 117 шт/м^2. Применение глубоких обработок под озимые и яровые зерновые культуры также способствовало снижению общего количества сорных растений. В посевах озимой ржи по сравнению с контролем (64 шт/м^2) количество сорняков в среднем за 2 года снизилось на 15-35 шт/м^2, в посевах озимой пшеницы – на 27-28, овса – на 10-22 и ячменя – на 3-16 шт/м^2 (табл.1).

Таблица 1. Влияние приемов и систем основной обработки почвы на засоренность посевов культур полевого севооборота, шт/м^2

№	Прием основной обработки почвы и номер поля	Номер поля и культура севооборота					
		1 – одно-летние травы	2		3 – овес	4 – ячмень	
			озимая рожь	озимая пшеница		после овса	после картофеля
1.	Вс – 20-22 – 1-8 (контроль)	*106* 22	64 22	80 28	43	70 25	48 17
2.	Вс – 20 -22 – 1, 3, 7; Л – 10-12 – 2, 4, 8		89 45	110 37	41	83 36	54 19
3.	Вс – 20-22 – 1, 7; Л – 10-12 – 2, 3, 4, 8				66	104 46	74 32
4.	Вс.ВК – 30-32 – 1-8	75 16	47 11	52 12	30	64 19	34 11
5.	Вс. ВК 30-32 – 1, 3, 7; Л – 10-12 – 2, 4, 8		61 24	71 24	35	84 37	61 23
6.	Вс – 28-30 – 1-8	62 13	29 8	53 16	21	67 21	32 15
7.	Вс – 28-30 – 1; Вс – 20-22 – 2, 3, 4, 7, 8		63 31	80 28	27	71 33	51 21
8.	Вс – 28-30 – 1; 7; Л – 10-12 – 2, 3, 4, 8		61 24	100 36	52	93 59	77 36
9.	Ф – 20-22 – 1, 7; Ф – 10-12 – 2, 3, 4, 8	117 24	87 44	110 37	75	129 74	98 40
10	3-х яр. вспашка на 40-45см – 1; Вс – 20-22 – 2, 3, 4, 7, 8	75 17	49 22	62 20	23	63 24	47 18

Примечание: Вс – 20-22 – вспашка на глубину 20-22 см; Вс.ВК – 30-32 – вспашка на 30-32 см плугом с вырезными корпусами; Вс – 28-30 – вспашка на 28-30 см; Д – 8-10 – дискование на 8-10 см; Ф – 20-22(10-12) – фрезерование на 20-22 (10-12) см; Л – 10-12 – лемешное лущение на 10-12 см; яровые зерновые культуры – на фоне гербицидов; числитель – всего сорняков, знаменатель – количество многолетних.

Следует отметить, что глубокие обработки снижали засоренность посевов многолетними сорняками: горохо – овсяной смеси - на 5-9 шт/м^2, по сравнению с контролем, озимой ржи – на 11-14, озимой пшеницы – на 12-16, ячменя – на 2- 6 шт/м^2. Снижение общего количества сорняков и многолетников наблюдалось в посевах всех культур при обычной вспашке на фоне трехъярусной.

Мелкие обработки, в отличие от глубоких, увеличивали засоренность посевов зерновых культур. У озимых культур наиболее засоренными были посевы на вариантах с лемешным лущением на 10-12 см по фону вспашки на 20-22 см под предшественник (вар.3) и с фрезерованием почвы на 10-12 см (вар.9). В посевах озимой пшеницы сорняков на этих вариантах было больше на 20-30 шт/м^2 (110 и 110 шт/м^2), в посевах озимой ржи – на 23-25 (89 и 87 шт/м^2). Аналогичные результаты были получены на овсе и ячмене. На вариантах 3 и 9 общее количество сорняков в посевах овса было больше на 23-32 шт/м^2, ячменя – после овса на 34-59 и

после картофеля – на 26-50 шт/м^2. Существенно меньше увеличивалась засоренность посевов зерновых культур при замене вспашки лемешным лущением на вариантах с разноглубинной обработкой почвы – при чередовании лемешного лущения на 10-12 см в севообороте со вспашкой на 20-22 см или со вспашкой плугом с вырезными корпусами. Количество сорняков в посевах ячменя на варианте с ежегодным чередованием обычной вспашки и лущения было меньше на 20-21 шт/м^2, чем при трехкратном наложении лемешного лущения во времени, и при чередовании лущения со вспашкой почвы плугом с ВК – на 13-20 шт/м^2.

При оценке засоренности посевов многолетних трав установлено, что наиболее засоренными они были на варианте с фрезерной обработкой почвы в зернотравяном севообороте (после овса), в среднем на 11,9%, по сравнению с травами в плодосменном севообороте, где предшественником покровной культуры (ячменя) был картофель.

При анализе биомассы сорной растительности в посевах полевых культур установлены те же закономерности, что и при количественном учете сорняков. Глубокие обработки снижали биомассу сорной растительности, мелкие обработки, наоборот, увеличивали (табл.2).

Таблица 2. Влияние приемов и систем основной обработки почвы на биомассу сорняков, воздушно-сухая масса, г/м^2

№	Прием основной обработки почвы и номер поля	Номер поля и культура севооборота						
		1- однолетние травы	2		3 - овес	4 - ячмень	7 - озимая рожь	8 - яровая пшеница
			озимая рожь	озимая пшеница				
1.	Вс – 20-22 – 1-8 (контроль)	104	128	149	25	52/13	124/103	22/46
2.	Вс – 20-22 – 1, 3, 7; Л – 10-12 – 2, 4, 8		206	142	26	62/22	109/83	45/58
3.	Вс – 20 -22 – 1, 7; Л – 10-12 – 2, 3, 4, 8				47	90/45	166/106	73/113
4.	Вс.ВК – 30-32 -1-8	71	94	84	19	45/11	87/46	20/51
5.	Вс.ВК – 30-32 – 1,3, 7; Л – 10-12 – 2, 4, 8		103	153	18	82/16	98/73	67/53
6.	Вс – 28-30 – 1-8	62	58	89	17	50/11	103/111	32/56
7.	Вс – 28-30 – 1; Вс – 20-22 – 2, 3, 4, 7,8		174	106	27	62/17	91/79	27/40
8.	Вс – 28-30 – 1; 7; Л – 10-12 – 2, 3, 4, 8		132	125	37	119/27	96/89	36/68
9.	Ф – 20-22 – 1, 7; Ф – 10-12 – 2, 3, 4, 8	109	211	149	58	193/40	325/163	91/160
10	3-х яр. вспашка на 40-45см – 1; Вс – 20-22– 2, 3,4,7,8	71	93	149	21	39/13	94/83	32/46

Примечание: 5 и 6 поля – многолетние травы 1 и 2 годов пользования; числитель – предшественник ячменя – овес, знаменатель – картофель

На посевах ячменя были проведены дополнительные исследования по оценке совместного действия севооборота, приемов обработки почвы и гербицидов на засоренность посевов ячменя. Установлена высокая эффективность их применения в качестве приемов контроля засоренности посевов зерновых культур. Из приемов обработки лучшие результаты обеспечили глубокие обработки почвы – на безгербицидном фоне, в среднем по двум предшественникам, снижение засоренности по общему количеству сорняков под их влиянием составило - 30,7-35,7%, по многолетним сорнякам – 35,6% (табл.3). Проявилась высокая эффективность севооборота. Размещение ячменя в севообороте после картофеля снижало засоренность посевов в среднем по всем вариантам обработки почвы, по сравнению с размещением его в севообороте после овса, без применения гербицидов почти в 2 раза (на 46,3%), в т.ч. многолетними сорняками – на 45,2% и на фоне гербицида на 30,5 и 38,0 % соответственно.

Таблица 3. Влияние предшественников, приемов основной обработки почвы и гербицида на засоренность посевов ячменя

№ варианта	Прием основной обработки почвы под овес	Количество сорняков, шт/м^2							
		Без обработки гербицидом				При обработке гербицидом			
		Предшественники		среднее-всего	многолетних	Предшественники		среднее - всего	многолетних
		овес	картофель			овес	картофель		
1	Вс 20-22	138	64	101	40/19	70	48	59	25/17
2	Л 10-12	142	69	105	43/24	83	54	69	36/19
3	Л 10-12	211	103	157	73/47	104	74	89	46/32
4	Вс 30-32 ВК	96	45	70	26/12	64	34	49	19/11
5	Л 10-12	138	79	108	72/29	84	61	72	37/23
6	Вс 28-30	84	46	65	42/18	67	32	55	21/15
7	Вс 20-22	114	65	90	39/26	71	51	61	33/21
8	Л 10-12	175	95	135	77/41	93	77	85	59/36
9	Фр 10-12	226	134	180	120/61	129	98	113	74/40
10	Вс 20-22	109	68	88	22/27	63	47	55	24/18
	среднее	143	76,8	110	55,4/30,4	82,8	57,6	75,7	37,4/23,2

Примечание: в числителе – предшественник овес, в знаменателе – предшественник картофель

Высокая эффективность действия севооборота на засоренность посевов ячменя сохранялась и в условиях применения химических средств борьбы с сорняками. Введение в севооборот пропашной культуры снижало

общую засоренность посевов всех последующих культур. Наиболее заметное снижение засоренности под влиянием севооборота произошло на варианте с фрезерованием.

Гербициды также оказали сильное влияние на засоренность посевов ячменя. На контрольном варианте по обработке почвы общее количество сорняков в посевах ячменя под влиянием гербицида, в среднем по двум предшественникам, уменьшалось на 41,6%, на лучшем варианте обработки (плугом с ВК) – на 30,0, на худшем (фрезерование) – на 37,2, а в среднем по всем вариантам обработки – на 31,2%. Техническая эффективность гербицида зависела от предшественника. После овса количество сорняков перед уборкой в посевах ячменя под влиянием гербицида, в среднем по всем вариантам обработки почвы, снизилось на 42,1%, после картофеля – на 25,0%, в том числе многолетних сорняков – на 32,5 и 23,7 соответственно. Лучшие результаты по контролю засоренности посевов ячменя были получены при совместном действии севооборота и обработки почвы – засоренность посевов ячменя снижалась с 138 до 45 шт/м^2 (в 3 раза) без применения гербицида и до 34 шт. (на 75,4%) на фоне гербицидной обработки.

Исследования показали также, что урожайность овса, ячменя и озимой ржи по пласту многолетних трав в зависимости от приемов обработки почвы и системы обработки, в целом, практически не изменялась. Повышенная засоренность посевов яровых зерновых культур при замене вспашки лемешным лущением не стала причиной снижения их урожайности. Следует отметить, что в зернотравяном севообороте даже трехлетнее наложение лемешного лущения (мелкой обработки) не привела к снижению урожайности зерновых культур и многолетних трав. Возможность замены вспашки лемешным лущением без снижения урожайности была установлена на картофеле и яровой пшенице по обороту пласта. При обработке пласта многолетних трав под озимую рожь все виды вспашки были равноценны, приемы глубокой обработки почвы - вспашка на 30-32 см плугом с ВК и вспашка плугом на глубину 28-30 см, преимущества перед обычной вспашкой на глубину 20-22 см не имели. Из всех изучаемых систем разноглубинной обработки почвы наименее эффективной была система, основанная на фрезерной обработке. Замена отвальной системы обработки почвы на фрезерную положительного результата не дала. Озимая рожь, озимая пшеница, овес, яровая пшеница и ячмень (по овсу) в зернотравяном севообороте при фрезеровании достоверно снижали урожай, в значительной степени из-за повышенной засоренности их посевов.

Таким образом, глубокая вспашка почвы является важным фактором снижения засоренности посевов зерновых культур в полевых севооборотах. Применение мелких обработок, наоборот, может приводить к росту засоренности посевов. Разноглубинная обработка почвы в севообороте, предусматривающая сочетание глубоких, средних и мелких обработок с учетом биологических особенностей культур, позволяет наиболее эффективно осуществлять контроль засоренности посевов в полевых севооборотах. Лучшие результаты в борьбе с засоренностью посевов зерновых культур обеспечиваются совместным действием севооборота, приемов обработки почвы и

гербицидов. Фрезерование почвы в качестве приема основной обработки почвы может стать причиной роста засоренности посевов, особенно в неблагоприятные годы.

Литература

1. Дмитриев О.А., Митрофанов Ю.И. Основная обработка осушенных земель под озимые зерновые культуры / Сб. научных трудов ВСХИЗО «Агротехника основных зерновых культур в нечерноземной зоне РСФСР». М:, 1982.
2. Кирюшин В. И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия // Земледелие. - 2006. - №5. -С.12-14.
3. Макаров И.П., Кошкин П.Ф. Эффективность минимизации обработки дерново-подзолистых почв Кировской обл. /Тр. ВАСХНИЛ «Вопросы обработки почвы».М.: Колос. 1979.
4. Митрофанов Ю.И., Артемьев А.Е., Чарушкина О.В. Возможности минимализации основной обработки почвы под зерновые культуры на осушенных землях /Сб. науч. трудов: Ресурсосберегающие системы обработки почвы. М.: Агропромиздат. 1990.
5. Пупонин А.И., Хохлов Н.Ф. Мимимализация основной обработки дерново-подзолистой почвы в зерновом севообороте // Вестник с.-х. науки. -1983. - №2. – С.107-112.

УДК 631.8:452

ПРИЁМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИ АКТИВНОЙ РАДИАЦИИ НА МЕЛИОРИРУЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Филиппов П.А.

ФГБНУ Агрофизический научно-исследовательский институт
г. Санкт-Петербург, Россия

Воспроизводство эффективного плодородия дерново-подзолистых почв и потимизация её питательного режима наряду с мелиорацией – одно из самых эффективных средств подъёма продуктивности земледелия (Конашенков и др., 2016). Однако, как показывает практика, выработанные ранее предложения по мобилизации плодородия окультуренных почв (Иванов, Иванов, 1991) практически исчерпали созданный за годы химизации ресурс эффективного плодородия (Иванов, Иванов, Иванова, 1994; Иванова и др., 1997; Иванов, Воробьёв, Иванова, 2015). Региональное земледелие сегодня остро нуждается в поиске методов и средств обеспечивающих высокоэффективное применение удобрений, как с позиций экономного управления продукционным процессом разных культур, так и воспроизводства эффективного плодородия почвы (Фесенко и др., 2012; Конашенков и др., 2016).

Для достижения этой цели в Меньковском филиале АФИ развернут длительный полевой опыт «агрофизический стационар», одной из задач которого была оценка энергетической эффективности процесса фотосинтеза культур полевых севооборотов разной интенсивности (ячмень + многолетние травы – многолетние травы 1 и 2 года использования – озимая

рожь – картофель – однолетние травы) и овоще-кормового (картофель – озимая пшеница – люпин узколистный – свёкла столовая – капуста белокочанная – ячмень) (Иванова и др., 2017). Опыт заложен в 2006 году на средне-, хорошо- и высокоокультуренной дерново-подзолистых почвах супесчаного гранулометрического состава, сформированных гиперинтенсивным применением навоза и поддерживающего известкования. В 2016 году в хорошо и высокоокультуренную почвы было внесено 35 и 70 т/га птичьего помёта. Трёхвариантная схема минеральной системы удобрения в опыте рассчитывалась под каждую культуру и заданный уровень окультуренности, формируемый трёхвариантной схемой применения органических удобрений, исходя из заданных параметров продуктивности фотосинтеза с выходом на КПД ФАР от 2 до 3-4 %.

В ходе исследования было установлено, что агрономическая эффективность удобрений в течение ротации севооборота определялась совокупностью агроэкологических факторов (табл. 1). Наиболее весомый вклад в неё вносили биологические особенности культур, уровень эффективного плодородия почвы, погодно-климатические условия, фитосанитарное состояние посевов и посадок и др.

Таблица 1. Агрономическая эффективность систем удобрения в полевом севообороте

Вариант опыта			Продуктивность севооборота, т/га з.ед.	Прибавка продуктивности		КПД ФАР фактический, %	Окупаемость 1 кг NPK, з.ед.
окультуренность почвы (фактор А)	минеральная система удобрения (фактор Б)						
	вариант	КПД ФАР, %		т/га з.ед.	%		
Овощекормовой севооборот							
Средняя	Контроль – 0	2,0	24,42	-	-	1,74	-
	NPK1	2,5	31,30	6,88	28	2,21	5,59
	NPK2	3,0	31,76	7,34	30	2,26	3,95
Хорошая	Контроль – 0	2,5	40,41	15,99	65	2,85	-
	NPK1	3,0	45,27	20,85	85	3,20	3,95
	NPK2	3,5	48,96	24,54	100	3,47	4,60
Высокая	Контроль – 0	3,0	45,27	20,85	85	3,19	-
	NPK1	3,5	48,95	24,53	100	3,46	2,99
	NPK2	4,0	50,67	26,25	107	3,57	2,90
Полевой севооборот							
Средняя	Контроль – 0	2,0	24,05	-	-	2,04	-
	NPK1	2,5	33,62	9,57	40	2,84	14,07
	NPK2	3,0	36,38	12,33	51	3,06	11,42
Хорошая	Контроль – 0	2,5	32,20	8,15	34	2,74	-
	NPK1	3,0	36,67	12,62	52	3,06	6,57
	NPK2	3,5	39,67	15,62	65	3,32	6,91
Высокая	Контроль – 0	3,0	35,39	11,34	47	3,01	-
	NPK1	3,5	39,54	15,49	64	3,34	6,10
	NPK2	4,0	41,83	17,78	74	3,54	5,96

Как и предполагалось научной гипотезой максимальным откликом на окультуривание почвы отличались более требовательные овощные культуры, средней – озимые зерновые, однолетние травы и картофель, низкой – яровые зерновые и многолетние травы (табл. 1). При этом изученные культуры сформировали следующий убывающий ряд отзывчивости на окультуривание среднеокультуренной дерново-подзолистой почвы: капуста белокочанная (8,00 т/га з.ед.) > люпин узколистный (2,08 т/га з.ед.) > озимая рожь (1,81 т/га з.ед.) > однолетние травы (1,75 т/га з.ед.) > картофель (1,63 т/га з.ед.) > озимая пшеница (1,46 т/га з.ед.) > ячмень (1,14 т/га з.ед.) > многолетние травы (1,13 т/га з.ед.). Достоверными прибавками продуктивности на дальнейшее окультуривание почвы до высокого уровня из объектов исследования отличались свёкла столовая, картофель и зерновые культуры. Все виды трав и капуста в условиях эксперимента в высоких затратах формирования высокоокультуренной почвы не нуждались.

Оценка энергетических параметров эффективности возделывания полевых и овощных культур по показателю коэффициента полезного действия фотосинтетически активной радиации (КПД ФАР, %) в среднем по вариантам опыта позволила выявить их следующий убывающий ряд: озимая рожь (4,26 %) > капуста белокочанная (3,70 %) > многолетние травы 1 г.п. (3,64 %) > многолетние травы 2 г.п. (2,89 %) > однолетние травы (2,87 %) > картофель (2,85 %) > люпин узколистный (2,85 %) > ячмень (2,57 %) > свёкла столовая (1,85 %). На фоне максимальной интенсификации системы воспроизводства почвенного плодородия и применения удобрений практически все культуры (за исключением столовой свёклы) оказались способными преодолеть трёхпроцентный уровень КПД ФАР, означающий фундаментальную возможность формирования по настоящему высоких урожаев на уровне в 7-10 т/га з.ед. При этом убывающий ряд культур приобрел следующий вид: озимая рожь (4,99 %) > капуста белокочанная (4,72 %) > многолетние травы 1 г.п. (4,69 %) > однолетние травы (3,39 %) > картофель (3,34 %) > люпин узколистный (3,26 %) > многолетние травы 2 г.п. (3,07 %) > ячмень (2,99 %) > свёкла столовая (2,59 %).

Окультуривание дерново-подзолистой почвы до хорошего и высокого уровня позволило увеличить КПД ФАР в овощекормовом и полевом севооборотах на 64 и 83, 26 и 48 % соответственно. Применение двух уровней минеральной системы удобрения, базирующейся, главным образом, на улучшении условий азотного и калийного питания, позволило увеличить эффективность фотосинтеза сельскохозяйственных культур на 14-20 % в овощекормовом севообороте и на 18-27 % - в полевом севообороте. И это несмотря на то, что уровень их применения в интенсивном овощекормовом севообороте был в 1,8 раза выше (205 и 310 кг/га против 112 и 180 кг/га в год). Одной из главных причин такого различия в эффективности стало существенное снижение отдачи от минеральных удобрений на среднеокультуренной почве, особенно, на требовательных к плодородию культурах. Если

в полевом севообороте повышение дозы полного удобрения до 180 кг/га оказалось оправдано на всех видах почвы опыта, то в овощекормовом – до 310 кг/га только на хорошо и высокоокультуренных почвах. Важным фактором снижения отдачи от минеральной системы удобрения стало также внесение птичьего помёта в хорошо и высокоокультуренные почвы (35 и 70 т/га). В результате вопреки гипотетическим ожиданиям натуральная окупаемость минеральных удобрений оказалась в 2,1 раза выше в менее интенсивном полевом севообороте (8,51 против 3,99 з.ед. на 1 кг NPK).

Таким образом, агрономическая эффективность систем воспроизводства плодородия дерново-подзолистых почв и применения удобрений определяется сочетанием биологических особенностей культур севооборотов с комплексом агроэкологических условий их возделывания. Продуктивный потенциал интенсивного овощекормового и неинтенсивного полевого севооборотов на среднеокультуренной почве практически одинаков и составляет 4,1 т/га з.ед. Окультуриванием почвы и применением минеральных удобрений его удается увеличить в 2 и 1,7 раза соответственно. В увеличение КПД ФАР наибольший вклад вносит фактор окультуривания почвы, тогда как значимость минеральной системы удобрения уступает ему в среднем в 2,8 раза. Культуры севооборотов по уровню коэффициента использования ФАР сформировали убывающий ряд: озимая рожь (4,26 %) > капуста белокочанная (3,70 %) > многолетние травы 1 г.п. (3,64 %) > многолетние травы 2 г.п. (2,89 %) > однолетние травы (2,87 %) > картофель (2,85 %) > люпин узколистный (2,85 %) > ячмень (2,57 %) > свёкла столовая (1,85 %).

Литература

1. Иванов, А.И. Современные деградационные процессы в хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах [Текст] / А.И. Иванов, В.А. Воробьёв, Ж.А. Иванова // Проблемы агрохимии и экологии. - 2015. - № 3. - С. 15-19.
2. Иванова, В.Ф. Калийный фонд пахотных почв Псковской области [Текст] / В.Ф. Иванова и др. // Агрохимический вестник. - 1997. - №4. - С. 38.
3. Иванова, Ж.А. Особенности методологии полевых исследований на современном этапе [Текст] / Ж.А. Иванова и др. // Агрофизика. - 2017. - № 2. - С. 9-19.
4. Иванов И.А. Эффективность удобрений на дерново-подзолистых почвах [Текст] / И.А. Иванов, А.И. Иванов // Агрохимия. - 1991. - №5. - С. 17-21.
5. Иванов, И.А. Зафосфаченно-закалиенные почвы Северо-Запада как объект агроэкологического мониторинга [Текст] / И.А. Иванов, В.Ф. Иванова, А.И. Иванов // Химия в сельском хозяйстве. - 1994. - №2. - С. 24-25.
6. Конашенков, А.А. Агротехнические аспекты реализации биоклиматического потенциала Северо-Запада России [Текст] /А.А. Конашенков и др. // Агрофизика. – 2016. - № 2. – С. 35-44.
7. Фесенко, М.А. Результаты и развитие исследований в многолетнем стационарном полевом опыте в семипольном севообороте [Текст] / М.А. Фесенко и др. // Агрофизика. - 2012. - № 3. - С. 50-57.

УДК 631.

ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В РАЗНЫХ ЧАСТЯХ МЕЛИОРИРОВАННОГО АГРОЛАНДШАФТА

Рублюк М.В., к.с.-х.н., **Иванов Д.А.**, д.с.-х.н., чл.-корр. РАН, профессор, **Хархардинов Н.А**., аспирант

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

volok123@gmail.com

Водопроницаемость — способность почвы воспринимать воду и передвигать ее вниз под влиянием силы тяжести. Различают две стадии водопроницаемости – впитывание и фильтрацию. Когда поры почвы лишь частично заполнены водой, тогда при поступлении воды наблюдается ее впитывание в толщу почвогрунта; когда почвенные поры полностью насыщены водой, происходит фильтрация воды, то есть движение в условиях сплошного потока жидкости [1, 2].

В природных условиях чаще наблюдается движение влаги при неполном насыщении пор водой. Фильтрация может проявляться лишь при выпадении большого количества осадков, при бурном снеготаянии или при орошении большими нормами. Водопроницаемость почвы измеряется объемом воды, протекающей через единицу площади поперечного сечения в единицу времени [3].

Количество впитывающейся или фильтрующейся воды зависит от гидравлического напора – высоты столба жидкости, поступающей в почву, и температуры воды [4].

Водопроницаемость почв прямо пропорциональна пористости почв и обратно пропорциональна удельной поверхности почвенных частиц. Она также зависит от формы почвенных пор, обусловливающей соотношение связанной и стыковой влаги в почве. Водопроницаемость заметно изменяется на почвах разного механического состава: в тяжелых по механическому составу почвогрунтах водопроницаемость при прочих равных условиях меньше, чем в легких. Водопроницаемость окультуренных почв, отличающихся высокой скважностью, обычно выше, чем у целинных и неокультуренных распыленных почв [5].

С фундаментальной и прикладной точек зрения весьма интересен вопрос вариабельности фильтрации почв в пределах конкретного агроландшафта. Целью данной работы являлось определение поверхностных коэффициентов фильтрации поч в различных микроландшафтах конечно-моренной гряды.

Методика. Водопроницаемость почвы определяли методом квадратов в 2-х кратной повторности. В каждом варианте использовали две рамы: большая – внешняя и малая – внутренняя. Внутренняя рама – учетная,

наружная – защитная, ограничивающая растекание воды в почве из внутренней рамы. Площадь внешней рамы – 50х 50 см; внутренней – 25 х 25 см. Высота стенок каждой рамы – 20 см. Квадраты устанавливают на типичной площадке почвы недалеко от основного почвенного разреза. Сначала устанавливают большой квадрат (внешний), а затем – маленький (внутренний). По периметру квадрата прорезают щель на глубину 8-10 см. В заготовленную щель вставляют квадрат и забивают деревянным молотком на 10 см. С внутренней стороны на 1-2 см почву приваливают к его стенкам, с наружной – хорошо уплотняют почву. Учет ***водопроницаемости.*** В каждом квадрате устанавливают водомерную линейку, по которой определяют уровень воды для поддержания постоянного напора ее на поверхности почвы. В этом методе напор воды должен быть равен 5 см. Внутрь квадратов помещают термометры для учета температуры воды. Наполнение водой квадратов проводят поочередно. Сначала воду подают, предварительно вымеренную, на травяные подушечки, пока уровень ее не достигнет высоты 5 см в обоих квадратах. С этого момента начинают учет воды, которую все время подливают в квадраты уже мерными цилиндрами для поддержания постоянного уровня. Учет воды ведут по внутреннему квадрату, но и во внешнем квадрате воду поддерживают на постоянном уровне (5см).

Учет расходы воды ведут в следующих интервалах времени: первый час за каждые 10 мин (6 отсчетов); во второй и третий часы – за каждые 30 мин (4 отсчета) и далее за каждый последующий час – 1 отсчет. Водопроницаемость прослеживают на выбранных участках в протяжении 3-6 часов. В каждый срок учета расхода воды замеряют ее температуру. При определении водопроницаемости, особенно в жаркое время, нужно учитывать потери воды через испарение. Для этого в начале определения рядом с квадратами ставят сосуд, доверху наполненный водой. Каждый час и в конце работы измеряют количество испарившейся воды. Перед началом определения водопроницаемости рядом с площадками, где установлены квадраты нужно определить влажность почвы до глубины не менее 1 м. Образцы на влажность берут в каждые 10 см в трех повторениях до глубины 50 см и до 1 м – через 10 см. Водопроницаемость вычисляют для каждого интервала времени и выражают в мм вод. ст. в единицу времени по формуле:

$К_t = G$ х 10/S T, где

$К_t$ – водопроницаемость, мм/мин; G – количество просачивающейся воды, $см^3$, S – площадь квадрата, $см^2$; T – время, мин. [6].

Вариантами опыта являются микроландшафты, которые охватывают вершину холма, склоны (южный и северный) и межхолмную депрессию (понижение склонов). 1. Т-Аю – транзитно-аккумулятивный южного склона; 2. Тю – транзитный южного склона; 3. Э-Тю – элювиально-транзитный южного склона; 4. Э-А – вершина холма; 5. Э-Тс элювиально-транзитный северного склона; 6. Тс – транзитный северного склона; 7. Т-Ас – транзитно-аккумулятивный северного склона.

Почва дерново-сильноподзолистая остаточно-карбонатная глееватая. Гранулометрический состав вариантов южного склона и вершины – супесчаный, северного склона – легкосуглинистый. Почвообразующие породы имеют двучленный характер. На южном склоне средняя глубина морены превышает 1 м, а на северном она залегает на глубину 0,5-0,6 м, местами выходит на поверхность.

Опытный участок осушен закрытым дренажем, глубина залегания дрен – 1 м. Междренное расстояние в элювиальных вариантах составляет 40 м, в транзитных – 30 м, в транзитно-аккумулятивных – 20 м.

Изучение водопроницаемости почвы проводили на посевах травосмеси 2 г. пользования в 2-х кратной повторности.

Результаты и их обсуждение. При исследовании водопроницаемости дерново-подзолистой почвы в мелиорируемых агроландшафтах выявлены различия по вариантам опыта. Под посевами травосмеси второго г. пользования, коэффициент фильтрации составил в среднем по опыту 0,62 мм/мин (рис.1).

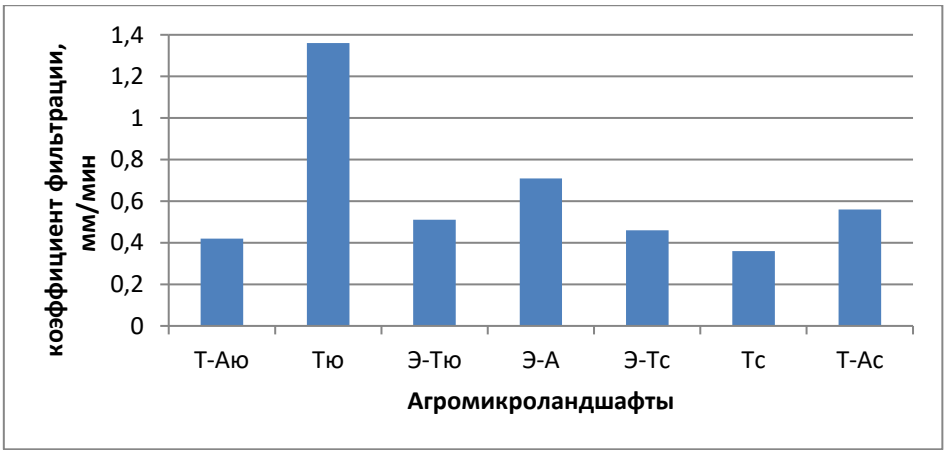


Рис. 1. Коэффициент фильтрации почвы
в мелиорированных агроландшафтах

Наиболее высокий коэффициент фильтрации получен в транзитном варианте южного склона (1,36 мм/мин). В транзитном варианте склона северной экспозиции водопроницаемость максимально снижалась. Коэффициент фильтрации составил здесь 0,36 мм/мин. В элювиальных вариантах этот показатель находился в пределах 0,46-0,71 мм/мин.

Таким образом, водопроницаемость почвы в изучаемых микроландшафтах максимально возрастала на южном склоне (в Тю) на 0,74 мм/мин. Нижний предел данного показателя получен в транзитном АМЛ северного склона (снижение составило 0,26 мм/мин.). Водопроницаемость почвы зависела от гранулометрического состава почвы и местоположения подстилающей породы.

Литература

1.Мамонтов В.Г. Почвоведение: Справочное пособие / Мамонтов В.Г. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016.- 368 с. [Электронный ресурс; Режим доступа http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=538671].

2.Наумов В.Д. География почв: толковый словарь / В.Д. Наумов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 376 с. [Электронный ресурс; Режим доступа http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=418501]

3.Горбылева А.И. Почвоведение: Учебное пособие / А.И. Горбылева, В.Б. Воробьев, Е.И. Петровский; Под ред. А.И. Горбылевой - 2-е изд., перераб. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов.знание, 2014 -400с. [Электронный ресурс; Режим доступа http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=413111].

4.Ганжара Н.Ф. Почвоведение: Практикум: Учебное пособие / Н.Ф.Ганжара, Б.А. Борисов и др.; Под общ.ред. Н.Ф.Ганжары - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 256 с. [Электронный ресурс; Режим доступа http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=368459].

5.Семендяева Н.В. Изучение почв в поле: учеб.-метод. пособие / Н.В. Семендяева,Л.П. Галеева, А.Н. Мармулев. Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2014. 76 с [Электронный ресурс Режим доступа http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=515933].

6.Вадюнина А.Ф., Корчагмна З.А. методы определения физических свойств почв и грунтов. Из-во 2-е. Учебное пособие для студентов вузов (специальность «Агрохимия и почвоведение»). - М.: «Высшая школа», 1973.- 395 с.

УДК 631.61:631.153

АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭФФЕКТИВНОГО ОСВОЕНИЯ ЗАЛЕЖИ В УСЛОВИЯХ ТОСНЕНСКОЙ НИЗИНЫ

Соколов И.В., м.н.с.

ФГБНУ «Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения», г. Санкт-Петербург, Россия

Современный уровень хозяйственного использования пашни на Северо-Западе России составляет в среднем всего 52 % (Иванов, Янко, 2019). Вследствие высокой степени лесистости территории и малой контурности полей, перестающие обрабатываться земли быстро зарастают древесно-кустарниковой растительностью (ДКР). Уровень закустаривания сельхозугодий региона уже достиг 48 % (Архипов и др., 2018; Иванов, Янко, 2019). По мнению ряда специалистов, эта проблема стала одним из главных рисков в реализации доктрины продовольственной безопасности (Дубенок, Якушев,

Янко, 2013; Иванов, Янко, 2019). Во многом по этой причине действующая ФЦП «Развитие мелиорации…» предусматривает ежегодное освоение залежей в регионе на площади до 20 тыс. га. Освоение таких земель существенно осложняется выраженной деградацией эффективного плодородия почв, без восстановления которого об эффективном освоении не может быть и речи (Иванов, Воробьёв, Иванова, 2015; Конашенков и др., 2016). Поэтому эффективная реализация этой задачи на современном научно-технологическом уровне сопряжена с применением новых подходов, технологических средств и мелиорантов (Производство, изучение…, 2018; Иванова и др., 2019). С целью оценки эффективности различных приёмов переработки древесной биомассы и систем воспроизводства почвенного плодородия на основе птичьего помета и сыромолотого доломита было развернуто комплексное исследование.

Методической основой исследования служил полевой опыт, заложенный на залежных землях ООО «София» Тосненского района Ленинградской области, находящихся в пределах Тосненской низины. Почва дерново-подзолистая глееватая тяжелосуглинистая с сильнокислой реакцией среды (pH_{KCl} – 4,27), средней обеспеченностью подвижным фосфором и повышенной – обменным калием. Опыт мелкоделяночный модельно-полевой двухфакторный. Фактор А – продукт переработки ДКР, соответствующий одному из технологических вариантов сведения последней в процессе культуртехнической мелиорации: щепа (5-15 см) – продукт фрезерной обработки машинами импортного производства в дозе 100 т/га, сечка (1-5 см) – продукт переработки мульчерами в дозе 100 т/га, биоголь – продукт пиролизной переработки ДКР в дозе 10 т/га и древесная зола (1,05 т/га). Фактор Б – новая система воспроизводства плодородия (НСВП) на основе комплекса химических мелиорантов: птичьего помёта в дозах 20 и 40 т/га (с.в.), сыромолотого доломита в дозе 10 т/га (1Нг) и калийного удобрения (К70 и К140). При выборе мелиорантов исходили из местных условий, гарантирующих их доступность и относительную дешевизну. В опыте развернут кормовой севооборот на основе трав. В 2017 году в нём возделывались однолетние травы (овёс сорта Боррус на зелёный корм) с подсевом многолетних трав (смесь тимофеевки луговой сорта Ленинградская 204, фестулолиума ВИК 90 и клевера лугового Орфей), в 2018 и 2019 году – многолетние травы.

В ходе эксперимента, установлено, что в отсутствие химических мелиорантов все формы переработки древесины (до 5 раз на фоне заделки в почву древесной сечки) снижали продуктивность первой культуры (табл.1). Эти последствия не были до конца преодолены и в целом по звену севооборота. Происхождение такого явления относительно свежих древесных продуктов (сечки и щепы) принято объяснять процессами иммобилизации азота целлюлозоразлогающими бактериями и образования токсичных для растений и почвенных микроорганизмов соединений фенольной и индольной группы (Рылов, Стариков, 1973; Методика …, 2017). По причине на порядки

меньшей площади поверхности взаимодействия с почвой у щепы сформировалось её превосходство перед сечкой в урожайности зеленой массы однолетних трав в 2,3 раза. В данном случае столь значительный ущерб, вероятно, был дополнительно усилен и особенностями почвенных условий (тяжёлый гранулометрический состав, низкие значения окислительно-восстановительного потенциала уже на 3-5 день после начала дождей, глееобразование в подпахотном горизонте).

Таблица 1. Агрономическая эффективность продуктов ДКР и НСВП

Вариант или группа вариантов опыта	Урожайность зелёной массы		Продуктивность звена севооборота, т/га з.ед.	Прибавка урожайности					
	однол. травы, т/га	многол. травы, т/га		однолетние травы		многолетние травы		звено севооборота	
				т/га	%	т/га	%	т/га з.ед.	%
Контроль – без ДКР и НСВП	22,9	21,7	7,78	-	-	-	-	-	-
ДКР без НСВП (среднее)	10,2	23,7	6,27	-12,7	-55	2,0	9	-1,51	-19
В том числе: щепа	10,4	21,3	5,82	-12,5	-55	-0,4	0	-1,96	-25
сечка	4,6	19,1	4,51	-18,3	-80	-2,6	-12	-3,27	-42
биоуголь	12,3	28,5	7,55	-10,6	-46	6,8	31	-0,23	-3
зола	13,3	25,8	7,16	-9,6	-42	4,1	19	-0,62	-8
НСВП без ДКР (среднее)	28,1	22,6	8,74	5,2	23	0,9	4	0,96	12
ДКР + НСВП (среднее)	31,6	31,5	11,04	8,7	38	9,8	45	3,26	42
В том числе: щепа + НСВП	30,6	28,4	10,27	7,7	34	6,7	31	2,49	32
сечка + НСВП	27,8	31,3	10,43	4,9	21	9,6	44	2,65	34
биоуголь + НСВП	35,5	33,2	11,97	12,6	55	11,5	53	4,19	54
зола + НВСП	32,4	33,2	11,50	9,5	41	11,5	53	3,72	48
$НСР_{05}$				3,3		5,7		1,24	

Предварительные оценки показывают, что биоуголь, обладающий высокой поглотительной способностью, стал для растений конкурентом в поглощении элементов питания. Средний уровень содержания обменного аммония ($N\text{-}NH_4^+$) в Апах. за вегетационный период овса снизился в этом варианте с 32,5 в контроле до 19,2 мг/кг, т.е. в 1,7 раза. Поэтому и внешние признаки отставания овса в росте и развитии, выразившиеся в сокращении его продуктивности в 1,9 раза, в полной мере соответствовали состоянию азотного голодания. А в вариантах опыта с неглубокой предпосевной заделкой (на 10-15 см под дискатор) высокой дозы золы повышенная концентрация солей и их едкие щелочные свойства могли отрицательно повлиять на развитие корневой системы овса, значительная часть которой утрачивала корневые волоски и ослизнялась.

На фоне заделанной в почву мощной дернины и удовлетворительной обеспеченности элементами питания агрономическая эффективность химической мелиорации свободной от ДКР почвы в форме НСВП может быть оценена как посредственная (прибавка урожайности первой культуры – 23

%, а звена севооборота – всего 12 %). В некоторой степени это связано с определенной передозировкой птичьего помёта, рассчитанной на усиление биологической активности почвы при внесении древесных продуктов и вызвавшей частичное полегание овса и угнетение клевера лугового. Сочетание же мелиоративной НСВП с продуктами переработки ДКР обеспечило очень высокий агрономический эффект (средняя прибавка продуктивности звена севооборота составила 42 %: 38 % - на однолетних и 45 % - на многолетних травах). При этом, лучший показатель в 12 т/га з.ед. с 55 %-ным превосходством перед контролем соответствовал варианту с биоуглем, успешно поглотившим избыток питательных веществ, выделяющихся при минерализации птичьего помета. Применение биоугля рассматривается как важное условие сокращения выброса в атмосферу парниковых газов и непродуктивных потерь питательных веществ. Экспертные расчёты показывают, что по уровню выброса углекислого газа изученные технологические варианты формируют следующий убывающий ряд: сжигание ДКР (51,3 т/га) > корчевка ДКР (46,2 т/га) > измельчение ДКР и заделка в почву (35,9 т/га) > обугливание ДКР (10,3 т/га). Таким образом, применение биоугля позволяет снизить потенциальные выбросы двуокиси углерода в атмосферу в 4,5-5 раз.

В год заделки в почву продуктов переработки ДКР снижались не только урожайность, но и качественные показатели зелёной массы кормовой культуры. Содержание сырого протеина снижалось в среднем на 8 %, зольных веществ – на 13 %, в том числе калия – на 48 %. Определённым преимуществом выделялся лишь вариант с биоуглем, в то время как худшие показатели качества получены на фоне заделанной в почву древесной сечки, то есть когда площадь контактной поверхности между почвой и древесиной была максимальной (табл. 2). Напротив, внесение комплекса мелиорантов в составе НСВП сопровождалось увеличением содержания сырого протеина в среднем на 77, фосфора – на 21, калия – на 17 и кальция – на 19 % (относительных). Такие же или даже несколько лучшие качественные показатели зелёной массы получены и от сочетания мелиорантов с продуктами переработки ДКР (особенно в вариантах с биоуглем и золой).

На второй год действие изучаемых факторов определялось ботаническим составом трав. Если в контрольном варианте опыта и в вариантах с заделанными продуктами переработки ДКР в травостое многолетних трав первого года хозяйственного пользования господствовал клевер луговой, то в вариантах с мелиорантами его доля снижалась до 59 %, а в вариантах с ДКР и мелиорантами – до 64 %. В основном по этой причине качественный состав многолетних трав на фоне продуктов переработки ДКР, в отличие от предыдущего года, оказался несколько лучше, чем по мелиорантам, находясь на уровне показателей контрольного варианта.

Значительно влияли изучаемые приемы и на качество трав (табл. 2).

Таблица 2. Влияние продуктов переработки ДКР и мелиорантов на качество зеленой массы трав

Вариант или группа вариантов опыта	Содержание в зелёной массы (над чертой – однолетние травы, под чертой – многолетние травы), % с.в.						Доля клевера в травостое, %	Валовой сбор сырого протеина, т/га
	сырой протеин	сырая клетчатка	зола	P	K	Ca		
Контроль – без ДКР и НСВП	9,5 15,2	25,3 19,5	5,1 7,0	0,33 0,30	2,63 2,55	0,27 0,75	96	1,50
ДКР без НСВП (среднее)	8,8 15,4	25,1 17,9	4,5 7,0	0,29 0,29	1,78 2,54	0,25 0,85	95	1,29
В том числе: щепа	8,9 14,2	25,0 17,4	4,3 7,5	0,28 0,28	1,58 2,70	0,21 0,80	95	1,08
сечка	7,6 15,6	25,3 17,3	4,7 7,4	0,26 0,28	1,64 2,63	0,30 0,65	91	0,99
биоуголь	9,6 15,9	22,7 19,2	4,2 7,0	0,30 0,29	1,81 2,50	0,17 0,97	95	1,52
зола	8,9 15,9	27,5 17,6	4,8 6,1	0,31 0,29	2,10 2,28	0,30 0,97	97	1,63
НСВП без ДКР (среднее)	16,8 14,8	25,6 21,8	6,5 6,6	0,40 0,30	3,09 2,64	0,32 0,72	59	1,90
ДКР + НСВП (среднее)	17,2 14,7	25,3 21,6	7,0 6,7	0,41 0,30	2,80 2,56	0,33 0,77	64	2,46
В том числе: щепа + НСВП	17,0 14,6	25,8 20,3	6,8 7,1	0,40 0,29	2,43 2,71	0,25 0,77	59	2,24
сечка + НСВП	13,1 15,9	25,1 22,1	6,4 6,9	0,37 0,30	2,60 2,69	0,27 0,81	61	2,14
биоуголь + НСВП	19,0 14,3	25,2 21,3	7,5 6,1	0,43 0,31	2,77 2,44	0,38 0,74	72	2,77
зола + НСВП	19,5 14,1	25,2 22,6	7,3 6,5	0,42 0,31	2,91 2,41	0,42 0,76	64	2,69

Заделка почву древесной щепы и сечки привела к уменьшению сбора сырого протеина на 31 %, заделка биоугля и золы незначительно повлияла на этот показатель. В то же время при сочетании щепы и сечки с НСВП сбор протеина возрастал на 46 %. Сочетание с мелиорантами биоугля и золы обеспечило увеличение сбора протеина на 82 %.

Таким образом, в ходе исследования установлены негативные последствия заделки в дерново-подзолистую глееватую почву продуктов переработки ДКР (особенно щепы и сечки), ведущей к снижению продуктивности и ухудшению качества кормовых трав. Сочетанием новых агротехнических приёмов культуртехнической мелиорации с комплексом химических мелиорантов может быть достигнута высокая агрономическая эффективность освоения закустаренной залежи, выражающаяся в повышении продуктивности звена севооборота на 42 % и сбора сырого протеина в кормовом сырье на 64 %. Максимальную эффективность обеспечило преобразование био-

массы ДКР в биоуголь и его внесение в почву совместно с комплексом органических мелиорантов и сыромолотым доломитом в составе НСВП. Это позволило повысить продуктивность звена севооборота относительно принятой технологии корчевки на 54 %, а сбор сырого протеина – на 85 %.

Литература

1. Архипов, М.В. Научные основы эффективного использования агроресурсного потенциала Северо-Запада России [Текст] / М.В. Архипов и др. СПб.-Пушкин, 2018. - 135 с.
2. Дубенок, Н.Н. Мелиорация земель Ленинградской области: проблемы и инновационные пути их решения [Текст] / Н.Н. Дубенок, В.П. Якушев, Ю.Г. Янко // Агрофизика. – 2013. - №2 (10). – С. 2-9.
3. Иванов, А.И. Современные деградационные процессы в хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах [Текст] / А.И. Иванов, В.А. Воробьёв, Ж.А. Иванова // Проблемы агрохимии и экологии. - 2015. - № 3. - С. 15-19.
4. Иванов, А.И. Мелиорация как необходимое средство развития сельского хозяйства Нечерноземной зоны России [Текст] / А.И. Иванов, Ю.Г. Янко // Агрофизика. – 2019. - № 1. – С. 67- .
5. Иванов, Ж.А. Эффективность вторичного освоения кормовых угодий в условиях Тосненской низины [Текст] / Ж.А. Иванова и др. // Земледелие. - 2019. - № 3. - С. 7-11.
6. Конашенков, А.А. Агротехнические аспекты реализации биоклиматического потенциала Северо-Запада России [Текст] /А.А. Конашенков и др. // Агрофизика. – 2016. - № 2. – С. 35-44.
7. Производство, изучение и применение удобрений на основе птичьего помета. [Текст] Под общей редакцией А.И. Иванова, В.В. Лапы. С-Пб.: ФГБНУ АФИ, 2018. – 317 с.

РАЗДЕЛ III. Торфяные почвы и их использование в сельском хозяйстве

УДК 633.31/.37:631.5:631.445.12

О ВОЗДЕЛЫВАНИИ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ НА ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ ПРИ ПОЖНИВНОМ ПОСЕВЕ

Мееровский А.С. д.с.-х.н., профессор
Филиппов В.Н. к.с.-х.н., **Грушевич О.С.** м.н.с.
РУП «Институт мелиорации» НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

В Беларуси в составе сельскохозяйственных земель используется около 1,1 млн га осушенных торфяных почв, характеризующихся различной мощностью торфа, содержанием и запасами органического вещества, агрохимическими показателями, водным режимом. Поскольку после 1990 г. нового мелиоративного строительства не велось, минимальный срок их эксплуатации – почти 30 лет. Многолетними исследованиями, проведенными в Беларуси, России, Украине, а также во многих странах Европы для сохранения продуктивного долголетия торфяных почв установлена целесообразность создания и культивирования высокопродуктивных травяных агроценозов, выполняющих важную функцию обеспечения животноводства травяными кормами и в наименьшей степени по сравнению с однолетними полевыми культурами предотвращающих сработку органического вещества торфа. Приоритетность многолетних трав для торфяных почв закреплена Законом Республики Беларусь «О мелиорации земель», принятом в 2008 году. В современных условиях крайне существенно, чтобы многолетние травостои на торфяных почвах включали бобовые компоненты. Это не только позволяет получить полностью сбалансированные по белку травяные корма, но и дает возможность включить в систему питания растений не менее 100 кг/га фиксированного клубеньковыми бактериями азота атмосферы. Практика сельскохозяйственного использования торфяных почв Беларуси свидетельствует что травосеяние не стало основным направлением растениеводства на этих землях, а многолетние бобовые травы не получили должного распространения.

Причины слабого культивирования многолетних бобовых трав на торфяных почвах:

- неблагоприятный температурный режим большей части осушенных органогенных почв;
- высокая вероятность заморозков в течение всего вегетационного периода;
- избыток минерального азота в почве, препятствующего развитию клубеньков корневой системы и фиксации биологического азота;

- при посеве многолетних трав под покров зерновых или однолетних трав формируется их мощная надземная масса, которая тормозит рост и развитие бобовых, а при полегании покровных культур происходит изреживание трав до полной гибели;

- при уборке покровных культур, особенно в дождливую погоду, используемая техника повреждает молодые травы, в результате образуются «плешины», которые затем зарастают малоценной в кормовом отношении растительностью;

- подсев многолетних трав под зерновые культуры допускается при их урожайности не более 30-35 ц/га. В Беларуси большая часть хозяйств получает урожай зерновых выше этого уровня и для них данная технология возделывания трав неприемлема;

- не все используемые в настоящее время средства защиты зерновых от сорняков, вредителей и болезней совместимы с многолетними бобовыми травами.

Принципиальная возможность и эффективность возделывания многолетних бобовых трав на торфяных почвах в Беларуси установлена еще в середине прошлого столетия [1]. Она подтверждена исследованиями в ряде регионов России [2-3]. Таким образом, потребность в травяных кормах в предприятиях, располагающих торфяными почвами, очевидна, возможность возделывания многолетних бобовых трав на этих землях доказана научными исследованиями, а производство практически не воспринимает данное направление. Напрашивается необходимость в изменении условий выращивания трав и корректировки технологии. Как показывает анализ, предпосылки к этому имеются.

Прежде всего, существенно изменились торфяные почвы. Результаты их картографирования в масштабе 1:10000, выполненного в 2005-2015 г.г., свидетельствуют, что в Беларуси более 300 тыс. га торфяных почв имеют содержание органического вещества менее 50 %. По ряду агрономически важных показателей они отличаются не только от неосушенных, но и от используемых в первые годы после осушения. Более благоприятными стали агрохимические свойства: средневзвешенная величина pH в KCl – 5,6; содержание подвижных P_2O_5 и K_2O, соответственно, – 351 и 385 мг/кг (по Кирсанову); за редким исключением не фиксируется избытка минерального азота, в структуре которого преобладает $N\text{-}NO_3$.

В последние десятилетия прослеживаются признаки аридизации климата, проявившиеся в увеличении сумм активных температур (более 10°С), улучшении отношения осадков к сумме температур воздуха за период активной вегетации растений, увеличении периода вегетации осенью.

Ведется активная работа по расширению состава возделываемых культур. Для торфяных почв это имеет особое значение, так как в прошлом для многих они считались непригодными. В настоящее время для сельского хозяйства республики может быть использовано 11 видов многолетних бобовых трав, зарегистрированных в Государственном реестре сортов. Все они прошли экспериментальную проверку возделывания на торфяных почвах. В результате определены сильные и слабые стороны каждой культуры, выявлен их агробиологический потенциал. Всего в Реестре – 89 сортов многолетних бобовых трав, их них 37 % белорусской селекции.

Объекты и методы исследований

Гипотеза работы состояла в том, чтобы вместо принятого способа подсева многолетних бобовых трав под покров дерновых и однолетних трав выявить возможность их сева после уборки зерновых культур, оценить устойчивость трав и продуктивность, скорректировать технологические приемы возделывания.

Исследования проводились на осушенных торфяных почвах, характеризующихся различной продолжительностью сельскохозяйственного использования (ОАО «Парохонское» – 40 лет, РУП «Полесская опытная станция мелиоративного земледелия и луговодства – 60 лет; Брестская область, бывшая Минская опытная болотная станция, г. Минск – 95 лет). Содержание органического вещества в почвах – 45-70 %, pH в KCl – 5,0-5,5, обеспеченность подвижными P_2O_5 и K_2O – средняя.

Изучаемая культура: клевер луговой сорт Витебчанин, клевер гибридный сорт Красавик, люцерна посевная сорт Будучыня, чина многолетняя сорт Купава.

Схема полевых опытов предусматривала:

1. Летний беспокровный посев после вико-овсяна зеленый корм.
2. Беспокровный посев после зерновых – 5 августа, 20 августа, 5 сентября.

Минеральные удобрения перед посевом – $P_{40}K_{90.}$

Учетная площадь делянки – 50 м^2, повторность четырехкратная.

Литература

1. Даніловіч А.Ф. Культура канюшыны на тарфяна-балотных глебах / Мінск, Дзяржаунае выдавецтва БССР, 1957,98 с.
2. Зотов А.А., Шельменкина Х.Х. Бобовые и бобово-злаковые агрофитоценозы на торфяных почвах // Рациональное использование торфяных месторождений: Материалы Междунар. научн.-практ. конф., посвящ. 90-летию основания Кировской лугоболотной опытной станции. Киров, 2008, с.149-161.
3. Косолапов В.М., Зотов А.А., Уланов А.Н. Кормопроизводство на торфяных почвах России. М., 2009.858 с.

УДК 631.445.124;633.2;633.3

ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ТОРФЯНО-БОЛОТНУЮ ПОЧВУ

Глубоковских А.Л., к.с.-х.н., **Смирнова А.В.,** к.с.-х.н.
ФГБУ «Кировская ЛОС», г. Киров, Россия

Приведены результаты многолетних исследований по возделыванию кормовых культур, обеспечивающие продуктивность пашни на уровне 5-6 тыс. ц/га корм.ед., позволяющие резко снизить интенсивность эрозии почвы (сработку торфа), увеличить продолжительность использования естественного плодородия торфа (в форме органического вещества) и на этой основе значительно снизить антропогенные затраты на выращивание кормовых культур.

Ключевые слова: продуктивность, злаковые и бобовые культуры, плодородие торфяной почвы.

Научные разработки и практический опыт Кировской лугоболотной опытной станции по изучению и освоению осушенных торфяных почв показывают высокую продуктивность. На протяжении всей своей истории главным направлением исследований научной станции, отметившей в 2018 году свой 100-летний юбилей, остаются вопросы мелиоративного кормопроизводства на осушаемых низинных и выработанных торфяниках и система кормления молочного крупного рогатого скота кормами, полученными с органогенных почв. Нами изучены и найдены пути долголетнего эффективного использования торфяных почв под многолетними и однолетними травами, пропашными культурами, разработаны приемы создания и использования долголетних культурных пастбищ с продуктивностью 5-6 тыс. корм. ед. с 1 га; травостоев укосного использования для сена, сенажа и силоса на уровне 6-7 тыс. корм.ед.; система севооборотов, агротехника полевых культур, уплотненных посевов, с учетом сокращения отрицательного влияния на почву [1-4].

Необходимо отметить, что большая часть исследований базируется на многолетних мелиоративно-болотных стационарах, где непрерывные наблюдения проводятся от 40 до 80 лет, и все они включены в реестр Государственной географической сети опытов России с удобрениями [3].

На основании длительных исследований нами разработана технология возделывания кормовых культур на осушенных торфяных почвах. Предложены почвозащитные кормовые севообороты, с преобладанием многолетних трав, что позволяет при регулировании водного режима стабильно обеспечивать продуктивность кормовых культур на уровне 5-6 тыс. корм.ед. с 1 га при максимальном замедлении торфоразрушительных процессов и продления сроков использования залежи в качестве почвы. Такой принцип исследования обусловлен в основном необходимостью снижения темпов сработки торфяной почвы и продления сроков их использования [4].

Объекты, методика и условия исследований. Исследования проводились на торфомассиве «Гадовское», на одном из участков которого с 1975 года детально изучали продуктивность кормовых севооборотов при различном соотношении в них многолетних трав, однолетних и пропашных культур. Для наблюдений были выбраны варианты с бессменным возделыванием многолетних злаковых трав, высеваемыми в виде смеси костреца безостого, тимофеевки луговой, овсяницы луговой; пропашных культур при условии чередования по годам картофеля, кормовой свеклы и моркови и однолетних культур.

Перспективна для кормовых севооборотов в структуре посева замена однолетних культур многолетними бобовыми травами (лядвенец, козлятник, люцерна). Данный прием наиболее полно, включая долголетие, реализуется в кормовых севооборотах в составе бобово-злаковых укосных травостоев.

Оптимальный режим влажности почвы регулировался поддержанием УГВ на 0,9-1,2 м в среднем за вегетацию путем шлюзования канала.

Дозы удобрений рассчитывались с учетом выноса элементов на 5-6 тыс.корм.ед.

Почва опытного участка торфяно-болотная низинная освоенная. Торф по ботаническому составу древесный и древесно-осоковый со средней мощностью 1,5-2 м, зольностью в пахотном слое – 10,5-18,6%, степень разложения торфа 45-55%, объемная масса – 0,24-0,30 г/см^3, полная влагоемкость – 340%. Реакция среды $pH_{сол.}$ – 5,3-5,6, содержание общего азота – 2,10-2,25%, подвижного фосфора – 37-98 и обменного калия – 52-93 мг на 100 г сухой почвы.

Наблюдения и учеты в опыте осуществлялись по общепринятым методикам. Степень сработки торфа определялось путем мониторинговых измерений мощности торфяного слоя в пятикратной повторности на вариантах опыта один раз в 5 лет [5].

Результаты исследований. Экспериментальными данными, полученными за 42 года исследований установлена энергетическая и протеиновая продуктивность культур и севооборотов в зависимости от насыщения их многолетними, однолетними и пропашными культурами. Подтверждена эффективность структуры посевных площадей, в которой не менее 70-80% занимают многолетние злаковые травы. Так травостой, созданный на основе трехкомпонентной смеси (тимофеевка, овсяница луговая, кострец б/о) посева 1975 года при двуукосном использовании и ежегодном, сравнительно невысоком уровне питания ($N_{60}P_{60}K_{90}$) за последние 7 лет обеспечили продуктивность 6,1 т/га СВ, 4,6 тыс. корм.ед., 0,9 т/га сырого протеина при затратах совокупной энергии 17,8 ГДж/га и коэффициенте энергетической эффективности 3,5 (табл.1).

Таблица 1. Продуктивность и агроэнергетическая эффективность возделывания кормовых культур (среднее за 2012-2018 г.г.)

Культура	Сбор с 1 га, т				Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Коэффициент энерго-эффективности, КЭЭ
	сухая масса	кормовые единицы	сырой протеин	обменная энергия, ГДж/га		
Многолетние травы 42-года бессменно	6,1	4,6	0,9	60,4	17,8	3,5
Многолетние травы 12-года пользования	6,1	4,7	0,9	59,3	18,2	3,3
Многолетние травы 7-года пользования	6,0	4,6	0,8	58,1	19,0	3,1
Пропашные культуры	5,8	5,3	0,5	56,1	32,5	1,7
Однолетние культуры	3,9	2,9	0,5	44,7	28,2	1,6

В зависимости от размещения в севообороте трав травяная масса злакового травостоя по продуктивности на вариантах 7-го и 12-го года пользования существенно не различалась и составляла 6,0-6,1 т/га СВ, 58-59 ГДж/га ОЭ, 0,8-0,9 т/га сырого протеина при затратах совокупной энергии 18-19ГДж/га и коэффициенте энергетической эффективности (КЭЭ) – 3,1-3,3.

Продуктивность звена однолетних культур, в котором 7 лет подряд высевались смеси (горох+овес+рапс, горох+овес+райграс однолетний) составляла 3,9 т/га СВ, 44,7ГДж/га ОЭ и 0,5-0,7 /га сырого протеина. Затраты энергии при возделывании однолетних культур возрастали до 28 ГДж/га при снижении КЭЭ до 1,6-2,0 единиц.

Продуктивность звена пропашных культур (картофель) составляла 5,8 т/га СВ при высоких энергетических затратах и низком коэффициенте энергетической эффективности – 1,7.

Таким образом, многолетние травы являются наиболее эффективными и наименее энергоемкими культурами. Им принадлежит ведущая роль в решении задач улучшении кормовой базы и сохранения органического вещества торфяной почвы, а производство однолетних и пропашных культур из-за невысокой и нестабильной их урожайности является проблематичным.

Вместе с тем в условиях ограниченных материально-технических ресурсов особое значение должно отводиться многолетним бобовым культурам. Расширение посевов под видами бобовых и травосмесями с их участием позволяет производить наиболее высокопитательные корма и является дешевым средством воспроизводства плодородия почвы.

В результате исследований установлены особенности формирования урожайности лядвенца, козлятника и люцерны в смешанных посевах в условиях торфяных почв.

В вариантах опыта за период исследований 2012-2017 г.г. сформировались ценные по ботаническому составу травостои с высоким содержанием сеяных видов (76-81%). Доля бобовых в травостоях составляла 12-51%.

Наибольшей экологической пластичностью и сохранностью в составе травостоев двуукосного использования из бобовых отличались лядвенец рогатый и люцерна синегибридная. В травостоях третьего года пользования доля лядвенца составляла – 44%. На этот период доля люцерны сохранилась на уровне 35%, а содержание козлятника восточного соответственно до 12% (табл. 2).

На четвертый, пятые годы пользования преобладали злаковые – от 77 до 83%, а доля бобовых резко снизилась до 5-9% из-за их выпадения в травостое. Следует отметить, что только люцерна в смеси со злаковыми сохранилась до 9%, очевидно из-за более высокой приспособленности к природно-климатическим условиям торфяных почв.

Таблица 2. Ботанический состав бобово-злаковых травостоев в зависимости от видового состава и длительного пользования

Состав травосмеси, норма высева	Год пользования	Ботанический состав, %		
		бобовые	злаковые	несеяные злаки разнотравье
Лядвенец рогатый (6) Кострец безостый (12) Тимофеевка луговая (5)	Третий	44	53	3
	Пятый	3	83	14
Люцерна синегибридная (8) Кострец безостый (12) Тимофеевка луговая (5)	Третий	35	55	10
	Пятый	9	77	14
Козлятник восточный (8) Кострец безостый (12) Тимофеевка луговая (5)	Третий	12	80	8
	Пятый	5	78	17

Поведение многолетних бобовых трав в травосмесях, стабильность их участия в формировании травостоя повлияла на общий сбор продуктивности кормов. Продуктивность и питательность травостоев зависит от сроков использования и содержания бобовых компонентов (табл. 3).

Таблица 3. Продуктивность и питательность бобово-злаковых травостоев при укосном использовании

Травосмесь	Годы использования	Сбор с 1 га, т			Содержание в 1 кг СВ	
		сухого вещества	кормовых единиц	сырого протеина	корм. ед.	ОЭ МДж
Лядвенец рогатый Кострец безостый Тимофеевка луговая	Третий	6,7	5300	1,3	0,79	9,3
	Пятый	6,4	4660	0,9	0,73	9,7
Люцерна синегибридная Кострец безостый Тимофеевка луговая	Третий	6,3	5100	1,1	0,81	9,5
	Пятый	6,3	5080	0,9	0,80	9,7
Козлятник восточный Кострец безостый Тимофеевка луговая	Третий	5,3	4400	0,8	0,82	9,6
	Пятый	5,6	4457	0,8	0,79	9,7

За три года исследований наиболее высокую продуктивность обеспечивала травосмесь с лядвенцом рогатым при двуукосном использовании: 6,7 т/га СВ, 5,3 тыс./га корм.ед. и 1,3 т/га сырого протеина. На пятый год пользования травостоем лядвенец полностью выпал и продуктивность в основном формировалась за счет злаковых трав и разнотравья.

Продуктивность травосмеси с люцерной в среднем за три года использования составила 6,3 т/га СВ, 5,1 тыс. корм.ед. и 1,1 т/га протеина. На четвертый год участие люцерны в формировании урожайности снизилось до 9%, а на пятый год люцерна практически выпала из травостоя. Однако резкого снижения продуктивности бобово-злаковой травосмеси не произошло, вероятно, по причине использования злаковыми травами накопленного люцерной в предшествующие годы азота. На пятый год получено 6,3 т/га СВ, 4,5 тыс. корм.ед и 0,8 т/га сырого протеина.

Козлятник восточный в травосмеси со злаковыми травами в целом по продуктивности ниже по отношению к лядвенцу и люцерне. Козлятник имеет недостаток: медленно отрастает в год посева и малопродуктивен в первые годы жизни. За три года жизни сбор сухого вещества составил – 5,3 т/га, 4,4 тыс. корм.ед. и сырого протеина – 0,8 т/га. В последующие годы после выпадения козлятника из травостоя основу продуктивности в данном варианте составляли злаковые травы.

Качество корма изучаемых культур было высоким и соответствовало требованиям стандарта сена первого класса. Содержание сырого протеина составляло 16-18%. Концентрация обменной энергии составляла 9,5-9,6 МДж, выход кормовых единиц – 0,79-0,81 в расчете на 1 кг сухого вещества.

Сравнивая возделываемые культуры по выходу сухого вещества, кормовых единиц и протеина следует отметить, что многолетние травы на осушенных торфяных почвах не только дают высокую продуктивность (5-6 тыс.корм.ед), но и снижают воздействие неблагоприятных факторов на плодородие почвы. Примером может служить культурное пастбище, созданное на станции в 1935 г. Более 80 лет на нем ведутся наблюдения за изменением ботанического состава травостоя и почвенных процессов.

Почвенные обследования показывают, что при длительном луговом использовании на фоне умеренного осушения (до 1 м) обеспечивается хорошая сохранность органического вещества, потери которого минимальные и не превышают 0,05 см в год при средней урожайности 0,5-0,6 т/га сухого вещества. Продуктивное долголетие пастбищного травостоя, ставшего во многом более разнообразным и близким по ботаническому составу к естественным (50 видов) показывает теоретическую возможность культурного луга существовать бесконечно долго, даже если он используется в интенсивном пастбищном режиме.

Совершенно очевидно, что торфяная залежь даже при самом «щадящем» режиме использования ее в качестве почвы рано или поздно может

исчезнуть. Тем не менее, как показывает многолетний отечественный и зарубежный опыт, подтвержденный во многом и нашими исследованиями, это возможно, когда основой землепользования является лугопастбищное травосеяние. Обязательным условием сдерживания почворазрушительных процессов – оптимальный водный режим и регулярное внесение удобрений.

Нами проводятся систематические наблюдения за динамикой продуктивности отдельных полей и севооборотов в целом. Изучаются изменения мощности торфяной залежи, водно-физических, агрохимических свойств, а также качественного состава органического вещества торфа.

Данные по изменению запасов органического вещества почвы под основными культурами обобщены за 35-летний период (табл. 4).

Таблица 4. Влияние кормовых культур на сохранность торфяной почвы

Культура	Среднегодовое уменьшение мощности торфа, см
Многолетние травы бессменно	0,5
Пропашные культуры бессменно	2,7
Однолетние культуры в чередовании	2,1
Паровое поле	1,3

Наблюдения за уменьшением мощности торфа показали, что у многолетних трав темп сработки торфа 0,5 см, пропашных – 2,7 см, однолетних – 2,1 см, в паровом поле – 1,3 см в год. Это соответствует суммарным потерям органического вещества торфа (пропашные 6-8 т/га, однолетние травы – 4-6 т/га, многолетние травы – 1,6-2 т/га).

Под однолетними травами и пропашными культурами высокий уровень сработки торфа связан с эрозионными процессами и технологическим отчуждением торфа при уборке урожая. Сравнительно невысокая сработка на паровом поле (1,3 см) обусловлена значительным возвратом в почву фитомассы регулярно отрастающих и заделываемых при обработке сорняков.

Многолетние травы, при высокой урожайности, способствовали улучшению физических и химических свойств и наименьшей «сработке» органогенной почвы.

Заключение. На осушенных торфяных почвах основной группой культур являются многолетние травы с длительностью пользования травостоя на основе костреца безостого более 40 лет. Обновление видового состава и структуры посева с включением в севообороты лядвенца рогатого, люцерны синегибридной и козлятника восточного позволит расширить набор бобово-злаковых травосмесей и будет способствовать обеспечению животных кормами с высокой питательной ценностью.

Литература

1. Концепция охраны и рационального использования торфяных болот России (под общей редакцией Инишевой Л.И.) -Томск, 2005-76с.

2. Уланов А.Н. Торфяные и выработанные почвы южной тайги Евро-Северо-Востока России – Киров, 2005-320с.
3. Вертоградская И.А., Уланов А.Н., Зверков Ю.В. и др. Результаты стационарных исследований на осушенных низинных, в том числе нарушенных добычей, торфяных почвах // На торфяных почвах: научные труды Кировской лугоболотной опытной станции – Киров, 1993 – С. 26-43.
4. Шпаков А.С. Кормовые севообороты: научные и организационные основы.//Научное обеспечение кормопроизводства и его роль в сельском хозяйстве, экономике, экологии и рациональном природопользовании России: материалы международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика А.А. Жученко М., 2013 – С. 226-239.
5. Бамбалов Н.Н. Баланс органического вещества торфяных почв и методы его изучения – Минск. Наука и техника, 1984 – 175с.

УДК 633.2.031

УПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТЬЮ СУКЦЕССИЙ ДОЛГОЛЕТНИХ СЕНОКОСОВ НА ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ ПРИЕМАМИ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ

Ковшова В.Н., к.с.-х.н.
ФГБУ "Кировская лугоболотная опытная станция"
Кировская обл., п. Юбилейный, Россия

В Волго-Вятском экономическом районе расположено 2,3 млн. га природных кормовых угодий (ПКУ). Сенокосы и пастбища занимают 21 %, из них осушенные за прежние годы площади составили 5,4 % (Романенко, Комов, Тютюнников, 1996). Однако при отсутствии ухода за улучшенными природными кормовыми угодьями происходит быстрая деградация их травостоев, что ведет к снижению производства объемистых кормов. Поэтому, в настоящее время актуальное значение имеет разработка приемов обеспечивающих экономически эффективный уровень продуктивности сеяных лугов, расположенных на мелиорированных площадях без дополнительных капитальных вложений на их коренное улучшение. Наиболее ценными объектами для создания луговых угодий являются низинные болота, среди других типов болот (верховые и переходные), после их осушения. Не менее важным резервом для создания луговых травостоев, повышения производства травяных кормов являются выработанные низинные торфяники. Площадь этих угодий достаточно велика, более 500 тыс. га, из них 80 тыс. га в Кировской области.

При разработке путей рекультивации выработанных торфяников признано необходимым познание механизмов, управляющих формированием продуктивной растительности и плодородия почвы, в частности выяснение динамики биологической активности торфяников на разных этапах их освоения. Поэтому одной из важнейших задач наших исследований явилась разработка

приемов управления сукцессионной изменчивостью долголетних травостоев на разных этапах освоения, осушенных низинных выработанных торфяников.

Объекты и методы исследований. Исследования проведены на Кировской лугоболотной опытной станции ВНИИ кормов, расположенной в Волго-Вятском экономическом районе Нечерноземной зоны России в 1972–2018гг. Сеяный травостой создан в 1971 году на осушенном низинном выработанном торфянике, путем залужения травосмесью из костреца безостого – Моршанский–312 (10 кг/га), тимофеевки луговой – Позднеспелая ВИК (8 кг/га) и овсяницы луговой – Дединовская–8 (12 кг/га). Перед посевом трав внесены: пиритный огарок 5ц/га и по 60кг/га действующего вещества азота, фосфора, калия. В 1972 году, на созданном травостое, был заложен полевой опыт с минеральными удобрениями. До настоящего времени в опыте ежегодно вносятся дозы удобрений: аммиачной селитры – 60-120-180-240, суперфосфата – 30-60-90, хлористого калия – 60-120-180 кг действующего вещества (д.в.) на 1га. Для выявления эффективности азотного удобрения контролем служит двойная смесь $P_{60}K_{120}$, фосфорного – $N_{120}K_{120}$, калийного – $N_{120}P_{60}$. Абсолютный контроль для всех вариантов – без удобрений. С 1997 года на травостое, созданном на фоне РК, применяли подкормку полным минеральным удобрением (NPK) с дозой азота 90кг д.в. на 1га. С 1998 года на травостое, созданном на фоне NK – полное минеральное удобрение с дозой фосфора 120 кг д.в., на фоне NP – полное минеральное удобрение с дозой калия 90 кг д.в. на 1га.

Почва опытного участка – осушенный выработанный низинный торфяник бывшего болота «Гадовское», расположенного в Оричевском районе Кировской области. Торф древесно-осоковый, степень разложения 25-30%, зольность 8-10%, близкий к слабокислой реакции (pH-5,5), содержание общего азота – 1,84%, обменного калия – 248, подвижного фосфора – 8 мг на 1кг сухой почвы, кальция – 1,49%, плотность 0,200г/см^3, полная влагоемкость – 472%. Водное питание – грунтовые воды и атмосферные осадки. В течение вегетационного периода уровень грунтовых вод располагался на глубине 55-90см, весной и осенью поднимался до 30-40см.

Учет урожайности травостоев и наблюдения за изменением ботанического состава проводились по общепринятым методикам Всероссийского научно-исследовательского института кормов им. В.Р. Вильямса.

Результаты исследований. Многолетними исследованиями установлено, что формирование биогеоценозов на выработанных торфяных почвах – процесс длительный и сложный поэтому, очень важно, с целью сохранения и восстановления антропогенно-нарушенных массивов, использовать их в сельском хозяйстве под сенокосы и пастбища, а также под лесные массивы [1, 2].

Известно, что созданию более устойчивых, способных к саморегуляции биоценозов, способствуют приемы биологической рекультивации. По данным Широких И.Г. [3] улучшение питательной среды торфа в результате

внесения минеральных удобрений на первом этапе проявлялось в увеличении количества водорослей, повышении ферментативной активности торфа. Одноразовое внесение минеральных удобрений, как основного удобрения, при залужении осушенного выработанного низинного торфяника, способствовало увеличению численности актиномицетов, значительно расширяло спектр доминантных родов.

Дополнительное минеральное питание оказывало решающее влияние на ботанический состав сеяного травостоя. На основе трехкомпонентной травосмеси (кострец безостый, тимофеевка луговая, овсяница луговая), высеянной в 1971 году (после фрезерной добычи торфа) на осушенном низинном выработанном торфянике без внесения удобрений в первые три года травостой формировался только сеяными видами трав за счет предпосевной заправки почвы. В последующие девять лет, из-за недостатка минерального питания, растительности не было (сеяные виды исчезали полностью). По мере исчезновения сеяных трав фитоценотическую нишу заполняли синезеленые водоросли, лишайники, мохообразные, осоки, разнотравье, поросль кустарниковой ивы, т.е. проходил процесс естественного зарастания. Почвенные водоросли и мохообразные явились основой формирования биогеоценоза. Им принадлежала основная роль продуцентов для вновь формирующегося биогеоценоза. Появление в небольшом количестве сеяных видов трав: костреца безостого – 0,2%, тимофеевки луговой – 8,2%, овсяницы луговой – 14,2%, наблюдалось, начиная с тринадцатого года создания травостоя. Основную долю в травостое занимали не сеяные виды злаков (32% общей массы), разнотравье (45%), поросль ивы. При экстенсивном уходе, по мере усиления минерализации остаточного слоя торфа и повышения эффективного плодородия почвы, только на шестнадцатый год жизни сформировался хозяйственно ценный травостой пастбищного типа, в составе которого насчитывалось одиннадцать видов трав. Формирование травостоя продолжается, в настоящее время (на 46^{й} год пользования) в его составе насчитывается более 33 видов трав. Основную долю (64%) занимают внедрившиеся виды злаков: пырей ползучий, мятлик болотный, вейник Лангсдорфа, лисохвост луговой, ежа сборная, щучка дернистая и др. Доля разнотравья составляет около 20% общей массы, эта группа представлена следующими видами: одуванчик обыкновенный, тысячелистник обыкновенный, кульбаба осенняя, щавель кислый, лютик едкий и др. Участие осок и бобовых незначительно (по 1% от общей массы). Доля сеяных видов трав занимает около 15% причем, участие костреца безостого в общей массе травостоя незначительно. Это указывает на требовательность костреца безостого к минеральному питанию. Продуктивность не удобряемого сенокоса за последние 10 лет составляла 1,9 тысяч кормовых единиц, 22 ГДж обменной энергии (ОЭ), 2,9 ц/га сырого протеина (СП).

При систематическом внесении минеральных удобрений, на первом этапе освоения, в торфе увеличивалось количество водорослей, повышалась

ферментативная активность и, как следствие, повышалась урожайность многолетних трав. В то же время по мере роста корневой системы трав и увеличения выноса из почвы с урожаем питательных веществ численность зеленых водорослей при внесении высоких доз удобрений снижалась.

Фосфорное удобрение оказывало положительное влияние на альгофлору в первый год внесения, когда оно находилось в первом минимуме. Затем, по мере расходования запасов доступного азота, численность водорослей, особенно зеленых, при внесении фосфорно-калийных удобрений снижалась, и на поверхности торфа разрастались мхи. В данном случае, мхи можно считать патиентами, которые разрастаются при отсутствии доступного азота для растений и травы не покрывают всю поверхность почвы. Изменения, с годами, состава водорослевых сообществ и микробиологической активности в осушенных выработанных торфяниках свидетельствуют о постепенном превращении органогенной породы в почву.

При ежегодной подкормке фосфорно-калийными удобрениями в дозах $P_{60}K_{120}$ в первые семь лет освоения осушенного низинного выработанного торфяника формирование травостоя долголетнего сенокоса проходило в основном за счет сеяных видов трав: тимофеевки луговой, овсяницы луговой, костреца безостого, которые занимали 82-98% ботанического состава травостоя. Оставшаяся часть травостоя приходилась на не сеяные виды злаков (0,1-2,7%) и разнотравье (0,1-16,3%). В этот период формирования травостоя доминирующее положение занимала тимофеевка луговая (65-66%). Овсяница луговая развивалась слабо (19-26%). В связи с отсутствием азотного питания долевое участие костреца безостого в травостое было незначительным (3-11%). На восьмой год жизни травостоя и в течение четырех последующих лет растительности в опытном варианте, где вносилось фосфорно-калийное удобрение, не было, в том числе дикорастущих видов злаков и разнотравья. И только на двенадцатый год жизни (1983 год) на фоне РК кострец безостый начал развиваться и постепенно стал доминирующим видом с долевым участием 93%. Оставшуюся часть травостоя (5,6%) занимали не сеяные виды злаков и совсем незначительную часть (0,4%) – тимофеевка луговая. Овсяница луговая встречалась единично.

В первые три года урожайность сомовозобновившегося травостоя была низкой (5,5-10,8 ц/га СВ), поэтому вынос питательных веществ с урожаем был небольшой, что, в свою очередь, способствовало накоплению их в корневой массе и в почве. Вследствие минерализации органического вещества торфа постепенно происходило дополнительное, более высокое, обеспечение трав азотом и формирование агрофитоценоза, доминирующую роль в котором, по-прежнему, занимал кострец безостый (55-65%). Сеяные виды злаков тимофеевка луговая и овсяница луговая составляли незначительную часть травостоя (0,1-7,5%). Из не сеяных видов злаков в травостой

внедрялись: мятлик луговой (9,4%), ежа сборная (1%), пырей ползучий (3,9%), полевица белая (0,7%), вейникЛангсдорфа (0,3%). В небольшом количестве в травостое появлялись бобовые (0,2%). Группа разнотравья занимала 21%.

В последний период (40-45гг. пользования сенокосом) в травостое, сформированном на фоне $Р_{60}К_{120,}$ насчитывалось около 20 видов трав. Основную часть травостоя занимал кострец безостый (70-80%), участие овсяницы луговой и тимофеевки луговой незначительно (0,1-6,1%). Внедрившиеся дикорастущие виды злаков составляли 1,5-7,0%, разнотравье – 5,6-15,6%, в значительном количестве появилась чина луговая (2,6-13,0%). Группа дикорастущих видов злаков представлена лишь четырьмя видами: пырей ползучий, мятлик болотный, овсяница красная и вейник Лангсдорфа. В группу разнотравья входили: одуванчик лекарственный, тысячелистник обыкновенный, звездчатка луговая, ястребинка волосистая, щавель обыкновенный, щавель конский, кульбаба осенняя, ожика многоцветковая, вероника длиннолистная, хвощ луговой, льнянка обыкновенная и др.

Следовательно, при длительном применении фосфорно-калийного удобрения на злаковом сенокосе, созданном на осушенном низинном выработанном торфянике, бедном по содержанию доступных форм фосфора (8 мг $Р_2О_5$ в 1кг) имеет место положительная сукцессия, характеризующаяся сохранением хозяйственно-ценных видов трав и повышением продуктивности сенокоса до 4,4 тыс. корм..ед., 57 ГДж ОЭ и 6,7 ц/га сырого протеина.

Установлено, что азотные удобрения усиливают минерализацию органического вещества и способствуют более полному использованию мобилизованных при этом запасов почвенного азота, однако недостаток подвижного фосфора (8 мг $Р_2О_5$ в 1 кг) затрудняет поступление азота в растения и создает предпосылки для его непроизводительных потерь. В связи с этим при регулярном внесении азотно-калийного удобрения в дозах $N_{120}К_{120}$ хозяйственно-ценный урожай (41…21 ц/га) был получен только в первые три года пользования травостоем, за счет предпосевной заправки почвы. Активными компонентами агрофитоценоза в этот период были тимофеевка луговая (63-70%) и овсяница луговая (22-39%). Долевое участие костреца безостого было незначительно (3,1-6,8%). После трехлетнего периода резко снизилось долевое участие и проективное покрытие сеяных видов трав. В период с седьмого по четырнадцатый годы растительности на фоне NK не было, происходили процессы самовосстановления фитоценоза по такому же пути, как и на не удобряемом травостое. И только на пятнадцатый год жизни травостоя в небольшом количестве появились сеяные виды трав: тимофеевка луговая (6,8%), овсяница луговая (5,0%), кострец безостый (40,0%). Значительную часть травостоя занимали дикорастущие виды злаков (38%) и разнотравье (20%). К девятнадцатому году жизни травостоя кострец безостый стал абсолютным доминантом (84% общей массы), однако отсутствие внесения фосфорного удобрения привело к деградации сеяного травостоя, что отразилось на резком снижении урожайности. На двадцатый год жизни

травостоя дикорастущие виды злаков занимали 60% общей массы, группа разнотравья – 40%, участие овсяницы луговой и тимофеевки луговой было очень слабым (0,2-0,3%), кострец безостый встречался единично

Таким образом, применение $N_{120}К_{120}$ на осушенном низинном выработанном торфянике, бедном по содержанию доступных форм фосфора (8 мг P_2O_5 в 1кг), на протяжении 45-летнего периода исследований привело к отрицательной сукцессии, характеризующейся не только вырождением сеяного травостоя и внедрением дикорастущих видов трав и разнотравья, но и их деградацией. Продуктивность травостоя снижалась до 1,4 тыс. корм. ед., 16 ГДж ОЭ и 2,3 ц/га сырого протеина, т.е. хуже чем на не удобряемом сенокосе.

В связи с более высоким содержанием калия в осушенном низинном выработанном торфянике (248 мг/кг $К_2О$) урожайность травостоя на фоне азотно-фосфорного удобрения ($N_{120}P_{60}$) на протяжении 45 лет пользования сенокосом формировалась сеяными видами трав; тимофеевкой луговой, овсяницей луговой и кострецом безостым. В первые четыре года освоения выработанного торфяника доминантом в травостое была тимофеевка луговая (54-77%), овсяница луговая занимала 24-37%. Кострец безостый стал активным компонентом травостоя только на четвертый год пользования (18,9%), а на шестой год он занимал доминирующее положение (38,4%), постепенно вытесняя неконкурентоспособные виды злаков, тимофеевку луговую и овсяницу луговую. К двенадцатому году пользования их долевое участие было незначительным (1-3%) и, освободившуюся фитоценотическую нишу заполнял кострец безостый (94%). Его долевое участие в составе травостоя изменялось в зависимости от погодных условий, но оставалось на уровне 80-90%. Это указывает на высокую требовательность корневищного вида не только к уровню азотного питания, но и фосфорного.

Применение полной смеси минеральных удобрений (NPK) четко проявлялось на формировании травостоя с доминированием костреца безостого. По мере повышения доз азотных удобрений от 60 до 120 кг д.в. на 1 га роль костреца безостого в травостое заметно повышалась от 9-34 % на второй год пользования и до 90-100% в последующие годы пользования сенокосом. При применении азота в дозе 60 кг д.в. на 1 га в составе полной смеси доминирующая роль костреца безостого установилась на четырнадцатый год пользования (56,4% от общей массы). При дозе азота 120 кг д.в. на 1 га кострец безостый стал доминантом на девятый год пользования, при увеличении дозы азота до 180-240 кг д.в. на 1 га – на третий год пользования (52-64%). Это подтверждает исследования других авторов [4, 5] о высокой отзывчивости костреца безостого на азотное удобрение. При применении высоких доз азота 180 и 240 кг д.в., в связи с высокой активностью костреца безостого, соответственно снижалась конкурентная способность тимофеевки луговой и овсяницы луговой.

Изучение влияния фосфорных удобрений в составе NPK показало их важную роль на переформирование разнотравно-злакового травостоя (с преобладанием дикорастущих видов злаков, 55-91%), созданного на фоне азотно-калийного удобрения ($N_{120}K_{120}$), в кострецовый. При внесении фосфорных удобрений в дозе 30 кг д.в. на 1 га в составе NPK участие этого вида в первые четыре года было ниже в 1,2-3,0 раза по отношению к $N_{120}K_{120}$ и только с двенадцатого года пользования кострец безостый стал доминирующим видом в травосмеси, его долевое участие повышалось до 38%. С первого по одиннадцатый годы пользования урожайность травосмеси формировалась в основном за счет тимофеевки луговой (57-76%). Долевое участие овсяницы луговой было невысоким (12-31%), в дальнейшем (с 14-го года пользования) этот вид выпал из травостоя полностью и появлялся в незначительном количестве в отдельные годы при благоприятных погодных условиях (в основном при недостаточном атмосферном увлажнении), когда долевое участие костреца безостого снижалось.

При повышении дозы фосфора в составе NPK до 60 кг д.в. на 1 га активность костреца безостого повышалась в 1,3 раза. Он стал абсолютным доминантом на девятый год пользования (52%), потеснив овсяницу луговую (11%) и тимофеевку луговую (22%). В последующие четыре года долевое участие костреца безостого в травосмеси повышалось до 93%.

Повышение дозы фосфора в составе NPK до 90 кг д.в. не ускоряло развитие костреца безостого, однако способствовало снижению долевого участия тимофеевки луговой и овсяницы луговой. В результате установившейся ведущей роли костреца безостого, являющегося сильным фитоценотически активным компонентом – виолентом (по Л.Г. Раменскому) [6], долевое участие, внедрившихся дикорастущих видов злаков и разнотравья (экспрелентов и патиентов), закономерно снижалось по мере повышения доли доминанта.

Таким образом, на основании оценки изменения ботанического состава злакового долголетнего травостоя (45 лет пользования) установлена возможность управления формированием долголетнего самовозобновляющегося травостоя на основе длиннокорневищного вида – костреца безостого. Это имеет важное практическое значение, так как позволяет продлить использование осушенного низинного выработанного торфяника для производства экологически чистых кормов без перезалужения и затрат капитальных вложений на обработку почвы и семена.

Литература

1. Стародумова Е.В., Помаскина Г.П., Журавлева Е.Л., Смертина Л.М. Приемы эффективного использования мелиорируемых торфяников на Северо-востоке Нечерноземья. //Тезисы докладов к научно-производственной конференции «Пути повышения продуктивности мелиорируемых торфяных почв и выработанных торфяников». – Киров, 1983. С. 44-45.
2. Вертоградская И.А.,Уланов А.Н., Зверков Ю.В., Полубень А.П., Широких И.Г.,Широких А.А., Глубоковских А.Л., Стародумова Е.В.,Журавлева Е.Л., Смертина Л.М., Шуткин А.Т., Метелев Н.Д., Веснина З.А., Косолапов В.М., Косолапова В.Г., Ковшова В.Н.

Результаты стационарных исследований на осушаемых низинных, в том числе, нарушенных добычей, торфяных почвах. //На торфяных почвах. – часть первая. Киров, 1993. С. 26-42.
3. Широких А.А., Широких И.Г. Почвенно-микробиологические исследования осушенных торфяников //На торфяных почвах. – часть вторая. Киров, 1993. С. 16-20.
4. Митяшина Т.В., Стародумова Е.В. Костер безостый. – Киров.Волго-Вятское книжное издательство Кировское отделение, 1987. 77 с.
5. Андреев Н.Г., Савицкая В.А. Костер безостый. – М., Колос, 1988. С. 87-89.
6. Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое обследование земель. М.: Сельхозгид, 1938. С. 114-122.

УДК 631.47

СТРАТИГРАФИЯ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ И ПРИЧИНА ВТОРИЧНОГО ЗАБОЛАЧИВАНИЯ ЯХРОМСКОЙ ДОЛИНЫ

Позднякова А.Д.[1], к.б.н., **Поздняков Л.А.[1,2] ,** к.б.н.

[1]ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г.Тверь, Россия

[2] Факультет почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова, г.Москва, Россия

При изучении торфяников необходимо уделять должное внимание внутренним и внешним факторам развития болот, последовательной смене растительности, зависящей от водного и геохимического режимов территории. Каждой фазе развития болота соответствует и отложение того или иного типа и вида торфа (сфагновый, гипновый, осоковый, тростниковый, древесный (лесной) и др.). Торф различных видов, напластовываясь один на другой слоями различной мощности, образуют торфяную залежь.

Характер строения торфяной залежи существенно влияет на водный, питательный и тепловой режимы торфяной почвы образованной после мелиорации торфяного болота.

Торфяные залежи долины реки Яхромы развивались в сложных гидрогеологических условиях. Сюда относятся: глубокое залегание долины (разница в высотных отметках между наиболее высоким коренным массивом с востока и юго-востока долины и поверхностью поймы составляет до 100 м), выклинивание грунтовых вод из нескольких горизонтов коренных пород (напорных из верхнекарбоновых известняков, доломитов и мергелей, жестких, со статистическим уровнем выше поверхности поймы; а также из меловых ожелезненных песков с фосфоритами) и из четвертичных водоносных предледниковых, меж- и послеледниковых горизонтов. Большое влияние на характер залежей оказала аллювиальная деятельность реки Яхромы, а также ее дренирующая роль. Сказалось и наличие в долине древних озер.

В результате получилась сложная система отложений, где чистый торф перекрывается илистыми прослойками, минеральными включениями извести, вивианита, озерными отложениямии т. д.

Исследования и наблюдения за состоянием Яхромской долины ведутся с начала прошлого века. За это время низинные торфяные почвы после мелиоративных работ постепенно превратилось в торфоземы (*Drainic Histosols*) – широко используемые в сельскохозяйственном производстве.

Исследования Центральной торфоболотной опытной станции (ЦТБОС) выявили ряд факторов, влияющих на стратиграфию исследуемой территории: режим грунтовых вод, намывы с водоразделов, аллювиальные и делювиальные наносы, смена растительных сообществ, изменения климатических условий и др. Дальнейшие исследования продолжаются в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), в состав которого вошла ЦТБОС в 2003 году.

Материал и методы исследования

Исследования проводились на территории опытного участка "Ближний", расположенного в долине реки Яхрома (Верхневолжская низменность).

Яхрома берет свое начало на склонах Клинско-Дмитровской гряды. К северо-западу от г. Дмитрова река попадает в обширную древнюю заторфованную озерную котловину с мощностью торфяной залежи до 14 метров. Ширина ее достигает 8 км, а протяженность – 41 км. Хотя эту часть долины принято называть «Яхромской поймой», река не принимала участия в ее заболачивании, а, напротив, оказывает дренирующий эффект. Истинной причиной заболачивания являются грунтовые воды, выклинивающиеся на краях долины – из-за чего они и после осушения являются наиболее влажными [1, 3].

В целом долина отвечает классическому делению на три части. Притеррасная часть насыщена грунтовыми водами и изначально была сложена слабо разложившимися травяными и осоково-гипновыми торфами с прослойками делювия и включениями железа и карбонатов, принесенных грунтовыми водами. В центральной части преобладают древесные торфа, наиболее богатые органическим веществом. В прирусловой части торф в значительной степени перемешан с аллювием и имеет наиболее кислую реакцию.

Участок №I «Ближний» охватывает все три части долины, которая здесь еще достаточно узкая. В настоящее время он сильно различается и по типу землепользования – здесь есть пахотные земли, выведенная из оборота залежь, находящиеся под разнотравной растительностью и использовавшиеся ранее под пастбище участки, а также эталонный, никогда не вовлекавшийся в сельскохозяйственную практику участок под лесом.

Применение современных методов исследования, таких как геоинформационные системы (ГИС), позволяет проанализировать строение торфяной залежи, провести мониторинг изменения тех или иных свойств в пространстве и во времени. Среди множества программ, входящих в ГИС-технологии наиболее популярна программа Surfer. Она предназначена для графической

интерпретации числовых наборов данных и их некоторой обработки. В данной работе картирование осуществлялось программой Surfer 13 с использованием гриддинг-метода Kriging.

Результаты и обсуждение

Освоение Яхромской долины началось на участке вблизи деревни Кончинино (сейчас это стационар «Ближний» ФГБНУ ВНИИМЗ). В 1906 году был прорыт первый нагорный канал для перехвата выклинивающихся вод из-под надпойменной террасы и проложена Кончининская гать, вдоль которой были заложены первые опытные делянки для выращивания сельскохозяйственных культур (рис. 1).

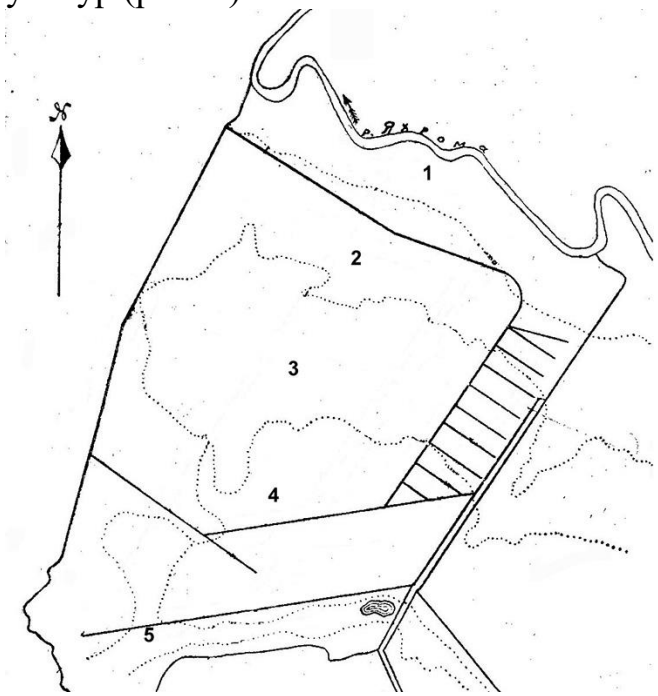


Рис. 1. Торфяные болота участка «Ближний» в начале освоения:
1 – прирусловый вал, 2 – луговое болото, 3 – кустарниковое болото,
4 – моховое болото, 5- ключевое болото [2]

Исходные виды болот определили особенности низинных торфяных почв, их вид по ботаническому составу растений торфообразователей, а также пути их трансформации в процессе освоения. Так на месте ключевого болота сформировались древесно-тростниковые, древесно-осоковые торфяники кое-где с примесью карбонатов. На месте мохового болота сформировались в основном гипновые и осоково-гипновые торфа так же с примесью известковых отложений. Под кустарниковоым болотом образовались древесные (ольха, береза, сосна, ель) низинные торфа с небольшими включениями папоротника, белокрыльника, тростника и других растений. И, наконец, в прирусловой части участка «Ближний» имеем сложное строение профиля

с прослойками погребенного аллювия. В верхней части профиля преобладает разнотравно-древесный торф, а внизу отложился сапропель известковый и илистые отложения с примесью торфа и песка.

Подразделение торфяных залежей Яхромской долины по ботаническому составу растений торфообразователей можно произвести следующим образом (рис. 2):

1. Лесные и сложные залежи прирусловой части поймы.

2. Древесные, осоково-древесные и топяно-лесные залежи центральной части поймы.

3. Топяные (преимущественно осоковые и осоково-гипновые) залежи притеррасной части поймы с отложениями извести и нормальнозольными торфами.

4. Лесные и лесотопяные залежи склонов выше дна реки на несколько метров.

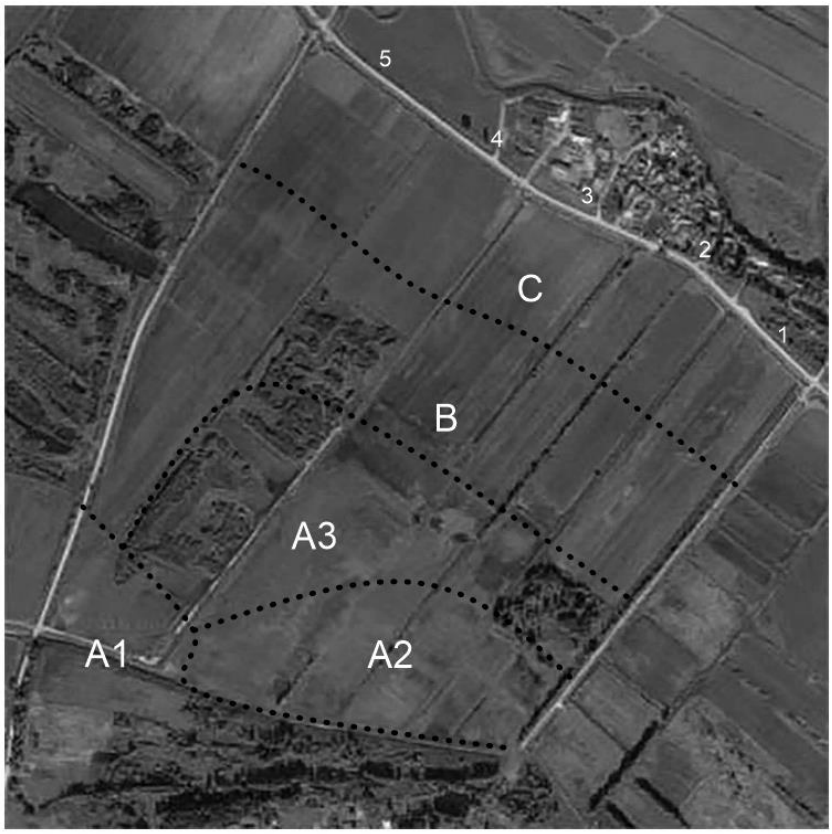


Рис. 2. Стратиграфические участки стационара "Ближний": Притеррасная часть (контуры А1 – древесно-тросниковые и древесные залежи склонов с минеральным наносом, А2 – осоковые и осоково-гипновые залежи с включениями извести, А3 – древесно-осоковые и осоково-гипновые залежи); центральная часть (контур В – древесные и осоково-древесные залежи); прирусловая часть (контур С – древесные залежи с минеральным наносом и погребенным аллювием).

После мелиоративных работ из низинных торфяных почв образовались торфоземы (по классификации почв 2004 г. [4]) или *Drainic Histosols* (по международной классификации WRB [5]).

В притеррасной части поймы водоносные пески оказываются заключенными между нижележащими коренными темными глинами и покрывающими озерными отложениями. Таким образом, под Кончининским склоном водоносный горизонт пережимается и происходит местное усиление напора. Благодаря последнему воды нашли себе выход через сравнительно слабо-водоупорный покров песчанистой морены и выбивают в виде ключей, образуя родниковое (ключевое) болото в основании склона. Указанные естественные напорные ключи, выводящие воду коренного аптского горизонта наружу, распространяющуюся здесь в болотных торфяных отложениях поверх водоупорных озерных глин, и служат, очевидно, главным фактором заболачивания Яхромской долины.

Геологическими исследованиями установлено, что в центральной части долины (поймы) реки Яхромы торфообразование началось раньше, чем сформировалось современное русло реки, так как под иловатыми речными отложениями в непосредственной близости от русла Яхромы и под ним залегает слой торфа. В русле реки Яхромы имеются глубокие бочаги (углубления), до 12,8 метров от уровня реки, на дне которых выбивают ключи. Это увеличивает эффективность дренирования долины рекой [1].

В начале освоения стационар "Ближний" был сильно переувлажнен, относительная влажность верхнего слоя 25 см колебалась от 75 до 86% (рис. 3А). Особено сильное переувлажнение наблюдалось в притеррасной части (контуры А1-А3), где влажность составляла от 83 до 86%. В прирусловой части в силу дренирующей роли реки Яхрома влажность несколько ниже (контур С).

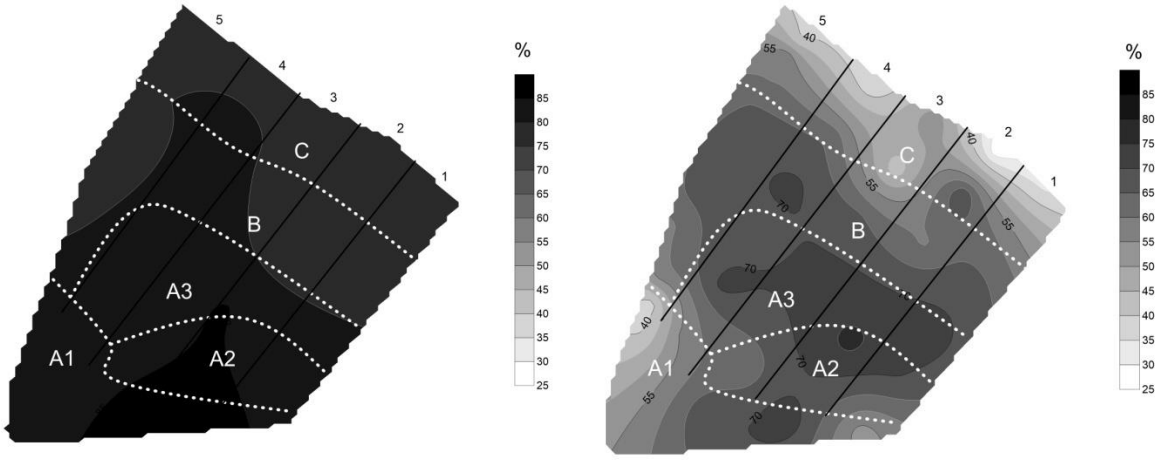
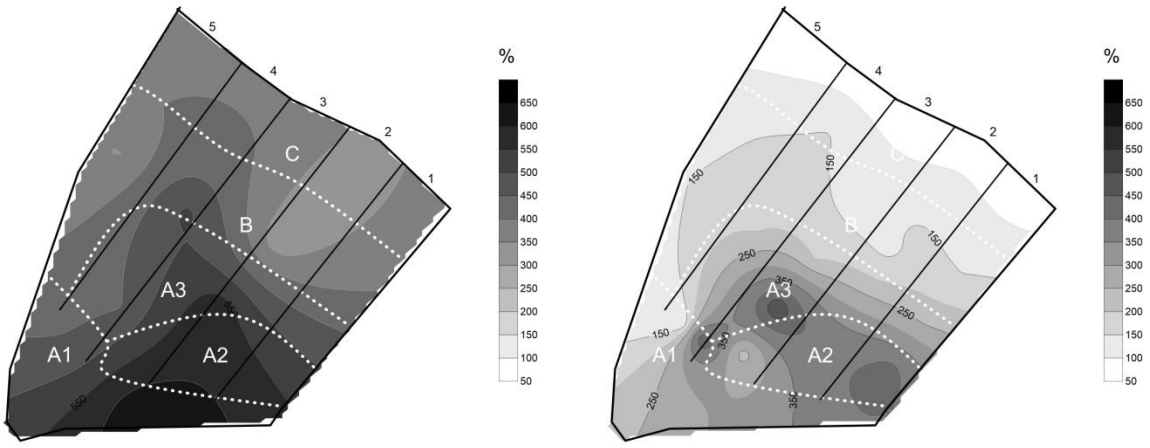


Рис. 3. Распределение относительной влажности в верхнем горизонте на стационаре "Ближний": 1922 г. (А) и после мелиорации – 1966 г. (Б). Контуры А1-А3 – притеррасная часть, контур В – центральная часть, контур С – прирусловая часть

До 1962 года участок был дренирован в основном открытыми каналами. В 1962-63 гг была проведена модернизация мелиоративной сети стационара. На всех кварталах, кроме второго был заложен гончарный дренаж на глубину примерно 1,1 м с расстоянием 30 м на центральной и прирусловой части и через 15 м в притеррасье. На втором квартале заложен дренаж из различных материалов: деревянный (фашинный и желобковый), песчано-битумный и пластмассовый. Первое время после мелиорации ситуация улучшилась. Влажность понизилась до 26-77%, и все кварталы использовались в сельскохозяйственном производстве. Однако на втором квартале с экспериментальным дренажом влажность заметно выше уже через 3 года после мелиорации (рис. 3Б). Со временем ситуация здесь стала еще хуже, и второй квартал был поделен дополнительным открытым каналом посредине. Этот квартал использовался долгое время под травами.

Дренажная система не ремонтировалась со времени ее закладки и в настоящее время плохо функционирует, особенно в притеррасной части. Характер распределения влажности по участку в настоящее время аналогичен распределению влажности в 1922 г. (рис.4).

Из-за высокой влажности притеррасная часть (рис.4, контуры А1-А3) не используются в сельскохозяйственном производстве. Эти участки начинают снова заболачиваться. В прирусловой и центральной части влажность гораздо ниже, чем в 1922 году, и эти участки по-прежнему интенсивно используются для выращивания пропашных культур.



А Б

Рис. 4. Распределение абсолютной влажности в верхнем горизонте на стационаре "Ближний": 1922 г. (А) и в настоящее время (Б).
Контуры А1-А3 – притеррасная часть, контур В – центральная часть, контур С – прирусловая часть

Выводы

Существующая мелиорационная сеть, построенная в 1962-1963 годах на базе предшествующих открытых каналов начала столетия, смогла значительно снизить влажность по всей территории участка «Ближний», в том

числе и на наиболее переувлажненных притеррасных его частях. Проблемы в первые годы наблюдались только на втором квартале с экспериментальными видами дренажа, оказавшимися недостаточно эффективными. Однако в настоящее время в связи с засорением дренажной сети, отсутствием планомерной ее реконструкции и бессистемной прокладкой вместо этого дополнительных открытых канав мелиорационная сеть все хуже справляется со своей задатей. Особенно это заметно на притеррасной части поймы и в отдельных местах на центральной ее части – где наибольшая влажность наблюдалась и в начальные периоды освоения. Все это указывает на то, что источник переувлажнения долины реки Яхрома в настоящее время лежит там же, где и до осушительных работ – в краевых позициях на местах выхода на поверхность напорных грунтовых вод, поступающих с водораздела.

Литература

1. *Добров С.А.* Гидрогеологическое строение района Яхромского болотного опытного поля // Труды Яхромского болотного опытного поля М.: Моск. Обл. упр. По с.-х. опыт. Делу. Изд-во Отд.применения Моск. Обл. с.-х оп. Ст., 1923, выпуск 1, стр. 31-47
2. *Петров И.П.* Болота долины Яхромы. Ботаническое исследование болот долины Яхромы в Дмитровском уезде Московской губернии в 1909 и 1911 годах // Отчет Департаменту земледелия и Дмитровскому уездному земству. – М.: Издание Дмитровского Уездного Земства, 1912. – 320 с
3. *Поздняков А.И., Ковалев Н.Г., Мусекаев Д.А., Поздняков Л.А., Позднякова А.Д., Широкова Е.В., Бородкина Р.А., Шваров А.П.,Дуброва М.С.* Торф и эутрофные торфоземы при длительном сельскохозяйственном использовании. – Тверь: ТвГУ, 2014. 356 с.
4. Классификация почв России 2004 г / Почвенный институт им. В.В. Докучаева: http://soils.narod.ru/
5. Мировая реферативная база почвенных ресурсов 2014 / ФАО и Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2017. 216 с.

УДК 332.3 (256.2) (476)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФЯНИКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Кухарева Ю.А., магистр с.-х. и тех. наук

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь

Торфяники являются важным объектом промышленного и сельскохозяйственного использования. Добыча торфа продолжает вносить существенный вклад в обеспечение энергетической и экономической безопасности Республики Беларусь. В течение последних пяти лет ежегодно добывалось 1,7-3,2 млн. тонн торфа, который используется в основном в энергетике.

Вместе с тем в связи с увеличением антропогенной нагрузки на естественные болотные экологические системы и нерациональным использованием отдельных участков осушенных земель с торфяными почвами отмечаются процессы их деградации.

К настоящему времени в естественном или близком к естественному состоянии сохранилось 863 тыс. га болот, из которых 540 тыс. га находятся в границах особо охраняемых природных территорий, около 323 тыс. га болот соответствуют критериям отнесения к типичным и редким биотопам и нуждаются в установлении режима специальной охраны. Международный статус охраны имеют 314 тыс. га болот [2].

Согласно схеме распределения торфяников по направлениям использования на период до 2030 года, запасы торфа в границах промышленной глубины торфяной залежи по фонду особо ценных видов торфа составляют 43727 тыс. тонн, по разрабатываемому фонду – 302124 тыс. тонн, по земельному фонду, включая выбывшие из промышленной эксплуатации торфяные месторождения – 2135369 тыс. тонн. Торфяная промышленность представлена 25 организациями, осуществляющими добычу и переработку торфа, из которых 19 выпускают топливные брикеты. Кроме того, еще 3 организации производят выпуск машин для торфяной промышленности, а также оборудования и запасных частей к ним. За период промышленной разработки торфяных месторождений для добычи торфа осушено около 300 тыс. га болот, из них 281,5 тыс. га относятся к выбывшим из промышленной эксплуатации торфяным месторождениям, 17,6 тыс. га отведено для добычи.

Традиционным видом продукции на основе торфа являются топливные брикеты, по объемам производства которых Республика Беларусь занимает первое место в мире (в течение последних пяти лет производилось от 0,82 до 1,36 млн. тонн топливных брикетов ежегодно). Топливные брикеты используются коммунально-бытовыми потребителями, значительная их часть (от 200 до 450 тыс. тонн в год) экспортируется в страны Европейского союза. Также ежегодно производится около 100 тыс. тонн (около 500 тыс. куб. метров) торфа верхового кипованного (в основном поставляется на экспорт), кускового торфа в количестве 10-15 тыс. тонн (внутренний рынок), 10-20 тыс. тонн торфяных грунтов (преимущественно внутренний рынок). Крупными потребителями торфяного топлива являются Жодинская ТЭЦ, Бобруйская ТЭЦ-1, Речицкая ТЭЦ, Осиповичская мини-ТЭЦ. Дальнейшие добыча и использование торфа будут обусловлены потребностями в продукции глубокой комплексной переработки торфяного сырья, запросами энергетики, коммунального хозяйства, цементной промышленности и сельского хозяйства, а также конъюнктурой международного рынка топлива и торфяных субстратов [2].

В целях повышения продуктивности лесов в 1960-1980-е годы была проведена гидротехническая мелиорация (осушение) 304 тыс. га лесных болот, положительный эффект от которой получен на 43 процентах общей площади осушенных болот. На остальной площади гидролесомелиоративных систем прирост древесины отсутствует или является незначительным. Около 9 процентов осушенных площадей приходится на верховые болота,

на которых отсутствует ощутимый положительный эффект повышения продуктивности лесов за счет осушения. На неэффективно осушенных лесных торфяниках наблюдаются процессы деградации естественных болотных экологических систем, создаются условия повышенной пожароопасности. Для лесохозяйственного использования юридическим лицам, ведущим лесное хозяйство, передано 103 тыс. га выработанных площадей торфяных месторождений. С 2010 по 2014 год списано гидролесомелиоративных систем на общей площади 79,27 тыс. га, которые в экономическом и экологическом отношении являлись неэффективными [1].

В сельском хозяйстве используется 1068,2 тыс. га осушенных земель с торфяными почвами, из них 122,2 тыс. га передано сельскому хозяйству после рекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений. По результатам проведенных почвенных обследований установлено, что на площади 258,8 тыс. га осушенных земель торфяные почвы утратили свои генетические признаки и перешли в категорию антропогенно-преобразованных, из них 190,2 тыс. га – в категорию деградированных торфяных почв (потеря органического вещества – более 50 процентов).

По предварительным данным в сельском хозяйстве используется около 750 тыс. га осушенных земель с торфяными почвами, около 250 тыс. га использовались неэффективно и переведены в другие виды пользования. Около 96 процентов торфяников, осушенных для сельскохозяйственного использования, составляют земли с торфяными почвами низинного типа и 4 процента – земли с торфяными почвами верхового и переходного типов. Более 70 процентов общей площади осушенных земель с торфяными почвами имеют мощность торфяного слоя до 1 метра. На более чем 90 процентах площади осушенных торфяников торфяные почвы подстилаются песками, на остальной площади – супесями и суглинками. Около 30 процентов торфяников, используемых в сельском хозяйстве, относятся к пахотным землям и около 70 процентов – к луговым землям [2].

Таким образом, основными направлениями использования торфяников в Республике Беларусь, являются следующие:

сохранение в естественном состоянии болот, подлежащих особой и (или) специальной охране;

сохранение торфяных месторождений и болот (их участков), включенных в фонд особо ценных видов торфа, и их использование для добычи верхового малоразложившегося торфа и битуминозного торфа для биотермохимической переработки, а также в качестве сырья для лечебных целей;

использование торфяных месторождений (их участков), включенных в разрабатываемый фонд, для промышленной добычи торфа;

использование торфяников, включенных в земельный фонд, для ведения сельского хозяйства, лесного хозяйства и других видов экономической деятельности [3].

В настоящее время Республика Беларусь имеет реальный шанс одновременно с развитием экономики и улучшением благосостояния народа сохранить своё национальное богатство – болота. Это важно не только для

нашей страны, но и для европейского региона, учитывая уникальность и международное значение болотных экосистем для предупреждения изменений климата и сохранения биоразнообразия.

Литература

1. Маслов, Б.С. Мелиорация торфяных болот: Учебник / Б.С. Маслов. – Томск: Издательство Томского государственного педагогического университета, 2006. – 195 с.
2. Национальный доклад о состоянии, использовании и охране земельных ресурсов (по сост. на 1 янв. 2018 г.) / Гос. ком. по имуществу Респ. Беларусь; под ред. Г. И. Кузнецова. – Минск: РУП «БелНИЦзем», 2018. – 184 с.
3. Сулин, М.А. Землеустройство сельскохозяйственных предприятий: учеб. Пособие / М.А. Сулин. – СПб: Лань, 2002. – 224 с.

УДК: 631.445.124, 633.2/.3.03

ПРИЕМЫ ПОВЕРХНОСТНОГО УЛУЧШЕНИЯ ДОЛГОЛЕТНИХ ПАСТБИЩ НА ОСУШЕННОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ

Смирнова А.В., к.с.-х.н.
ФГБУ «Кировская ЛОС», Кировская область, Оричевский район, п. Юбилейный, Россия

В работе изложены экспериментальные данные по изучению различных приемов поверхностного улучшения долголетних пастбищных травостоев, с преобладанием пырея ползучего, расположенных на осушенной торфяной почве. Дан анализ изменений в ботаническом составе травостоя и продуктивности.

Ключевые слова: долголетнее пастбище, запырееный травостой, приемы омоложения, дискование, фрезерование, продуктивность.

Активное развитие животноводческой отрасли требует непрерывного увеличения количества и улучшения качества корма для скота. В летний период основу рациона высокопродуктивных дойных коров составляет пастбищный травостой, поэтому качество зеленой массы, потребляемой животными в поле должно быть высококлассным. Во многом это зависит от травостоя, произрастающего на пастбище [1-3]. Вырождающийся травостой с большим количеством разнотравья и непоедаемых трав, которые ухудшают качество зеленой массы, приводит к снижению надоев у животных в несколько раз. В связи с этим перед сельскохозяйственными предприятиями должна стоять задача сохранения пастбищного травостоя с высокой продуктивностью.

В настоящее время перспективными в плане экономии энергоресурсов являются исследования, направленные на стабилизацию и продление продуктивного долголетия луговых агрофитоценозов за счет максимального использования биологического потенциала травостоя. Для её решения используются традиционные приемы своевременного

ухода за пастбищем: использование порционного стравливание, подкормка травостоя минеральными удобрениями 2 раза за сезон, подкашивание травостоя, оптимизация водно-воздушного и питательного режимов почвы. К кардинальным мерам улучшения качества травостоя относится перезалужение пастбища или его поверхностное улучшение. К основным приемам поверхностного улучшения относятся фрезерование дернины в 1-2 следа на глубину 10-12 см с подсевом злаковых трав, клевера; вспашка в сочетании с дискованием в 1-2 следа или дискование в несколько следов с последующим прикатыванием почвы. Для увеличения срока последействия данных приемов необходимо ежегодное внесение минеральных удобрений [1].

На Кировской лугоболотной опытной станции исследования в этом направлении проводились на долголетнем травостое, используемом бессменно в пастбищном режиме в течение 53 лет.

Объекты, методика и условия исследований.

Залужение пастбища было проведено в 1952 году травосмесью следующего состава: тимофеевка луговая 8 кг, овсяница луговая 6 кг, кострец безостый 10 кг, клевер красный 3 кг. Пастбищный режим предполагал выпас производственного стада в количестве 150 голов крупного рогатого скота черно-пестрой породы с удоем 7000 л молока на 1 голову за лактацию. Нагрузка на 1 га пастбищного травостоя составляла 3,6 головы КРС при четырёх циклах стравливания за сезон.

Перед началом проведения исследований в видовом составе пастбищного травостоя преобладал пырей ползучий 68%, доля мятлика лугового составляла 25%, количество первоначально высеянных на пастбище злаковых трав было незначительном – до 2,0-2,5%, а клевер красный полностью выпал из травостоя. Разнотравье в травостое было представлено 10 видами, преобладали в нём одуванчик лекарственный, тысячелистник обыкновенный и лапчатка гусиная.

Для омоложения травостоя были выбраны следующие приемы обработки почвы с одновременным внесением удобрения: дискование с подсевом клевера $P_{60}K_{120}$, дискование с подсевом злаковых трав $N_{120}P_{60}K_{120}$, фрезерование с подсевом клевера $P_{60}K_{120}$, фрезерование с подсевом злаковых трав $N_{120}P_{60}K_{120}$. В качестве контроля были использованы варианты с нетронутым травостоем и травостоем с внесением минерального удобрения в дозе $N_{120}P_{60}K_{120}$.

Обсуждение результатов.

По результатам четырёх лет исследований установлена отзывчивость культурных злаковых трав на приемы поверхностного улучшения старовозрастного пастбищного травостоя. Простое внесение минеральных удобрений на долголетнем пастбище с преобладанием пырея ползучего ощутимых изменений на ботанический состав травостоя не

оказало. В первый год исследований на вариантах, где было проведено дискование и фрезерование, содержание в травостое пырея ползучего снизилось в 1,5 раза и увеличилось количество мятлика лугового, тимофеевки луговой, лисохвоста лугового и овсяницы луговой.

Клевер красный оказался более отзывчив на прием дискования дернины, чем на фрезероваие. При фрезеровании с подсевом клевера красного $P_{60}K_{120}$ содержание клевера в травостое в первый год было всего 4%, на второй год его количество резко снизилось до 0,9%, на третий год он наблюдался только в единичном количестве. Прием дискование с подсевом клевера красного был более эффективным. Содержание клевера в первый год омоложения травостоя насчитывалось до 8%, к третьему году его количество снизилось до 1,2%. По питательности травостоя данный вариант так же был несколько лучше варианта с фрезерованием дернины и подсевом клевера. Содержание валовой энергии, в среднем за сезон, при дисковании 18,75 МДж в 1 кг СВ, при фрезеровании 17,70 МДж в 1 кг СВ, обменной энергии 10,67 и 10,48 МДж в 1 кг СВ соответственно.

На варианте, где применялось дискование с подсевом клевера белого $P_{60}K_{120}$, его содержание в видовом составе уже в первый год составило 10%, полноценно в травостое он продержался 3 года, на четвертый год выпал почти полностью. Питательность травостоя на данном варианте была выше, чем на контроле и на других вариантах с подсевом клевера красного. В зависимости от цикла стравливания сбор обменной энергии был на уровне 11,2-11,6 МДж в 1 кг СВ, кормовых единиц 0,84-1,08 в 1 кг СВ, переваримого протеина 190-226 г. в 1 кг СВ,

Более продолжительный эффект был отмечен при подсеве злаковых трав, чем бобовых: количество подсеваемых трав на пастбище (тимофеевка и овсяница луговые) уже в первый год увеличилось до 10-12%, в последующие годы их количество возрастало. На четвертый год наблюдений зафиксировано, что в пастбищном травостое корневищный злак пырей ползучий снова начал вытеснять культурные злаковые травы, оставаясь доминирующей культурой в видовом составе. Существенной разницы между механическими приемами омоложения: дискование и фрезерование дернины долголетнего культурного пастбища не зафиксировано. За период исследований питательная ценность травостоя на данных вариантах незначительно снизилась к четвертому году исследований, но осталась на уровне требований к травостою 1 класса.

Поедаемость трав на вариантах с омоложением с первого года проведения наблюдений увеличивалась по сравнению с контрольным вариантом нетронутым травостоем, где преобладал пырей ползучий. В первый год поедаемость была на уровне 75-85%, во второй и третий года доходила до 99%

на варианте с фрезерованием травостоя и подсевом клевера, при этом в контроле данный показатель не превышал 75%.

В связи с механической обработкой дернины в первый год проведения опыта на пастбищном травостое было проведено только три цикла стравливания. Урожайность на всех вариантах была на уровне контроля. Во второй и третий годы исследований урожайность травостоя за пастбищный сезон на вариантах, где применялись приемы омоложения, оказалась в 2 раза выше (62-77ц/га СВ), чем в контрольном травостое; на четвертый год пользования разница в урожайности снизилась: в контроле – 41,1 ц/га, на вариантах с дискованием – 50,3 ц/га, а там, где применялся прием фрезерования – 55,6 ц/га. Максимальный сбор урожая в кормовых единицах к четвертому году исследований зафиксирован на вариантах с дискованием травостоя и подсевом бобовых и злаковых трав – 6326 и 6294, тогда как на контрольном варианте этот показатель составлял 3558 кормовых единиц.

Выводы.

Приёмы омоложения долголетнего пастбищного травостоя с преобладанием в видовом составе травостоя пырея ползучего при помощи дискования и фрезерования, подсева злаковых и бобовых трав с внесением различных доз минеральных удобрений в течение последующих четырех лет стабильно приводят к увеличению урожайности пастбищного травостоя. В дальнейшем корневищный злак пырей ползучий начинает снова доминировать в травостое как более устойчивый в условиях постоянного выпаса скота. Однако и в этих условиях возможно сохранение урожайности травостоя на уровне 50-60ц/га, при поедаеемости 75-80%, при ежегодном использовании минеральных удобрений и своевременном подкашивании травостоя.

Литература

1. Ковшова В.Н. Низкозатратные приемы поверхностного улучшения старовозрастных пастбищ на абсолютных суходолах // Кормопроизводство, №2. 2011. – С. 13-15.
2. Косолапов В.М., Зотов А.А., Уланов А.Н. Кормопроизводство на торфяных почвах России. М.: ОАО «Дом печати – Вятка», 2009.– 858с.
3. Зотов А.А., Сабитов Г.А., Щукин Н.Н. Сенокосы и пастбища на торфяниках России. М.: из. « Аверс Пресс», 2003. – 435с.

УДК 631.47

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Тумасьева И.Г., к.х.н., доцент
ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, (Сахарово), Россия

Тверская область располагает самыми большими запасами торфа из всех областей Центрального экономического района России и по количе-

ству разведанных месторождений занимает первое место. Торфяные ресурсы области сосредоточены на 2 834 месторождениях, из которых – 980 месторождений, площадью более 10 га, с балансовыми запасами торфа 661 859 тыс. тонн [1]. Месторождения торфа отмечены во всех административных районах области. В настоящее время в лицензионном пользовании находится 10 месторождений с общими запасами торфа 5 933 тыс. тонн. Разработки ведутся на многих болотах. Среди наиболее крупных месторождений можно назвать Оршинский Мох и Васильевский Мох в Калининском районе, Жарковский Мох в Жарковском районе, а также многочисленные месторождения в Вышневолоцком, Андреапольском, Пеновском, Западнодвинском, Весьегонском, Конаковском районах.

Доля торфяных месторождений области составляет 20,5 %. На долю площади торфяных месторождений в промышленной границе залежи приходится уже 37,5 %. Еще существеннее доля запасов торфа – 2 млрд. т (при содержании влаги 40 %), что составляет 43,5 % всех запасов Центрального экономического района. Заболоченность территории Тверской области в среднем составляет 10 % с колебаниями от 1,0 % (Зубцовский, Ржевский районы) до 29 % (Жарковский и Калининский районы) [2].

Торф располагает целым рядом положительных качеств, которые обусловливают его активное применение в сельском хозяйстве. Он отлично удерживает влагу, на протяжении долгого времени сохраняет все питательные вещества (в том числе биологически активные компоненты, повышающие стойкость растений к заболеваниям разного рода), отличается пористой («дышащей») структурой; в то же время он не содержит тяжелых металлов и семян сорняков. Это полезное ископаемое служит естественной средой обитания для бактерий и грибов, расщепляющих органические соединения и перерабатывающих питательные вещества, изначально труднодоступные для растений, в легкоусвояемые. Одним словом, торф значительно повышает плодородие почв.

Виды торфа

В зависимости от условий образования, выделяются три вида торфа [3]:

- верховой (составляющие: багульники, сфагновые растения (белые мхи), пушица и другие малотребовательные к воде и пище растения),
- низинный (из разложившейся осоки, тростника, вейников, хвощей и древесных пород)
- переходный – занимающий промежуточное положение между низинным и верховым (его составляющие – осока, багульник, зеленые и сфагновые мхи и др.).

Верховой торф считают прекрасным исходным материалом для торфяного перегноя. Именно поэтому он активно используется в декоративном цветоводстве. Верховой и переходный торф, в силу большой кислотности,

не применяются в чистом виде как удобрения, но служат отличным субстратом для рассады и выращивания различных тепличных овощей.

Низинный торф идет на изготовление торфо-земляных и песчаных смесей и применяется для мульчирования. При мульчировании поверхность почвы покрывается мульчей (для улучшения свойств и заодно защиты), в роли которой, помимо торфа, могут выступать другие органические (хвоя, ореховая скорлупа, сено, перегной, опилки) и неорганические материалы (галька, гравий).

Особенности применения торфа в земледелии

На удобрения идет только сильно разложившийся (свыше 40 %) торф из низинных болот. Торф, разложившийся на 25-40 %, обычно пускают на компосты, а меньше чем на 25 % – на подстилку для животных.

Низинный торф для удобрений в обязательном порядке проветривается. Промерзший материал легче размельчить и, соответственно, равномернее распределить по участку. Он также быстрее разлагается, делая доступным для растений максимум питательных веществ.

Однако проветривание не подразумевает просушку. Сухой торф плохо удерживает влагу, медленно разлагается, плохо смачивается. Также он неблагоприятно воздействует на песчаные подзолистые почвы, особенно в жару.

Торф при «вживлении» в любой грунт способен на порядок поднять показатели его плодородия. Превосходная влагопроницаемость, насыщенность органическими микроэлементами, высокие антисептические свойства позволяют с уверенностью заявить, что торф – превосходная основа для растений.

Значение торфа для сельского хозяйства определяется рядом веских факторов: он обеспечивает усвоение необходимых растениям питательных веществ, способствуя повышению плодородности почв.

Некоторое время назад опыт использования торфяных удобрений отошел на второй план по причине широкого применения минеральных составов. Последующий спад сельхозпроизводства усугубил проблему. Однако в настоящее время торф снова стал предметом изучения: его уникальные свойства рассматриваются не только в контексте выращивания сельхозкультур, но и как возможное сырье для химических, энергетических и других предприятий. Торф применяется в России все в больших масштабах.

Особенности полезного ископаемого

Источник образования торфа – растительность, растущая на болотах. Её полуразложившиеся остатки при отсутствии кислорода и наличии высокой влажности образуют торфяные отложения.

Условия их появления и состав определяют тип торфа – низинный, верховой или переходный.

В верховом много органических веществ, мало питательных компонентов, повышенная кислотность. Его хорошо использовать в качестве подстилки для домашних животных: таких как коров, овец, лошадей. Она поглощает в де-

сять раз больше влаги, чем весит, и препятствует размножению патогенной микрофлоры. После использования подстилку добавляют в торфяной навоз, что дает ценные органические удобрения, более ценные, чем из обычной соломы.

В низинном торфе, образовавшемся в более низких местах, под действием грунтовых вод накапливается много питательных веществ, а вот органики в нем меньше. Его кислотность нейтральная. Если низинный торф хорошо разложился и имеет темный оттенок, он содержит много гумуса – отличного средства для поддержания высокого плодородия почв и сохранения их структуры. Лучший способ применения такого торфа – делать из него компост. После того, как торфяники осушены, они становятся прекрасной пашней, где можно эффективно выращивать сельскохозяйственные растения.

Способы добычи торфа

Применяется несколько способов добычи торфа [4].

1. Фрезерный. Верхний слой фрезеруется (срезается), затем происходит его ворошение и высушивание. После этого фрезерная крошка валкуется и собирается с помощью специального уборочного комбайна, складируясь в штабели. Такой торф в основном идет на компост и подстилки для скота.
2. Конвейерно-щелевой. Торф вынимается из залежи и сразу прессуется в брикеты. Их высушивают на карте, после чего происходит сбор в бурты.

Рекультивация торфяников

Метод рекультивации определяется тем, какой тип выработки торфа применялся, какова мощность оставшейся залежи, показатели влажности и другие факторы.

Вести сельхозпроизводство с точки зрения экономики выгоднее на фрезерных полях – ровных участках в форме карт, между которыми проходят дренажные каналы. Как правило, оставляется слой торфа в 10-50 сантиметров.

Сначала разработчики торфяники осушают, убирают кустарники, планируют участок, строят дороги.

На втором этапе уже землепользователями проводятся мелиоративные и агротехнические мероприятия. Цель – восстановить плодородие отработанного торфяника, которое очень низко. Вносятся большие объемы удобрений: органических, минеральных, бактериальных и микроудобрений.

Выращивать здесь можно овощи, ягоды, полевые многолетние и однолетние культуры. Можно растить газонные ковры. Если мощность торфа до 30 сантиметров, можно сажать деревья. На впадинах и карьерах обустраивают водоемы, где можно разводить рыбу.

Торф в сельхозпроизводстве

На сельскохозяйственных предприятиях торф используется как:

подстилка для скота, птиц, пушного зверя, обладающая прекрасными характеристиками;

укрытие емкостей, где хранится навозная жижа: он отлично сохраняет аммиачный азот, не давая ему испаряться;

компонент для приготовления компоста.

Компост из торфа с навозом

Такой компост является очень эффективным удобрением для полей, где выращиваются сельскохозяйственные культуры. Добавление торфа снижает потери азота, который содержит навоз. Соединения азота приобретают форму, в которой лучше усваиваются растениями.

Очень важно, чтобы показатели влажности торфа варьировались в пределах 40-65 процентов. Более сухой торф менее эффективен.

Как правило, в компост добавляют одну часть навоза и одну или две части торфа. Лучше всего процесс компостирования идет при 60-65^{0}С. Такой компост обычно готовят, укладывая торф и навоз слоями.

Также производят компост из торфа с навозной жижей и фекалиями, пометом птиц. В каждом случае технология приготовления имеет особенности.

Возрождение торфяной отрасли требует разработки научных основ и совершенных технологий, учитывающих новые экономические условия.

Перспективными направлениями научных исследований в области использования торфа на удобрение являются:

-оценка качества торфяного сырья для производства различных видов удобрений и тепличных грунтов;

-изучение эффективности удобрений на основе торфа;

-оптимизация системы питания растений при использовании торфяных субстратов в малообъемной культуре овощей;

-разработка приемов повышения эффективности компостов и питательных грунтов на основе торфа путем сочетания их с биопрепаратами;

-разработка технологии производства «рассадных таблеток»;

-разработка новых технологий производства и использования гуминовых препаратов [5].

Перспективные объемы использования торфа в сельском хозяйстве составят 15-20 млн. тонн в год. Для увеличения объемов использования торфа на удобрение необходимо совершенствование нормативных документов по его добыче и применению, в т.ч. системы стандартов по требованиям и качеству, и метода анализа торфяных удобрений.

Необходимо внесение изменений в закон No109 ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами», в части порядка регистрации удобрений на основе торфа. Предстоит конкретизировать рекомендации по торфопользованию по регионам страны.

Торфяной фонд России является национальным богатством страны. Поэтому государство и торфопользователи должны заботиться о сохранении природных торфяных ресурсов, их экологически обоснованном и хозяйственно целесообразном использовании. Исходя из этого, необходимо разработать нормативно-правовые документы, учитывающие интересы всех торфопользователей в новых экономических

условиях, необходимы меры финансовой поддержки сельхозтоваропроизводителей по эффективному использованию торфа не только на региональном, но и федеральном уровне.

Для организации добычи торфа для сельского хозяйства и его переработки требуется подготовка и разработка торфоплощадей. Актуальное значение приобретает в сельском хозяйстве страны применение биокомпостов, торфогрунтов, стимуляторов роста и другой продукции глубокой переработки торфа.

В 2012-2015 гг. был создан проект «Повторное заболачивание выработанных торфяных месторождений и исследование произрастания тростника (Phragmites) в Тверской области» [6].

Было произведено искусственное (повторное) заболачивание участков деградированных торфяников, созданы условия для произрастания палюдокультуры тростника (*Phragmites*), разработана технология промышленного выращивания биомассы тростника в Тверской области, произведены пеллеты из сухого тростника и оценено их качество.

В ходе проекта были получены следующие результаты:

• обустроены 4 демонстрационные и учетные площадки произрастания растений тростника в естественных условиях и 3 площадки для изучения произрастания тростника в искусственных условиях;

• выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на формирование биомассы и продуктивность растений тростника в условиях Тверской области;

• потенциальная урожайность тростника составила 11,1 т/га в засушливый год при ежегодной уборке и 20,9 т/га при уборке один раз в два года;

• произведены пеллеты, получен сертификат компании SGS (филиал в г.Санкт-Петербург).

Торф сегодня это и восстановление плодородия почв, это и инновационная составляющая сельскохозяйственного производства, это и источники тепла и энергии на селе, это и рабочие места и снижение социальной напряженности, это и экспортное будущее сельских территорий и улучшение охраны окружающей среды.

Литература

1. https://тверскаяобласть.рф
2. Миронов, В.А. Торфяные ресурсы Тверской области (рациональное использование и охрана) [Текст]: монография / В.А. Миронов, Ю.Н. Женихов, В.И. Суворов, В.В. Панов. Тверь: ТГТУ, 2006. 72 с.
3. https://taxi-pesok.ru/stati/ispolzovanie-torfa-v-zemledelii
4. https://ogorod.ahuman.ru/ispolzovanie-torfa/
5. Результаты и перспективы исследований ГНУ ВНИИОУ по использованию торфа в земледелии А.И. Еськов, С.М. Лукин, Т.Ю. Анисимова/ /Инновационные технологии использования торфа в сельском хозяйстве: Сб. докл. Международной научно-практической конференции. -М.: Россельхозакадемия -ГНУВНИИОУ. -2010. -470 с.
6. http://www.infobio.ru/sites/default/files/shahmatov_k.l.pdf

РАЗДЕЛ IV. Актуальные вопросы кормопроизводства в условиях мелиорации

УДК631.587:633.2/.4(571.1)

ПРОДУКТИВНОСТЬ БОБОВО-МЯТЛИКОВЫХ ТРАВОСМЕСЕЙ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Бойко В.С., д.с.-х.н., с.н.с., **Тимохин А.Ю.,** к.с.-х.н.
ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», Омск, Россия

С момента возникновения травосеяния и по настоящее время многолетние травы чаще возделывают в смеси. У хорошо подобранных многокомпонентных смесей листва располагается в разных ярусах, а корневая система – в различных горизонтах. В итоге такая смесь лучше и полнее использует тепло и свет, питательные вещества и влагу. У нее интенсивнее проходит фотосинтез, а поэтому выше урожай [1, 2]. В качестве компонентов смешанных посевов необходимо подбирать такие культуры, которые предъявляют примерно одинаковые требования к водному режиму почвы и позволяют устанавливать единообразный поливной режим. Следует отметить, что содержание белка в мятликовых компонентах повышается при их совместном выращивании с бобовыми, что объясняется использованием ими части азота, биологически связанного бобовой культурой [3].

Однако создание высокопродуктивного смешанного травостоя, в котором в течение всех лет его использования сохранялся бы в необходимом количестве бобовый компонент, является сложной задачей. Бобовые виды в травосмесях сохраняются лишь первые два-три года, а затем вытесняются из травостоя мятликовыми. Одной из причин является то, что большинство бобовых трав уступают по долголетию мятликовым, уже на 4-5 год жизни они снижают продуктивность, в то время как мятликовые, используя биологический азот, накопленный в почве бобовыми травами, продолжают активно расти и развиваться. Поэтому важен как подбор компонентов, так и способ посева и использования травостоев [4, 5].

Для компенсации указанных недостатков нами был разработан способ посева травосмеси (В.С. Бойко, 2003), позволяющий в течение 4-5 лет жизни травостоя без подкормки азотными удобрениями иметь травостой, не уступающий по продуктивности люцерне, более универсальный в использовании.

Предлагаемый способ осуществлялся следующим образом. Предшественник многолетних трав – два урожая однолетних трав на зеленый корм (горохоовсяная смесь, поукосно рапс яровой). Фосфорные удобрения внесены были перед вспашкой в дозе 250 кг д.в/га в расчете на 5 лет, навоз – в дозах 40 и 80 т/га в соответствующих вариантах также под вспашку. Опыт двухфакторный, включающий три режима влагообеспеченности: без полива, умеренный и усиленный; шесть вариантов удобренности: контроль,

навоз 80 т/га, навоз 40 т/га + N_{30} под укос, N_{30}, N_{60}, N_{60} + мэ (Zn, Mo) под каждый из двух укосов. Посев покровной культуры овса проводили в первой декаде мая широкорядным способом (через 0,45 м). После прикатывания высевался кострец сеялкой СЗТ-3,6А поперек посева покровной культуры (допускается под углом) полосами – два рядка с междурядьями 0,15 м, между ними полоса 0,6 м. Люцерна высевалась одновременно из травяного ящика сплошным посевом с междурядьями 0,15 м. Полив осуществлялся при снижении влажности в первые фазы вегетации растений до 0,80 НВ в слое 0-0,3 м малыми нормами (150м^3/га), далее при снижении влажности до 70-75% от НВ в слоях 0-0,6 и 0-1,0 м нормами 300-450 м^3/га. Уборка покровной культуры проводилась при выбрасывании метелки у овса (I-II декада июля). В конце сентября убиралась отава.

В год формирования травостоя доля люцерны в сумме за два укоса составила 21,8-35,8% в зависимости от варианта увлажнения и удобренности. Максимальной она была на фоне умеренного режима орошения и слабо зависела от варианта удобренности. В последующие годы жизни травостоя максимальной доля люцерны была в варианте без азотных подкормок на фоне орошения – 44,3-48,1%. Наиболее низкой она была в вариантах с дозами N_{60} под каждый укос – 16,0-18,5% на фоне без полива и 21,1-25,2% в поливных вариантах. Орошение и на фоне химизации улучшало ботанический состав травостоя.

Продуктивность люцерно-кострецовой смеси 1-5 гг. жизни, без азотных подкормок и органических удобрений при высокой доле люцерны (не менее 40% на 5-й год жизни) составила в среднем за 5 лет, с учетом покровной культуры в год формирования травостоя 6,22 т/га кормовых единиц, 0,99 т/га переваримого протеина и 81,67 ГДж/га обменной энергии при умеренном режиме орошения и оптимизации питания фосфором (таблица 1).

Таблица 1. Продуктивность люцерно-кострецовой смеси 1-5 гг. ж.

Вариант удобренности	Кормовые единицы, т/га			Переваримый протеин, т/га			Обменная энергия, Гдж/га		
	без полива	умеренный полив	усиленный полив	без полива	умеренный. полив	усиленный полив	без полива	умеренный полив	усиленный полив
Навоз,80 т/га	5,22	6,18	6,36	0,89	0,99	1,10	69,80	85,66	87,42
Навоз, 40 т/га+N_{30+30}	5,12	5,84	6,12	0,88	0,98	1,09	68,60	80,12	82,09
0	5,42	6,22	6,46	0,88	0,99	1,10	75,08	81,67	85,85
N_{60+60} +мэ	5,60	6,00	6,54	1,02	0,99	1,10	71,28	83,53	89,86
N_{60+60}	5,45	6,23	6,36	0,90	1,00	1,13	73,75	90,15	87,22
N_{30+30}	5,12	6,05	6,32	0,78	1,01	1,04	72,91	85,36	85,26
Среднее	5,32	6,09	6,36	0,89	0,99	1,09	71,90	84,42	86,28

Хорошим компонентом бобово-мятликовых травосмесей является козлятник. Как уже отмечалось, по биологии козлятник отличается от большинства бобовых трав значительным долголетием и способностью с возрастом вытеснять из структуры травостоя сорные травы (П.П. Вавилов и др., 1975).

При достаточном увлажнении козлятник в меньшей степени реагирует на повышение содержания подвижного фосфора в почве в сравнении с люцерной (Бойко В.С., 2001). Для изучения отзывчивости козлятника на улучшение условий минерального питаниябыл заложен полевой опыт, схема которого включала фоны обеспеченности почвы фосфором: 0. Средний – 7-8 мг/100 г почвы, I. Повышенный – 14-15 мг/100 г, II,III. Высокий – 16-18 мг/100 г. Поперек этих фонов накладывались варианты с внесением азотных и калийных удобрений: без удобрений (контроль), N_{30+30}, N_{60+60}, K_{60}, $K_{60}N_{30+30}$, $K_{60}N_{60+60}$. Посев травосмеси проводили беспокровно сеялкой СЗТ-3,6 раздельно-рядковым способом, норма высева козлятника – 3,0, костреца – 1,8 млн. всхожих семян/га.

Травосмесь козлятника с кострецом 2-6 гг. жизни не уступала одновидовому травостою козлятника как на контроле, где сбор составил 4,64т/га кормовых единиц, 1,00 т/га переваримого протеина и 56,96 ГДж/га обменной энергии. При оптимизации питания фосфором и минимальных дозах азотных удобрений (N_{30} под каждый укос) для повышения фитоценотической активности костреца, продуктивность составила 6,55 т/га кормовых единиц, 1,28 т/га переваримого протеина и 84,74 ГДж/га обменной энергии (табл. 2).

Таблица 2. Продуктивность смеси козлятника с кострецом 2-6 гг. ж.

Вариант удобренности		Кормовые единицы, т/га				Переваримый протеин, т/га				Обменная энергия, Гдж/га			
		0	I	II	III	0	I	II	III	0	I	II	III
K_{60}	N_{60+60}	6,30	6,25	6,71	6,59	1,38	1,28	1,32	1,23	79,48	80,82	86,89	87,97
	N_{30+30}	6,15	6,15	6,49	6,70	1,30	1,25	1,23	1,27	77,25	79,82	85,18	86,58
	0	6,09	5,94	5,84	6,25	1,27	1,08	1,11	1,22	75,63	77,09	74,70	81,15
0	N_{60+60}	5,00	6,71	6,66	7,10	1,11	1,45	1,35	1,42	62,06	83,16	86,17	91,79
	N_{30+30}	4,62	5,94	6,36	6,55	1,00	1,19	1,24	1,28	56,65	76,91	82,37	84,74
	0	4,64	6,11	6,15	6,48	1,00	1,20	1,20	1,25	56,90	79,47	79,91	83,01
Среднее		5,47	6,18	6,37	6,61	1,18	1,24	1,24	1,28	68,00	79,54	82,54	85,87

Таким образом, люцерно-кострецовая смесь при оптимизации фосфорного питания и влажности почвы обеспечивала сбор кормовых единиц и переваримого протеина в количестве, характерном для люцерны в одновидовом посеве. Однако травосмесь более универсальна в использовании, подходит как для заготовки сенажа, так и сена, идет на зеленый корм, более

устойчива к высокому уровню грунтовых вод и затоплению весной, чем люцерна. Кормовая единица люцерны и люцерно-кострецовой смеси сбалансирована переваримым протеином на одинаково высоком уровне – около 160 г. Это является весомым аргументом для более широкого использования травосмесей в структуре как орошаемого, так и неполивного кормопроизводства.

В условиях орошения для козлятниково-кострецовой травосмеси первостепенное значение имеет оптимизация условий минерального питания. Для этого следует создавать фон с повышенной (14-15 мг/100 г) или высокой (17-18 мг/100 г) обеспеченностью почвы фосфором. На таком фоне урожайность травосмеси достигает 41,85-47,15 т/га зеленой массы, в том числе 8,99-9,39 т/га сухой, при урожайности на контроле соответственно 27,95 и 6,35 т/га. Применение азотных удобрений (N_{30-60}) под каждый укос способствует увеличению доли костреца на этом фоне до 24-41% в первом укосе и до 23-43% во втором укосе.

Литература

1. Гоф В.Ф. Многолетние травы: эффективность способов формирования, приёмов обработки почвы и удобрений на орошаемых землях в Западной Сибири / В.Ф. Гоф, Н.А. Фроленко // Кормовые культуры на орошаемых землях: сб. науч. тр. – Волгоград: Орошение, 1991. - С. 39-46.
2. Степанов А.Ф. Создание и использование многолетних травостоев: монография / А.Ф. Степанов. - Омск: Изд-во ФГОУ ВПО Ом ГАУ, 2006. - 312 с.
3. Филимонов М.С. Кормовые культуры на орошаемых землях / М. С. Филимонов, В. Ф. Мамин. - М. :Россельхозиздат, 1983. - 239 с.
4. Дмитриев В.И. Создание и использование агрофитоценозов многолетних и однолетних кормовых культур /В.И. Дмитриев /РАСХН. Сиб. отд-ние., СибНИИСХ. – Новосибирск, 2008. – 215 с.
5. Бойко В.С. Полевое кормопроизводство на орошаемых черноземах в лесостепи Западной Сибири: монография. ФГБНУ «Омский АНЦ» / В.С. Бойко. – Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2019. - 312 с.

УДК 631.82/631.582

УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР ЗЕРНОТРАВЯНОГО СЕВООБОРОТА

Тюлин В.А. д.с.-х.н., профессор, **Сутягин В.П.** д.с.-х.н, профессор

Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия

Научные исследования в нашей стране и за рубежом за последние 80-90 лет свидетельствуют о том, что удобрение – основной фактор получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур хорошего качества и повышения плодородия почв. Сеяные травостои, созданные на основе рекомендованных полностью завершенных технологий, отличаются лучшей устойчивостью к неблагоприятным условиям, большей отзывчивостью на все приемы ухода и более высокой урожайностью. Многолетние бобово-

злаковые травы при биологизации земледелия имеют разносторонний характер воздействия на почву и продуктивность пашни [2, 4].

С учетом невысокой обеспеченности минеральными удобрениями, в особенности азотными, в настоящее время актуальное значение имеет использование биологического азота за счет создания бобово-злаковых травостоев [5]. Разработаны научные основы конструирования высокоурожайных агрофитоценозов на дерново-подзолистых супесчаных почвах за счет подбора ассортимента растений, доз и соотношений минеральных удобрений, применения гербицидов [1, 6].

Необходимо разработать структуру посевных площадей и севообороты, функционирование которых максимально приближено к естественным фитоценозам. Они должны обеспечивать видовую насыщенность агрофитоценозов за счёт культур и их чередования, смешанных посевов, сортосмены и др. Индикаторами агроэкологического принципа формирования устойчивости являются структура посевных площадей, тип и вид севооборотов, а критериями – продуктивность севооборотов [3].

Цель исследований – определение эффективности уровня агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур зернотравяного севооборота.

Исследования проводили в 2016-2019гг на опытном поле ТГСХА на дерново-среднеподзолистых супесчаных почвах с содержанием гумуса 2,0 – 2,5 %, фосфора 150 – 220 мг/кг, калия 90 – 120 мг/кг почвы, на трех фонах с различным внесением удобрений. Трехфакторный опыт закладывался в четырёх кратной повторности, методом рендомизации повторений и расщеплённых делянок по вариантам, согласно общепризнанным методикам.

Схема опыта: Фактор А. Культуры зернопаротравяного севооборота: 1) овёс с подсевом клевера. 2) клевер 1г.п. (мн. травы), 3) клевер 2г.п. 4) клевер 3г.п..

Фактор Б – удобрения. Варианты нормы внесения минеральных удобрений: 1) Контроль без удобрений (0), 2) Минеральные удобрения – нитроаммофоска – при норме внесения по 24 кг/га N, P_2O_5 и K_2O (N24P24K24), 3) Минеральные удобрения при норме внесения по 48 кг/га N, P_2O_5 и K_2O (N48P48K48).

Минеральные удобрения вносили в равных дозах под все культуры. В качестве минеральных удобрений применяли нитроаммофоску в физическом весе 1,1 ц/га при норме 24 кг/га д.в. и 2,2 ц/га при норме 48 кг/га д.в.

Фактор С – гербициды. Гербицид Агритокс вносили в посевах овса в дозе 1,5 л/га в фазу кущения растений.

Площадь делянки первого порядка (удобрения) составляла 480 $м^2$, второго порядка (гербициды) – 240 $м^2$. Площадь делянки под культурой составляла 984 $м^2$.

Исследования выполнялись на опытном поле Тверской ГСХА. Результаты исследований 2016-2019гг. показали существенное влияние изучаемых факторов на урожайность культур в севообороте с короткой ротацией. В таблице 1 представлены влияния действия и последействия фона питания на урожайность культур.

Таблица 1. Влияние фона питания на урожайность зерна овса и сухой надземной массы клевера, ц/га

Фон	Овёс 2019 г.	2017г. клевер 1 г.п.	2018г. клевер 2г.п.	Среднее по клеверу
О	26,75	36,90	28,30	32,60
N24P24K24	30,40	39,30	34,05	36,68
N48P48K48	31,35	42,00	38,10	40,05

Так, применение удобрений в посевах всех культур способствовало повышению урожайности основной продукции. При применении удобрений в посевах клевера 1-го года пользования прибавка урожайности сухой биомассы меньше, чем в посевах клевера 2-го года пользования.

Известно, что многолетние травы накапливают в почве органическое вещество, которое является источником энергии для развития почвенных микроорганизмов.

Расчёты показывают, что в почву культуры севооборота поставляют количество органического вещества, представленные в таблице 2.

Таблица 2. Поступление сухой биомассы пожнивно-корневых остатков культур, ц/га

Фон	Применение гербицида	Овёс	2017г. клевер 1 г.п.	2018г. клевер 2г.п.	Среднее по клеверу
О	Без гербицида	50,4	82,8	87,0	84,9
	Агритокс	56,6	86,94	82,8	84,9
N24P24K24	Без гербицида	59,2	91,54	103,8	97,7
	Агритокс	62,4	89,24	100,5	94,9
N48P48K484	Без гербицида	58,8	97,75	115,8	106,8
	Агритокс	66,6	95,45	112,8	104,1

Количество поступающих в почву органических веществ может способствовать положительному балансу гумуса.

Применение гербицида в севообороте оказало определённое влияние на урожайность культур зернотравяного севооборота (табл. 3).

Таблица 3. Влияние действия и последействия гербицида на урожайность культур

Применение гербицида	Овёс	2017г. клевер 1 г.п.	2018г. клевер 2г.п.
Без гербицида	28,1	39,4	34,1
Агритокс	30,9	39,4	32,9

В посевах овса проявилось положительное действие гербицида, где прибавка урожая составила 2,8 ц/га. Последействие гербицида в посевах клевера 1-го г.п. не проявилось, а в посевах клевера 2-го г.п. наблюдается отрицательное действие гербицида, хотя в пределах ошибки опыта.

Заключение: применение удобрений в посевах клевера 1-го года пользования прибавка урожайности сухой биомассы меньше, чем в посевах клевера 2-го года пользования на 3,35 ц/га при внесении по 24 кг/га NPK и на 4,7 ц/га при внесении по 48 кг/га NPK; применение агритокса повышает урожайность овса на 2,8 ц/га; положительное последействие агритокса в посевах клевера не выявлено. Органическая масса пожнивно-корневых остатков позволяет получать до 35 ц/га зерна овса.

Литература

1. Кобзин А.Г. Влияние состава травосмесей с участием козлятника восточного и уровня минерального питания на продуктивность агрофитоценозов / А.Г. Кобзин, Н.Н. Иванова, В.А. Тюлин, Д.А. Вагунин // Достижения науки и техники АПК, 2011. - №10. С.25-27
2. Лазарев Н.Н., Тюлин В.А. Создание и использование сеяных сенокосов и пастбищ. Монография / Н.Н. Лазарев, В.А. Тюлин. - М: РГАУ–МСХА, 2019. -184с.
3. Тюлин В.А., Агроэкономическая эффективность природных антропогенных факторов в современных агротехнологиях Тюлин В.А., Сутягин В.П., Комелькова И.С. Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 9-2 (63). С. 113-116.
4. Тюлин В.А. Создание и использование луговых травостоев.- Тверь: Тверская ГСХА, 2018. – 140с.
5. Тюлин В.А. Эффективность приёмов обработки почвы при создании бобово – злаковых травостоев / В.А. Тюлин, А.Г. Кобзин, Н.Н. Амбросимова, Д.А. Вагунин // Кормопроизводство. 2011. № 11. С. 14-16.
6. Тюльдюков В.А. Формирование продуктивности многолетних трав в зависимости от травосмесей, доз и соотношения минеральных удобрений/ В.А. Тюльдюков, В.А. Тюлин// Агрохимия. -1998. -№ 6, С. 60-67.

УДК 631.4

ФОРМИРОВАНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕНОКОСОВ НА ОСУШЕННЫХ ТЯЖЕЛЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ЛАВА-ПРЕГОЛЬСКОЙ НИЗМЕННОСТИ ПРИ ПОВТОРНОМ ВОВЛЕЧЕНИИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ

[1]Анциферова О.А., к.с.-х.н., доцент
[1]Сафонова Д.Н., аспирант
[2]Меркучев А.В., главный агроном
[1]ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», кафедра агропочвоведения и агроэкологии, г. Калининград, Россия
[2]ООО «Калининградская мясная компания», пос. Дубрава, Озерский район, Калининградская область, Россия

Среди преобладающих в Калининградской области дерново-подзолистых почв 81% является полугидроморфными (оглеенными в разной степени) [1]. Почвы тяжелосуглинистого и глинистого гранулометрического состава расположены в пределах озерно-ледниковых равнин в южной и восточной частях региона [2, с. 66]. Почвообразующими породами здесь являются безвалунные иловатые глины кирпично-красной окраски. Большинство глин содержит карбонаты кальция в виде плотных конкреций и порошкообразной массы с глубины 40 – 80 см [3, с. 21].

Лава-Прегольская озерно-ледниковая низменность занимает южную часть Калининградской области. В административном отношении в пределах низменности располагаются Черняховский и Правдинский районы (городские округа). На территории Черняховского района глееватыми и глеевыми являются 81,9 % от общей площади дерново-подзолистых почв, а в Правдинском районе 90,2 % [1, с. 24]. Поэтому почвы здесь повсеместно осушаются.

Осушение глинистых почв начато в XIX в. Немецкие ученые Römmer и Scheffer еще в 1944 г. указывали на необходимость сочетания закрытого дренажа, кротования и сброса поверхностных вод при осушении тяжелых глинистых почв. Основным направлением использования таких почв в немецкий период было формирование долголетних сенокосов и пастбищ [4]. В советский период были разработаны рекомендации по осушению тяжелых почв Калининградской области [5] и началось их освоение под пахотные угодья. После распада СССР в связи с экономическим кризисом в стране большая часть дерново-подзолистых почв тяжелого гранулометрического состава перешла в категорию залежи.

В настоящее время наблюдается подъем земледелия в регионе, что связано с повторным вовлечением в сельскохозяйственный оборот залежных земель и внедрением новых агротехнологий. Почвенно-климатические

условия области благоприятны для развития кормопроизводства. Доля кормовых культур настоящее время составляет около 29 % от общей посевной площади, а многолетних трав – около 23 %. Средняя по области урожайность многолетних трав на зеленый корм и сенаж варьирует от 7,5-8,9 т/га в засушливые годы (2014-2015) до 12,0-13,6 т/га в годы средней и повышенной обеспеченности осадками. Урожай трав на сено составляет 2,1-2,6т/га [6].

В землепользовании ООО «Калининградская мясная компания» имеется около 65 тыс. га сенокосов и пастбищ в Озерском, Гусевском, Черняховском и Неманском районах Калининградской области. Хозяйство специализируется на производстве растительных кормов для мясной породы *Black Angus* крупного рогатого скота.

На тяжелых осушенных дерново-подзолистых почвах Лава-Прегольской низменности (Черняховский район) созданы многолетние сенокосы (5 -6-летний цикл пользования) с расчетом на 2-3 укоса ежегодно. Предшественником являлись залежи возрастом 10-15 лет. После раскорчевки кустарника и древесной поросли проведена подготовка почвы под посев: 1) вспашка на глубину 20 см; 2)дискование в один след тяжелыми боронами Quivogne с шириной захвата 5 м на глубину 10-15 см; 3)дискование в два следа легкими боронами Amazon Catros с шириной захвата 5,2 м на глубину 8-10 см. Перед посевом вносят диаммофоску в дозе 200 кг/га физического веса ($N_{20}P_{52}K_{52}$).

Для посева применяется сложная травосмесь для укосно-пастбищного использования: райграс пастбищный (23%), овсяница луговая (до 13%), ежа сборная (15%), фестулолиум сортотипов овсяницы и райграса (до 22%), клевер ползучий (8%) с участием тимофеевки луговой и овсяницы красной. Норма высева травосмеси 30 кг/га. Посев осуществляется во второй половине лета. Ежегодно перед первым укосом весной в период возобновления вегетации трав проводят подкормку аммонийной селитрой в дозе 150 кг/га (N_{51}).

Научной задачей кормопроизводства является совершенствование технологии выращивания кормовых трав на основе подбора травосмесей в зависимости почвенно-ландшафтных условий. Основные цели в условиях региона – повышение продуктивности и снижение рисков потерь урожая от почвенно-гидрологических факторов.

Изучение урожайности многолетних трав проводилось на ключевом участке «Светаевка» в 11 км от пос. Междуречье Черняховского района Калининградской области, в пределах Лава-Прегольской низменности. Участок осушается закрытым гончарным дренажем и открытыми каналами, в которые выходят коллекторы диаметром 20 см. Расстояние между открытыми каналами около 300 м. Степень нарушенности дренажной сети около 20%. Оголовки коллекторов частично закрыты оползающим с откосов каналов грунтом. Каналы требуют прочистки. Смотровой колодец в удовлетворительном состоянии.

Погодные условия влияют не только на урожайность трав и влагозапасы в почве, но и формируют условия для уборки урожая. Период наблюдений отличался контрастным распределением осадков по месяцам (таблица 1).

Таблица 1. Погодные условия периода исследований
(по данным метеостанции г. Черняховска)

Год	Осадки по месяцам, мм									
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Сумма за год
2017	67	84	16	72	107	62	151	196	59	1001
2018	12	56	48	19	163	73	29	67	28	657
2019	55	0	85	91	74	52	65	Нет данных		

Подготовка почвы и посев травосмеси проведены по вышеописанной схеме в августе 2016 г. Первый укос получен в июне 2017 г. Он составил в среднем с поля 22 т/га зеленой массы, второй в конце июля около 8 т/га. Экстремально сырая осень (406 мм осадков) не позволила получить третий укос. В 2018 г. урожайность первого укоса была 18 т/га. Снижение продуктивности связано с длительным переувлажнением почв в весенний период, формированием участков поверхностного затопления и вымокания трав. Такие ареалы занимают около 10 % на поле, а весной 2018 г. их площадь увеличилась до 15%. Урожайность второго укоса в середине августа была в среднем 6 т/га. Осенние месяцы 2018 г. характеризовались небольшим количеством осадков (табл. 1).

В 2019 г. проведено исследование влияния почвенного покрова на урожайность травосмеси (третий год пользования). В рельефе поля преобладают ровные плоские участки и очень пологие склоны крутизной до 1,5-2^0. В таких условиях сформировалась дерново-подзолистая глееватая тяжелосуглинистая, местами глинистая почва на карбонатных озерно-ледниковых глинах (П^{Дг}т). Слабая степень оглеения в форме ржавых и сизых пятен обнаруживаются уже в гумусовом горизонте мощностью 21 см. Почва профильно-среднеглееватая. Карбонатные новообразования встречаются с 50-60 см. Мощность пласта тяжелой глины около 150 см, глубже тяжелый суглинок, а с 200 см средний суглинок, переходящий в легкий. Грунтовая вода вскрывается на 220 см в весенний период.

В пределах участка выражено вытянутое повышение. Здесь сформировалась дерново-подзолистая слабоглееватая средне- и тяжелосуглинистая почва (П^{Дог} с,т). Признаки оглеения обнаруживаются с глубины 70-80 см. Карбонаты встречаются с 40-60 см. Мощность глинистого пласта 60-90 см. Грунтовая вода в весенний период на глубине 160 см в супесчаной линзе.

Почвы участка имеют средне- или тяжелосуглинистый состав только в гумусовом горизонте мощностью 20-23 см. Глубже залегает глинистый водоупор. Неблагоприятными физическими свойствами таких почв являются с одной стороны поверхностный застой воды в сырые периоды года, а

с другой стороны быстрое иссушение и растрескивание пахотного горизонта в сухие месяцы. Карбонатность пород выступает в качестве благоприятного химического свойства.

Пробные укосы проводили на площадках 1м^2 (срезка под корень, биологический урожай) в четырехкратной повторности на трех элементах рельефа:

1) повышение, П^{Дог} с,т;

2) склоны крутизной до 1,5-2^0 и плоские участки, П^{Дг} т;

3) нижняя часть пологого склона, П^{Дг} т.

Погодные условия весны 2019г. отличались засушливостью. Минеральная подкормка аммонийной селитрой проведена 31 марта. Однако по причине недостаточных влагозапасов в гумусовом горизонте почв отрастание трав происходило очень медленно с апреля и до средины мая. Осадки второй половины мая улучшили положение. К концу первой декады июня травостой достигал высоты 90-100 см. Пробные укосы показали, что максимальная урожайность характерна для участков с повышенным увлажнением (рис.1-2, табл. 2).

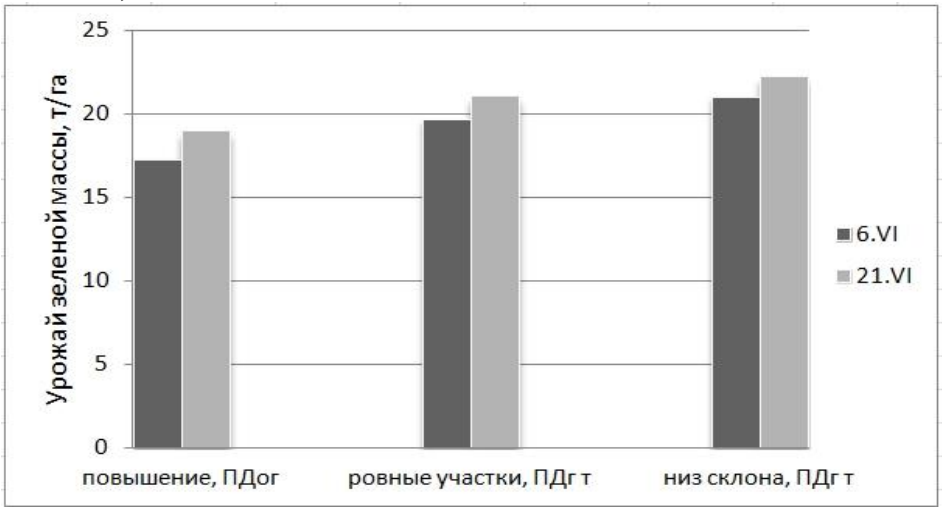


Рис. 1. Прирост урожая зеленой массы

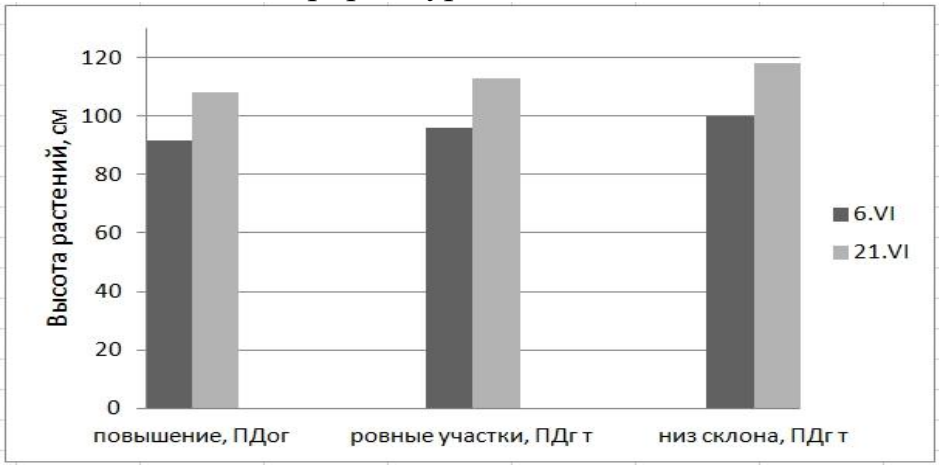


Рис. 2. Прирост высоты растений

С целью изучения потенциала прироста фитомассы от осадков было проведено два укоса: в первой и последней декадах июня. Первый укос проводился в период цветения ежи, а второй проведен в фазу цветения тимофеевки луговой. Между укосами выпало 79 мм осадков. Исследование выявило выраженный прирост высоты травостоя, зеленой и воздушно-сухой массы. Прирост произошел за счет улучшения влагообеспеченности трав, что повысило, в том числе доступность минерального азота. Интенсивно шло нарастание овсяницы луговой, фестулолиума сортотипа овсяницы, но особенно активно тимофеевки луговой.

Таблица 2. Урожай многолетних трав (т/га) в зависимости от почв, рельефа и сроков укоса (воздушно-сухая фитомасса)

Сроки укоса	Почвы и рельеф		
	повышение, $П^{Дог}$ с,т	плоские участки, $П^{Дг}$ т	нижняя часть пологого склона, $П^{Дг}$ т
6 июня	4,02±0,31	4,20±0,21	4,45±0,10
21 июня	5,58±0,28	5,65±0,23	6,13±0,12
Прирост фитомассы	1,56	1,45	1,68

Внутри изученных ареалов коэффициент вариации составил 8-11 %. Максимальной урожайностью и приростом отличался участок в нижней части склона (дерново-подзолистая тяжелосуглинистая профильно-глееватая почва на карбонатной озерно-ледниковой глине). Этот ареал занимает около 15 % площади поля. Травосмесь на преобладающих ровных и слабопологих участках также показала хорошую продуктивность. Урожайность зеленой массы второго укоса составила 21-22 т/га. При этом влажность была меньше, чем первого укоса в среднем на 7 %.

В ботаническом составе травостоя не обнаружено ядовитых растений. Примесь дикорастущих трав составляет около 1 %.

Заключение

Повторное вовлечение в сельскохозяйственный оборот тяжелых осушенных дерново-подзолистых почв Лава-Прегольской низменности путем организации на них сенокосных угодий позволило получать высокие урожаи многолетних трав. Несмотря на колебания погодных условий, подобранная травосмесь демонстрирует урожайность выше среднеобластных значений. Это доказывает высокий потенциал продуктивности изученных почв.

Литература

1. Панасин В.И. Экологическое состояние и плодородие почв Калининградской области. Монография / В.И. Панасин, Е.С. Роньжина, В.В. Долинина и др.; под ред. Е.С. Роньжиной. - Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2014.- 271 с.
2. Географический атлас Калининградской области / гл. ред. В.В. Орленок. – Калининград: Изд-во КГУ; ЦНИТ, 2002. – 276 с.
3. Завалишин А.А. Почвенный покров Калининградской области / А.А. Завалишин, Б.В. Надеждин // Почвы Калининградской области - М.: Изд-во АН СССР, 1961. - С. 5 - 130.

4. Церлинг В.В. Из истории опытного дела на территории Калининградской области / В.В. Церлинг // Агрохимические работы в Калининградской области. – Москва: Изд-во АН СССР, 1959. – С. 7-39.
5. Рекомендации по осушению тяжелых почв закрытым дренажем в Калининградской области / Сост. Н.П. Юрченков. – Калининград, 1987. – 44 с.
6. Посевные площади и валовые сборы в Калининградской области в 2016 г. / А.Г. Шагун, В.Н Грибанова, Г.С. Зиновьева – Калининград: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики, 2017. - 146 с.

УДК 633. 32

СОЗДАНИЕ САМОВОЗОБНОВЛЯЮЩИХСЯ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВОСТОЕВ – ВАЖНЕЙШЕЕ НАПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЗАЦИИ И БИОЛОГИЗАЦИИ ОСУШАЕМЫХ ЛУГОВ

Иванова Н.Н., к.с.-х.н., **Капсамун А.Д.,** д.с.-х.н., **ПавлючикЕ.Н**., к.с.-х.н., **Амбросимова Н.Н.,** м.н.с., **Пантелеева Т.Н.,** н.с.
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Значительное повышение продуктивности осушаемого кормопроизводства достигается при возделывании кормовых культур, обладающих высокими адаптационными свойствами к экстремальным условиям произрастания, дающими не только высокие урожаи высокорентабельных кормов, но и способствующие улучшению плодородия почв.

В луговодстве реализация фактора биологизации проявляется многосторонне, при этом важным аспектом является увеличение продуктивного долголетия сеяных травостоев [2, 3].

По мнению А.А. Кутузовой (2007), создание самовозобновляющихся фитоценозов, сохраняющих высокую продуктивность в течение длительного времени, следует признать новым направлением ресурсосбережения в луговодстве, обеспечивающим экономию капитальных вложений в 10раз и более. Наиболее долголетними являются корневищные, корнеотпрысковые и сталонообразующие виды трав [4].

Для обоснования возможности продления продуктивного долголетия пастбищных травостоев необходимо использование реализации способности травостоев к самовозобновлению.

Из многолетних бобовых трав способностью к вегетативному размножению за счет укоренения надземных столонов обладает клевер ползучий, который является основным бобовым компонентом пастбищных травосмесей во многих странах мира [5, 6].

Значение и широкое распространение многолетних злаковых трав обуславливается их высокой урожайностью и питательностью корма, долголе-

тием, зимостойкостью, способностью к вегетативному возобновлению, способностью повышать содержание сырого протеина при использовании в достаточных количествах азотных удобрений или при выращивании в травосмесях с бобовыми травами. Так, долголетие люцерны в травостое гарантирует злаковым травам, растущим бок о бок с бобовыми, потребное количество биологического азота, полную утилизацию накопленного в почве азота, предупреждая утечку его в грунтовые воды, улучшая пищевой режим почвы, позволяя максимально проявляться средообразующей функции многолетних трав в сельскохозяйственных агроэкосистемах [1].

Растения, у которых более высокая способность к образованию новых побегов и более плотной дернины, имеющих более глубокое расположение корневищ, оказываются в более выигрышном положении по сравнению с традиционными сортами, т.к. быстрорастущая дернина способствует разрыхлению верхнего слоя почвы, а периодично отмирающие побеги способствуют улучшенному воздухообмену. Способность к более активному образованию длинных побегов способствует быстрому зарастанию образующихся выпадов растений.

Создание самовозобновляющихся пастбищных травостоев отличается от приемов создания других типов (краткосрочных и долголетних) травостоев и нуждается в дальнейшем углубленном изучении.

Самовозобновление изучаемых трав, включение в состав травосмесей бобовых компонентов, положительное влияние дерново-образовательного процесса позволят повышать почвенное плодородие и сохранять экологическую ситуацию окружающей среды.

Экспериментальные исследования проводятся на опытном участке ФГБНУ ВНИИМЗ на травосмесях с участием новых сортов злаковых и бобовых трав разных биологических групп, обладающих активным вегетативным возобновлением с целью выявления их перспективности для создания самовозобновляющихся пастбищ на осушаемых почвах Нечерноземья. Все запланированные наблюдения, учеты и измерения выполняются с соблюдением требований методик полевого опыта, принятых в кормопроизводстве и земледелии.

Увеличение срока продуктивного долголетия будет достигаться за счет использования биологического потенциала и высокой ценотической активности видов и сортов многолетних трав, обладающих способностью к самовозобновлению, а именно: овсяницы красной *(Festuca rubra L),* полевицы гигантской *(Agrostis gigantea Roth*) и мятлика лугового *(Roa pratensis L),* клевера ползучего *(Trifolium repens L*).

Для того чтобы правильно заложить и в дальнейшем эффективно эксплуатировать сеяное пастбище, необходимо знать и учитывать биологические особенности многолетних трав, их требования к условиям произрастания.

Изучаемые многолетние низовые травы (полевица гигантская, мятлик луговой, овсяница красная) с многочисленными вегетативными укороченными побегами, расположенными в прикорневой зоне, хорошо отрастают после частых скашиваний, устойчивые к вытаптыванию. Они имеют корневища, дающие начало кустящимся побегам и обладают большой экологической пластичностью к окружающим условиям, выносят кратковременные водные дефициты и перегревы.

Опыт заложен 15 июня 2018года на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, осушаемой закрытым гончарным дренажем. Глубина залегания дрен 0,8-1,0 м, расстояние между дренами 38 метров. Опыт включает 12 бобово-злаковых травосмесей различной комбинации. Так как мятлик луговой, полевица гигантская и овсяница красная полного развития достигают на 3-5 год, поэтому для ускорения формирования травостоя и снижения засоренности в травосмесь включили виды трав – временные уплотнители: овсяницу тростниковую, райграс пастбищный, тимофеевку луговую. А для обогащения злаковых трав биологическим азотом бобовые виды – клевер ползучий, люцерну изменчивую и лядвенец рогатый (табл. 1).

Размер делянки 160м², повторение опыта четырёхкратное (48 делянок). Варианты опыта расположены систематически в 2 яруса. Содержание в почве подвижного фосфора (P_2O_5 – 75,4-115,6мг/кг почвы) почва опытного участка среднее и повышенное, обменного калия (K_2O – 87,0-182,9мг/кг почвы) от среднего до высокого. По степени кислотности почва относится к средне- и слабокислой с pH – 4,72-5,29, содержание гумуса – 1,50-3,04%.

Режим использования травостоев – имитация выпаса (трехкратное скашивание). За контроль принят вариант без удобрений.

Предшественник – деградированные природные многолетние травы. Подготовка почвы включала обработку опытного участка (опрыскивание) «Гербитоксом» в дозе 1,2 л/га, при расходе рабочей жидкости 300л на 1га (летом 2017года). Весной 2018года проведены: культурная вспашка, 2-х кратная культивация, сбор камней, дискование и обработка многофункциональным агрегатом КБМ-4,2Н. Обработка почвы на глубину 10-14 см выполняемая комбинированным блочно-модульным агрегатом КБМ-4,2Н, укомплектованным культиватором для сплошной обработки почвы и спиральными катками-комкодробителями, позволяющими не только уплотнять почву, но и хорошо её выравнивать, обеспечивает ресурсосбережение. При использовании агрегата КБМ-4,2Н глыбистость и гребнистость практически отсутствуют, выравненность поверхности поля почти идеальная, что способствует лучшей заделке семян на оптимальную глубину.

Способ посева сплошной рядовой, беспокровный. Посев пастбищных травосмесей осуществлён сеялкой СЗТН-3,6. Нормы высева определены с учётом рекомендаций ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. В конце июля проведено подкашивание сорной растительности на высоком срезе, не затрагивая сеяные травы.

Таблица 1. Видовой состав травосмеси и нормы высева семян трав

№ варианта	Видовой и сортовой состав травосмеси	Норма высева семян, кг/га
1	Полевица гигантская *ВИК 2* + Клевер ползучий *ВИК 70*+ Райграс пастбищный *ВИК 66* + Тимофеевка луговая *Ленинградская 204* + Люцерна изменчивая *Вега 87*	*3+3+8+4+6*
2	Полевица гигантская *ВИК 2* + Клевер ползучий *ВИК 70* + Райграс пастбищный *ВИК 66*+ Тимофеевка луговая *Ленинградская 204* + Лядвенец рогатый *Солнышко*	*3+3+8+4+6*
3	Полевица гигантская *ВИК 2*+ Клевер ползучий *ВИК 70* + Овсяница тростниковая *Лосинка*+ Тимофеевка луговая *Ленинградская 204* + Люцерна изменчивая *Вега 87*	*3+3+8+4+6*
4	Полевица гигантская *ВИК 2*+ Клевер ползучий *ВИК 70*+ Овсяница тростниковая *Лосинка*+ Тимофеевка луговая *Ленинградская 204*+ Лядвенец рогатый *Солнышко*	*3+3+8+4+6*
5	Мятлик луговой *Балин* + Клевер ползучий *ВИК 70* + Райграс пастбищный *ВИК 66*+Тимофеевка луговая *Ленинградская 204*+Люцерна изменчивая *Вега 87*	*3+3+8+4+6*
6	Мятлик луговой *Балин*+ Клевер ползучий *ВИК 70* + Райграс пастбищный *ВИК 66*+ Тимофеевка луговая *Ленинградская 204*+ Лядвенец рогатый *Солнышко*	*3+3+8+4+6*
7	Мятлик луговой *Балин*+ Клевер ползучий *ВИК 70* + Овсяница тростниковая *Лосинка* + Тимофеевка луговая *Ленинградская 204*+ Люцерна изменчивая *Вега 87*	*3+3+8+4+6*
8	Мятлик луговой *Балин*+ Клевер ползучий *ВИК 70*+ Овсяница тростниковая *Лосинка*+ Тимофеевка луговая *Ленинградская 204*+ Лядвенец рогатый *Солнышко*	*3+3+8+4+6*
9	Овсяница красная *Максима* + Клевер ползучий *ВИК 70* + Райграс пастбищный *ВИК 66*+ Тимофеевка луговая *Ленинградская 204*+ Люцерна изменчивая *Вега 87*	*3+3+8+4+6*
10	Овсяница красная *Максима*+ Клевер ползучий *ВИК 70* + Райграс пастбищный *ВИК 66* + Тимофеевка луговая *Ленинградская 204*+ Лядвенец рогатый *Солнышко*	*3+3+8+4+6*
11	Овсяница красная *Максима*+ Клевер ползучий *ВИК 70* + Овсяница тростниковая *Лосинка*+ Тимофеевка луговая *Ленинградская 204*+ Люцерна изменчивая *Вега 87*	*3+3+8+4+6*
12	Овсяница красная *Максима*+ Клевер ползучий *ВИК 70*+ Овсяница тростниковая *Лосинка*+ Тимофеевка луговая *Ленинградская 204*+ Лядвенец рогатый *Солнышко*	*3+3+8+4+6*

Формирование полноценного высокоурожайного травостоя зависит от получения дружных всходов. Начало всходов отметили 22 июня у полевицы гигантской, 24 июня – у овсяницы красной, 25 июня – у мятлика лугового (соответственно через 7, 9, 10 дней после посева). Быстрота всходов с колебаниями 2-5 дней зависела от видовых особенностей трав и обеспеченности почвы влагой. Полные всходы отмечены 27 июня.

Изучаемые многолетние травы после всходов росли медленно, чувствовалось угнетение их от нехватки влаги в почве. Рост злаковых трав ускорился в фазу кущения. Райграс пастбищный вступил в фазу кущения раньше, чем овсяница тростниковая. Овсяница красная начала кустится на 12-15 дней позже других злаков.

Наблюдения за линейным ростом изучаемых трав в зависимости от состава травосмесей в опыте показали, что растения полевицы, мятлика и овсяницы красной отрастали медленно. Высота растений 1-го года жизни, на момент ухода, в зиму составляла 7-12см

Одним из важнейших условий, определяющих продуктивность посевов, является оптимальная густота стояния растений в фазу всходов (табл.2). Показатель густоты стояния растений является важнейшим фактором формирования урожая. В загущенных и изреженных посевах наблюдается недобор урожая недобор урожая по сравнению с оптимальной густотой. Она является одним из основных показателей структуры урожая. Густота стояния растений – определяющий показатель процесса задернения.

Полевая всхожесть трав в опыте составила от 45,2 до 47,5 % у овсяницы красной, от 45,2 до 47,0% – у полевицы гигантской и от 47,1 до 49,3% – у мятлика лугового. Сохранность растений перед уходом в зиму находилась в пределах 89,7-95,9 %. Показатель выживаемости растений, как и полевая всхожесть, в большей степени зависел от погодных условий в период вегетации трав. Наибольший уровень выживаемости растений наблюдался у растений овсяницы красной Максима.

Таблица 2. Густота стеблестоя (в расчете на 1м^2) и выживаемость растений, %, низовых злаковых трав 1-го года жизни, 2018г

Вариант	Высеяно семян, шт/м2	Густота всходов, шт/м^2	Полевая всхожесть, %	Густота стояния растений перед уходом в зиму, щт/м^2	Сохранность, %	Выживаемость, %
Полевица гигантская	2000	940	47,0	902	95,9	45,1
Мятлик луговой	1200	591	49,3	564	95,4	47,0
Овсяница красная	1200	570	47,5	519	91,1	43,3
Клевер ползучий	435	175	40,2	157	89,7	36,1

Для практических целей большое значение имеют морфометрические показатели, такие как число вегетативных побегов, которое дает наиболее полное представление о потенциальных возможностях вида при его многократном использовании в период вегетации на протяжении ряда лет.

Перед уходом в зиму в фазе кущения овсяница красная – 3-5, мятлик луговой – 3-0 и полевица гигантская – 3-4 имели укороченных вегетативных побега. Продуктивность побега является показателем, отражающим влияние условий использования на возможность быстрого восстановления травостоев после многократного и длительного пользования.

Таким образом, при создании долголетних самовозобновляющихся травостоев целесообразно в состав высеваемой травосмеси включать продуктивные сорта низовых злаков, участие которых в дальнейшем поддерживается за счет вегетативного возобновления. Чем больше у растений вегетативных побегов, тем лучше они отрастают после стравливания и скашивания. Благодаря вегетативному размножению растения увеличивают свою численность и расширяют занимаемую площадь.

Реализация потенциальной продуктивности многолетних трав во многом зависит от наличия сортов, обладающих высокой экологической устойчивостью, способных полнее использовать биоклиматический потенциал мелиорированных агроландшафтов.

Литература

1. Адаптивная система селекции кормовых растений (Биогеоценотический подход) Под редакцией члена-корреспондента РАСХН З.Ш. Шамсутдинова
2. Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Иванова Н.Н. Многолетние бобовые травы на осушаемых землях Нечерноземья 6 монография. – Тверь: Твер. Гос. ун-т., 2018. – 178с.
3. Косолапов В.М. Направление селекции кормовых трав в России / В.М. Косолапов, С.В. Пилипко. С.И. Костенко //Достижения науки и техники АПК. – 2015. - №4. – С.35-37.
4. Кутузова А.А. Перспективные энергосберегающие технологии в луговодстве 21-го века /Кутузова //Кормопроизводство: проблемы и пути решения: сб. науч. тр. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – С. 31-37.
5. Лазарев Н.Н. Влияние азотных удобрений на урожайность пастбищных травосмесей на основе райграса пастбищного, ежи сборной и клевера ползучего /Н.Н. Лазарев, Т.В. Костикова, А.И. Беленков // Плодородие. – 2016. - №3.- С.24-27.
6. Привалова К.Н. Продуктивность долголетних травостоев с клевером ползучим /К.Н. Привалова //Кормопроизводство. – 2004.-№2. С.5-7.;

УДК 631. 6; 631. 4

ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ БИОКОНВЕРСИИ ОРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В РАЗЛИЧНЫХ ЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЯХ

Карасева О.В., к.с.-х.н.,

Иванов Д.А., чл.-корр. РАН, д.с.-х.н., профессор, **Рублюк М.В.,** к.с.-х.н.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия,

К новым видам органических удобрений относится компост многоцелевого назначения (КМН), разработанный по биотехнологии ФГБНУ ВНИИМЗ. В условиях дефицита удобрений и материальных ресурсов, можно увеличить производство растениеводческой продукции при внесении в почву КМН и адаптивно размещая посевы в агроландшафте. В Нечерноземной зоне, почвы которой отзывчивы на внесение удобрений, возможно получение при применении продуктов биоконверсии, достаточного количества кормов, зерна и других с.х. продуктов. Внесение

КМН способствует увеличению продуктивности культур, которое зависит от погодных, биологических особенностей растений и экологических условий агромикроландшафтов [1]. Разработанные технологические процессы позволяют культивировать в составе новейших биоудобрений и биопрепаратов агрономически полезную микрофлору, участвующую в качестве катализатора почвенно-микробиологических процессов и способствующую достижению высокого уровня продуктивности сельскохозяйственных культур [2].

Целью нашей работы является анализ данных мониторинга урожайности многолетних трав в различных ландшафтных условиях моренной гряды в условиях разного агрофона.

Вопросы применения КМН в агроландшафте конечно-моренной гряды изучались на агроэкологической трансекте стационара ФГБНУ ВНИИМЗ. Трансекта состоит из параллельных полос-полей, ширина каждого поля 7,2 м, длина 1300 м, площадь около 1 га с однотипным применением в них всех технологических операций. Холм состоит из межхолмных депрессий (северной и южной), южного склона крутизной 3-5°, плоской вершины и северного склона крутизной 2-3°. Почвенный покров представлен дерново-подзолистыми глееватыми и глеевыми почвами на двучленных отложениях различной мощности. Южный склон характеризуется господством песчаных и супесчаных почв, а на северном – преобладают их легкосуглинистые разности. Почвы агроэкологического стационара осушены регулярным гончарным дренажем с междренным расстоянием от 20 до 40 м. Технологические воздействия на культурах однотипны. Измерения показателей продуктивности посевов или параметров ландшафтной среды проводились в точках опробования, регулярно расположенных вдоль трансекты через каждые 40 м.

Трансекта пересекает все основные микроландшафтные позиции: транзитно-аккумулятивные (Т-А) агромикроландшафты (АМЛ) межхолмных депрессий и нижних частей склонов, в которых преобладает аккумуляция питательных веществ из грунтовых и намывных вод; транзитные (Т) местоположения центральных частей склонов, характеризующиеся боковым током влаги; элювиально-транзитные (Э-Т) позиции верхних частей склонов, где, наряду с боковым током влаги, наблюдается вертикальное промывание почвенного профиля и элювиально-аккумулятивные (Э-А) АМЛ плоской вершины, где происходит, как вертикальный, так и нисходящий ток влаги, так и ее локальная аккумуляция в микропонижениях.

В пределах трансекты на контрольном поле удобрения не применялись. На тестовой полосе в 2013 году однократно внесено в дозе 12 т/га КМН, в массе которого в пересчете на действующее вещество содержится 300 кг азота, 180 кг фосфора и 120 кг калия. Это положительно сказалось на продуктивности культур севооборота: яровая пшеница – яровой рапс (сидерат) озимая рожь – овес + мн. травы – мн. травы 1 – 3 г.п. Многолетние

травы, формируя большую массу корней, оказывают благотворное влияние на почвенное плодородие, обладают хорошими адаптивными свойствами, имеют почвозащитное и средообразующее значение. Они являются одним из резервов сохранения и повышения плодородия почв за счет пополнения запасов органического вещества с поступающими в почву корневыми, пожнивными остатками, с опадом, потерями при уборке урожая и т.п. Срок использования сеяных многолетних трав должен быть максимальным, в нашем опыте – до трех лет.

Условия вегетационного периода 2019 года были неблагоприятны для сеяных многолетних трав. Урожай был низкий на всех разновозрастных травостоях из-за малого количества выпавших осадков. Нами отмечены общие тенденции пространственной изменчивости продуктивности многолетних трав 3 г.п. в обоих полях опыта. На нижних и средних частях южного склона на контроле и на тестовом поле с КМН наблюдается низкая урожайность сена и повышение ее в их северных аналогах. На плоской вершине на почвах с элювиальными процессами урожайность так же выше среднего на 27.0 и 36,9 %. Исследования показали наличие последействия КМН на травах 3.г.п. Урожайность сена на контроле составила 0,493 т/га, а на тестовом поле – 0,725 т/га (НСР = 0,0,5).

Влияние на продукционный процесс ландшафтных и антропогенных факторов определялось трехфакторным дисперсионным анализом урожайности сена, где фактором А является экспозиция склонов (северная и южная), фактор В – условия агромикроландшафтов (Э-А на вершине, Э-Т на верхних частях склонов, Т – середина склона, Т-А – нижняя треть склона), фактор С –особенности почвенного покрова (глеевые и глееватые почвы), Дисперсионный анализ выявил существенную разницу в урожайности травостоя по склонам на контрольном поле, в то время как микроландшафтные и почвенные условия достоверно на урожайность сена не повлияли. На тестовом поле отмечены достоверные колебания урожая по склонам (фактор А), по вариантам АМЛ (фактор В) и по почвам (фактор С) (табл. 1). Максимальная прибавка урожая от КМН наблюдается в транзитных АМЛ обоих склонов и элювиально-аккумулятивном вариантах.

Важным показателем сохранности и кормовой ценности смешанного травостоя является его видовой состав. На 3 год пользования доля клевера была достаточно высока – в среднем в обоих полях она составляла 24,9 и 25,8 %. Наиболее ценные по ботаническому составу травостои сформировались на контрольном поле на вариантах с элювиальными процессами, где доля бобового компонента в сене составила 33,3-46,4 %, а в тестовом поле это вариант элювиально-аккумулятивного АМЛ (49,0 %). В транзитно-аккумулятивных и транзитных вариантах южного склона обоих полей отмечено полное выпадение клевера на третий год сенокосного использования травостоя (табл. 2).

Таблица 1. Влияние агроландшафтных условий и последействия КМН на урожайность сена многолетних трав 3 г.п., 2019 г. (т/га)

Вариант АМЛ	Урожайность многолетних трав 3 г.п.				± к контролю
	Контроль		Тестовое поле (с КМН)		
	т/га	% от среднего	т/га	% от среднего	
Т-Аю	0,282	57,2	0,203	28,0	- 0,079
Тю	0,304	61,7	0,630	86,9	+0,326
Э-Тю	0,552	112,0	0,762	105,1	+0,210
Э-А	0,626	127,0	0,992	136,9	+0,366
Э-Тс	0,412	83,6	0,491	67,8	+0,079
Тс	0,596	120,9	1,121	154,7	+0,525
Т-Ас	0,682	138,4	0,877	121,0	+0,195
Среднее	0,493	100,0	0,725	100,0	+0,232
$Нср_{05}$	0,079		0,082		
Нср А	0,028		0,029		
Нср В	-		0,041		
НсрС	-		0,029		

Проведенный корреляционный анализ выявил тесную связь продуктивности травостоев 3 г.п. с долей бобового компонента на контроле (r = 0,66) и еще более тесная она на тестовом поле с КМН r = 0,75.

Внесение КМН способствует усилению воздействия ландшафтных условий на пространственную вариабельность урожайности, увеличивается влияние природных факторов на продуктивность травостоя. Максимальная прибавка от КМН наблюдается в транзитных АМЛ обоих склонов и элювиально-аккумулятивном вариантах.

Таблица 2. Влияние агромикроландшафтных условий и последействия КМН на ботанический состав многолетних трав 3 г.п., 2019 год (%).

Вариант АМЛ	Контроль		Тестовое поле (с КМН)	
	Доля компонента, %		Доля компонента, %	
	Клевер	Тимофеевка	Клевер	Тимофеевка
Т-Аю	0,1	99,9	0,1	99,9
Тю	0,1	99,9	0,1	99,9
Э-Тю	33,3	66,6	28,4	66,7
Э-А	34,5	65,4	49,0	50,9
Э-Тс	46,4	51,1	31,3	65,1
Тс	31,0	61,2	35,9	61,8
Т-Ас	28,9	66,0	35,8	62,3
Среднее	24,9	72,9	25,8	72,4

В составе микробоценоза КМН – большое количество микроорганизмов аэробной ориентации, что связано с особенностями процесса получения этого удобрения. Естественно, что при попадании в почву аэробные микроорганизмы

КМН запускают в ней процессы ускоренной минерализации органики, способствуя накоплению доступной для растений, почвенной микрофлоры и мезофауны, элементов питания и физиологически активных веществ [3].

Литература

1. Иванов Д.А., Ковалев Н.Г., Рублюк М.В., Карасева О.В. Влияние компоста многоцелевого назначения на продуктивность звена севооборота в различных ландшафтных условиях /Использование мелиорированных земель – современное состояние и перспективы развития мелиоритивного земледелия: материалы Международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 27-28 августа 2015 года. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2015. С. 30-33.
2. Рабинович Г.Ю. Микрофлора – фактор биоиндикационного контроля почвенного плодородия на мелиорированных землях гумидной зоны /Мелиорация и водное хозяйство XX1 века: проблемы и перспективы развития. Материалы Международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 27-28 августа 2014 года. – Тверь: Твер. гос. ун-т. – Кн. 2. С. 77-82.
3. Рабинович Г.Ю. Биотехнологическая продукция ВНИИМЗ в основе рекультивационных мероприятий на залежных землях гумидной зоны /Рекультивация и использование залежных земель в Нечерноземной зоне России: теория и практика: материалы Международной научно-практической конференции ГНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, ноябрь 2012 г. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2012. С. 173-177.

УДК 633.31/.37:631.531.027.2:632.952

УСТОЙЧИВОСТИ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ К КОРНЕВЫМ ГНИЛЯМ ПРИ ПОДСЕВЕ В ДЕРНИНУ СЕЯНОГО СЕНОКОСА

Ю.В.Алехина, к.с.-х.н., доцент

УО Белорусская сельскохозяйственная академия, г.Горки, Беларусь

Долголетие и урожайность бобово-злаковых сенокосов и пастбищ находится в прямой зависимости от устойчивости в травостоях многолетних бобовых трав [3], которые больше, чем многолетние злаки, страдают от поражения гнилями, бактериальными и вирусными заболеваниями. Следует отметить, что наиболее вредоносны корневые гнили, вызываемые патогенными грибами рода *Fusarium* [1, 2].

При закладке сенокосов и пастбищ необходимо включение в технологию звена интегрированной системы защиты, состоящего из агротехнических и химических приемов. Комплексное применение этих приемов должно обеспечить очищение почвы от запасов инфекции и создание благоприятной среды обитания для наиболее ценных компонентов ценоза.

Задача проведенного нами опыта состояла в том, чтобы изучить эффективность интегрированной системы защиты многолетних бобовых трав,

подсеянных в дернину, включающий такие приемы как выбор предшественников, смену видов бобовых трав и предпосевное протравливание семян химическими препаратами.

В качестве предшественников использованы травостои шестилетнего возраста. Злаковый травостой представлен смесью тимофеевки и костреца безостого с включением невысеваемых видов. Бобово-злаковый предшественник был посеян смесью из овсяницы тростниковой, люцерны посевной и клевера ползучего Волат, но ко времени закладки опыта бобовые практически отсутствовали.

По обоим предшественникам подсевались: клевер луговой – 4 кг/га, клевер ползучий Волат – 3 кг/га, лядвенец рогатый – 4 кг/га, люцерна посевная – 6 кг/га (нормы высева при 100% посевной годности). На этих культурах изучалась эффективность предпосевного протравливания семян многолетних трав. Для этого в вариантах осуществлялся, подсев непротравленными семенами и с использованием протравителя (витотиурам – 3кг/т).

Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, слабокислая (pH 5,9-6,1), содержание гумуса 1,8%, 185-240 мг P_2O_5 и 127-142мг K_2O на 1 кг почвы. Ежегодно весной применяли минеральные удобрения из расчета $P_{40}K_{90}$. Семена многолетних бобовых трав протравливали за 30 дней до их высева, перед посевом обработали раствором молибденовокислого аммония, а семена люцерны – ризоторфином.

Многолетние бобовые травы подсевали в дернину в мае. В начале второй декады сентября убрали основной укос в фазе бутонизации-цветения подсеянных бобовых трав. В последующие два года травы скашивали два раза. После отрастания второго укоса определяли пораженность многолетних бобовых трав корневыми гнилями.

Защитные действия протравливания семян сильнее проявились на травостоях с люцерной и клеверами на бобово-злаковом предшественнике. Так, без протравливания семян травостои с люцерной дали урожайность 4,88 т/га, а с протравливанием семян витотиурамом – 7,36 т/га. В то же время, при участии лядвенца рогатого от протравливания не получена ощутимая прибавка.

За три года наблюдений наилучшие прибавки по сравнению с бобово-злаковым предшественником обеспечили травостои с подсевом клевера лугового и люцерны посевной. На этих же видах оказалось более эффективным протравливание семян, обеспечившее прибавку урожайности на 11,0-11,7%.

На обоих предшественниках меньше других травостоев реагировали на протравливание семян посевы с участием лядвенца рогатого. Здесь прибавки урожайности находятся в пределах ошибки опыта.

Таким образом, по данным урожайности более эффективными из изучаемых приемов были выбор предшественника для подсева бобовых трав и смена видов бобовых трав.

Сочетание предшественника и протравливание семян бобовых дало лучшие результаты при подсеве в дернину клевера лугового и люцерны посевной. На бобово-злаковом предшественнике лучшие результаты дает подсев лядвенца рогатого.

Учет пораженности многолетних бобовых трав корневыми гнилями (табл. 1) показал, что при подсеве непротравленными семенами наибольшая пораженность наблюдается на бобово-злаковом предшественнике. С возрастом бобовых трав число больных растений прогрессирует. Так, на третьем году жизни было поражено в различной степени корневыми гнилями 71,4% растений клевера лугового, 58,3% клевера ползучего и 50% люцерны посевной. Однако в этих же условиях больными корневыми гнилями были лишь 15% растений лядвенца рогатого.

На злаковом предшественнике при отсутствии протравливания содержание больных корневыми гнилями было на 30-40% меньше по сравнению с бобово-злаковым предшественником.

Протравливание семян бобовых трав на обоих предшественниках снижает пораженность корневыми гнилями. Сочетание предшественника и протравливание семян обеспечивает достижение наименьшей пораженности корневыми гнилями многолетних бобовых трав при подсеве семенами, протравленными витотиурамом в дернину злаковых трав.

Среди изучаемых в опыте многолетних трав лучшую устойчивость к поражению корневыми гнилями показал лядвенец рогатый, который целесообразно применять для повторного посева по бобово-злаковому предшественнику с участием в прежнем ценозе клеверов и люцерны посевной.

Таблица 1. Пораженность многолетних бобовых трав, подсеянных в дернину, корневыми гнилями в зависимости от предшественника и протравливания семян, %

Варианты	Предшественники			
	Злаковый		Бобово-злаковый	
	1 год использования	2 год использования	1 год использования	2 год использования
1. Без протравливания семян бобовых трав				
Клевер луговой	37,2	52,9	55,6	71,4
Клевер ползучий	22,4	33,3	31,2	58,3
Лядвенец рогатый	20,0	11,1	22,6	15,0
Люцерна посевная	32,3	33,3	40,0	50,0
2. Протравливание семян бобовых трав витотиурамом				
Клевер луговой	20,0	33,3	33,3	47,4
Клевер ползучий	6,8	17,9	26,3	35,0
Лядвенец рогатый	6,8	6,6	8,9	9,4
Люцерна посевная	13,5	16,1	22,2	33,3

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. При подсеве многолетних бобовых трав в дернину старосеянного сенокосного травостоя в условиях северо-восточной части Республики Беларусь в технологию необходимо включать интегрированную систему защиты от корневых гнилей, состоящую из смены предшественника и видов бобовых трав в сочетании с предпосевным протравливанием семян.

2. Для защиты многолетних бобовых трав от корневых гнилей следует подсевать протравленными семенами по злаковому предшественнику. При подсеве в дернину бобово-злакового предшественника с участием в прошлом травостое клеверов и люцерны посевной целесообразно использовать лядвенец рогатый.

Литература

1. Дорожкин Н.А. и др. Болезни бобовых культур в БССР. -Мн., 1978. - 192 с.
2. Кутузова А.А., Проворная Е.Е. и др. Влияние предшественников и фунгицидов на продуктивность культурных бобово-злаковых пастбищ в Центральном районе Нечерноземной зоны /Защита кормовых культур: Сб. н. тр. НИИ кормов. -М., 1995. -С. 115-121.
3. Стрелков В.Г., Курилович К.К., Янушко С.В. Ресурсосберегающий экологически чистый способ улучшения пастбищ и сенокосов // Изв. Академии аграрных наук Белоруссии. - 1993. -№2. - С. 34-40.

УДК 633.2/ .3

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ФИТОЦЕНОЗОВ ПОСЛЕ ПОДСЕВА БОБОВЫХ ТРАВ В ДЕРНИНУ ТРАВОСТОЕВ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

Пастушок Р.Т., к.с.-х.н., **Свиридович Т.Г.,** к.т.н.
РУП «Институт мелиорации», *г. Минск, Республика Беларусь*

Первоочередной задачей, стоящей перед агропромышленным комплексом Республики Беларусь, является решение продовольственной проблемы путем обеспечения устойчивой кормовой базы для производства продуктов животноводства.

Несмотря на значительные площади улучшенных сенокосов и пастбищ (около 1,9 млн. га) в республике, продуктивность их остается сравнительно низкой и несоответствующей современным требованиям культурного лугового хозяйства.

Главной причиной, сдерживающей продуктивность молочного стада, является несбалансированность рационов кормления по белку. В последние годы обеспеченность животноводства кормовым белком составляет 80-85 % от потребности, что приводит к большому перерасходу кормов. С учетом того, что одна кормовая единица обеспечена в зимне-стойловый период 95 г переваримого протеина или на 10 г меньше зоотехнических требований,

перерасход кормов составляет около 20 %. По этой причине в целом по республике перерасходуется около 1,5 млн. тонн кормовых единиц, что эквивалентно 110 тыс. тонн говядины.

Пастбища, при соблюдении технологии их создания, надлежащем уходе за ними и правильном режиме удобрения и использования являются одним из наиболее качественных источников питательных зеленых кормов.

Вырождение сенокосов и пастбищ вызывается многообразными причинами. Среди них негативные последствия развития дерново-образовательного процесса на лугах, возрастные изменения, как отдельных растений, так и травостоя в целом, ухудшение экологических условий и влияние антропогенных факторов. Комплексное проявление этих причин ускоряет вырождение травостоя [4].

В условиях недостатка средств для перезалужения сенокосов и пастбищ, невысоких доз азотных удобрений и дефицита семян многолетних трав основное усилие необходимо направить на изменение видового состава старосеяных травостоев [6].

Поэтому восстановление продуктивности выродившихся старосеянных сенокосов и пастбищ вполне возможно на основе низкозатратных способов поверхностного улучшения путем подсева бобовых трав в дернину, омоложения, в сочетании с рациональным использованием, которые при небольших затратах позволяют повысить урожайность травостоев на 20-70% [2].

Идея улучшения луговых травостоев путем подсева в дернину многолетних трав еще в 50-е годы XX века была разработана советскими геоботаниками-луговодами Л.Н.Раменскими Т.А.Работновым [1], однако на практике приём подсева трав в дернину нашёл широкое применение в США, Канаде и в странах Западной Европы. Были разработаны сеялки для подсева трав и технологии его проведения. Основное преимущество подсева бобовых трав в дернину состоит в том, что он даёт хорошие результаты при большой экономии энергетических средств (топлива), семян многолетних трав, позволяет улучшать участки эрозионно-опасных луговых земель на склонах, причем улучшаемая площадь не исключается из использования [3].

При эффективном подсеве бобовых трав с минимальной обработкой дернины урожайность улучшенных пастбищ равна урожаю злаковых травостоев, удобряемых азотными удобрениями, а содержание бобовых в травостое через 2-3 года после улучшения достигает 40–50 %.

Норма подсева трав составляет 1/3-1/2 от посевной нормы, использованной при залужении. После подсева обязательным приемом является прикатывание (кроме очень влажной почвы). Норма подсева бобовых трав в дернину 3-5 кг/га всхожих семян, глубина заделки 1,0-1,5 см.

Для лучшей приживаемости всходов следует проводить 3-4-кратное подкашивание травостоя. Во избежание затенения подсеяных клеверов злаковыми травами травостой подкашивают при достижении высоты 40–45 см.

Улучшение сенокосов и пастбищ с помощью подсева трав позволяет сохранить кормовую площадь при минимальных затратах материально-технических ресурсов, значительно повысить их урожайность, обеспечить замещение потребности в азоте с введением в травостой бобовыхтрав [5].

Таким образом, прием поверхностного улучшения малопродуктивных травостоев путем подсева бобовых трав в дернину является наиболее эффективным и менее затратным.

Исследования проводились в системе стационарного полевого многофакторного опыта (Сенненский район, Витебской области). Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая. Агрохимические показатели слоя 0-20 см: pH в KCl – 7,4, гумус – 1,9 %, P_2O_5 – 341, K_2O – 178 мг на кг почвы. Подсев бобовых трав в дернину травостоев 11 и 4-го лет жизни был проведен весной. Подсевали клевер луговой, 3 кг/га, лядвенец рогатый, 1,5 и люцерну посевную, 3кг/га.

Минеральные удобрения – $P_{30}K_{90}$. Фосфорные удобрения вносили в один прием, калийные – в два (K_{60+30} весной и после второго использования). Площадь делянки 50 м^2, повторность – четырехкратная

Наши наблюдения охватывают период пятилетний период.

Подсев бобовых трав, проведенный в дернину травостоев разного возраста, повышал их содержание в фитоценозе неодинаково (рисунок 1).

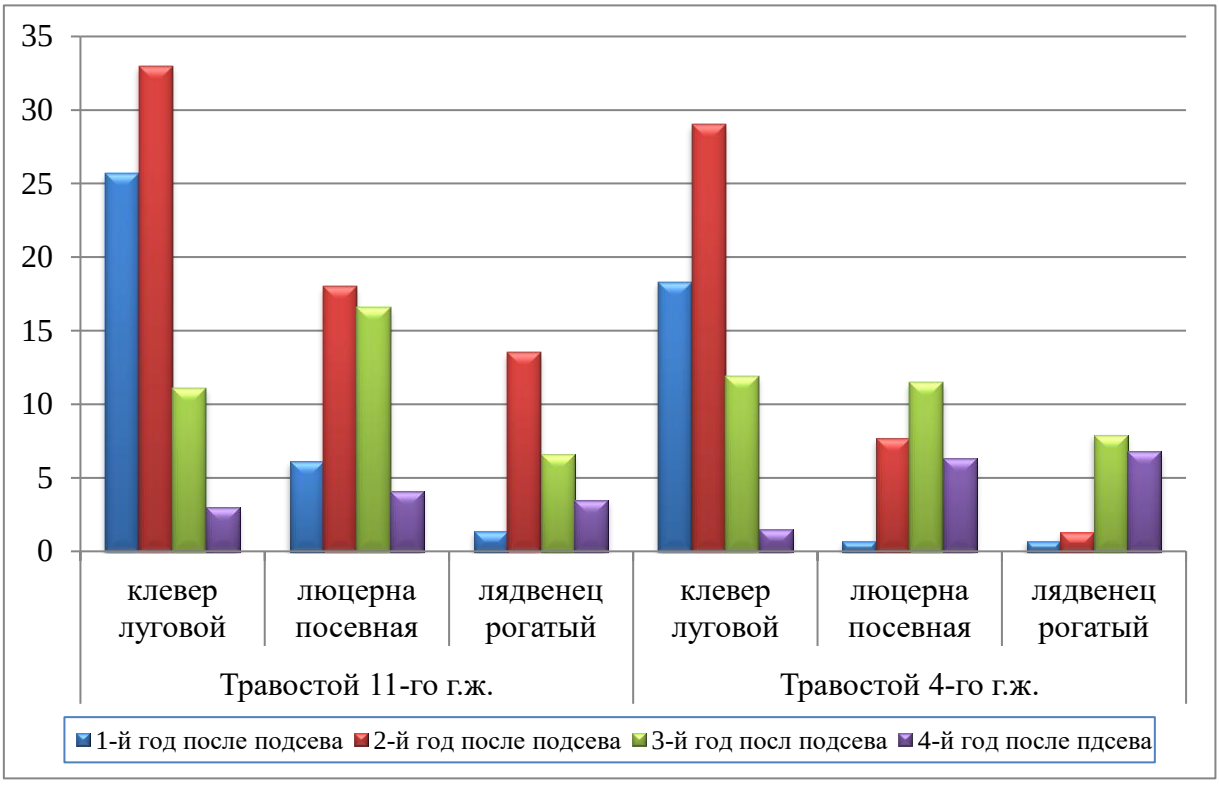


Рис. 1. Содержание бобовых видов в травостое после подсева в дернину, %

Исследования возможности насыщения фитоценоза разными видами бобовых трав показали, что наиболее эффективным с биологической точки зрения был клевер луговой. Так, после подсева этого вида в дернину трав 11-го года жизни его содержание в течение последующих двух лет, соответствовало уровню необходимому для обеспечения травостоя биологически фиксированным азотом (25,7-33,0 %). После подсева клевера лугового в дернину 4-го года жизни его необходимое количество отмечалось лишь через год после подсева (29,0 %). На 3-й и 4-й годы после подсева содержание клевера лугового в фитоценозах разного возраста было практически одинаковым.

Подсев люцерны посевной не обеспечивал необходимого количества участия ее в фитоценозах, ее содержание было менее 20,0 %. Причем в старовозрастных травостоях в первые три года после подсева ее было на 5,1-10,3 % больше, чем в молодых. На 4-й год после подсева ее содержание в травостоях разного возраста было практически одинаковым (4,1-6,3 %).

Подсев лядвенца рогатого так же не обеспечивал необходимого присутствия этого вида в фитоценозе. В первый год после подсева этот вид заметного участия в формировании урожая фитоценозов не принимал. На второй и третий годы после подсева в старовозрастных травостоях его количество было на 12,2 и 5,0 % больше, чем в молодых. На третий год после подсев содержание лядвенцарогатого в молодых травостоях несколько увеличилось и составило 7,9 %.

В целом в старовозрастных травостоях доля подсеянных трав была незначительно выше, чем в молодых (на 3,0-4,6 %). Это связано с тем, что всходы подвергаются меньшей конкуренции со стороны старовозрастной дернины.

Сравнение ценотической активности подсеянных бобовых видов показало, что более значительное участие в формировании урожая принимал клевер луговой. Люцерна посевная и лядвенецрогатый занимали меньшую долю в урожае.

Содержание клевера лугового в первый год после подсева была ниже, чем во второй. Подсев люцерны и лядвенца не обеспечил увеличения их доли в ценозе до количества (25,0-30,0 %) при котором азотные удобрения не вносят.

Поддержание высокой урожайности пастбищных фитоценозов в течение длительного времени – важнейшая задача луговодства, поскольку длительное использование травостоев без перезалужения позволяет значительно снизить себестоимость получаемых кормов, потребность в семенах трав, сельскохозяйственной технике. Была проведена оценка величины урожайности после проведения подсева бобовых трав в дернину в среднем за четыре года исследований. За контроль принимали год подсева трав. Установлено, что после подсева клевера лугового в дернину травостоя 11 г. ж в среднем за четыре годаприбавка урожая была самой высокой (таблица 1). Причем по годам жизни травостоя эффект от подсева уменьшался и максимальным он был на 2-й и 3-й годы после его проведения.

Таблица 1. Урожайность травостоев после подсева бобовых трав в дернину разного возраста, т/га

Год жизни травостоя	Подсеяный вид	Год исследований					Среднее за 4 года после подсева	± к году подсева	
		год подсева-контр.	1-й год после подсева	2-й год после подсева	3-й год после подсева	4-й год после подсева		т/га	%
11-15	клевер луговой	1,34	3,32	3,15	2,50	1,82	2,70	1,36	101,3
	люцерна посевная	1,78	4,03	3,19	3,11	1,70	3,01	1,23	69,0
	лядвенец рогатый	2,01	3,33	2,54	2,79	1,76	2,61	0,60	29,6
4-8	клевер луговой	1,89	4,15	2,67	2,56	2,91	3,07	1,18	62,6
	люцерна посевная	2,49	5,59	3,61	2,96	3,03	3,80	1,31	52,5
	лядвенец рогатый	2,89	5,05	4,03	2,96	3,17	3,80	0,91	31,6
$НСР_{05}$, т/га: возраст – 0,11; подсеянный вид – 0,13; взаимодействия – 0,18									

Подсев клевера лугового в дернину травостоя 4 г. ж. был менее эффективен, чем в дернину 11 г. ж. и прибавка от проведения этого приема была на 38,7 п.п. меньше, чем в более старовозрастный травостой. Максимальный эффект от подсева в дернину 4-го г. ж. был получен на второй год после введения клевера лугового в фитоценоз.

Более значительное повышение урожайности по сравнению с годом подсева люцерны отмечено в три последующих года, а на четвертый год после подсева урожайность уменьшилась до исходного уровня. Подсев люцерны в дернину травостоя 4 г. ж. в среднем за четыре года после его проведения обеспечил примерно такую же прибавку, как и в дернину 11 г. ж. Подсев люцерны в дернину травостоя 11 г. ж в среднем за четыре года обеспечил меньшую прибавку урожайности, чем клевера лугового (на 32,3 п.п.), а разница от подсева между этими видами в травостои 4 г. ж. отличалась мало (на 10,1 п.п.). Значительный эффект от подсева люцерны в травостой 4 г. ж. наблюдался лишь на следующий год, через год он уменьшался.

Эффект от подсева лядвенца рогатого в дернину травостоя 11 и 4 г. ж. был практически одинаков и уменьшился, по сравнению с клевером луговым и люцерной посевной из-за его меньшей ценотической активности. Однако после подсева в дернину травостоя 11 г. ж. урожайность травостоя была достоверно выше по сравнению с контролем в течение трех лет, а в дернину травостоя 4 г. ж. – в течение двух.

Таким образом, подсев клевера лугового в дернину травостоя 11 г. ж. обеспечил в среднем за три года после проведения приема максимальную прибавку урожайности сухой массы – 123,1 %. Прибавки урожайности сухой массы от подсева клевера лугового в дернину травостоя 4 г. ж. сохранялись в течение четырех лет и в среднем за этот период составили – 62,6%.

Эффект от подсева люцерны в дернину 11 г. ж. сохранялся в течение трех лет, 4 г. ж. – двух лет и был ниже, чем у клевера лугового. Максимальная прибавка урожайности сухой массы (124-126 %).от подсева люцерны была получена на следующий год после проведения агроприема.

Подсев лядвенца рогатого в дернину травостоя 11 г. ж. в течение 3-х лет обеспечивал прибавку урожайности 38,8 %, а при подсеве лядвенца в травостой 4 г. ж. прибавка урожайности сухой массы составила 57,1 %.

Продуктивность пастбищных фитоценозов оценивалась по выходу кормовых единиц, содержанию переваримого протеина в корме и обеспеченности им одной кормовой единицы (таблица 2).

Проведение подсева бобовых трав в дернину способствовало повышению продуктивности фитоценозов. Выход кормовых единиц в год подсева составил 1,14-1,46 т/га (травостои 11 г. ж.). После подсева их продуктивность повысилась на 43,8-91,2 % и составила 2,10-2,55 т/га.

Травостои 4 г. ж. в год подсева обеспечили выход кормовых единиц в пределах 1,37-1,99 т/га. После проведения подсева продуктивность этих фитоценозов повысилась на 56,2-67,2 % и составила 2,29-3,09 т/га.

Таблица 2. Продуктивность травостоев после подсева бобовых в дернину 11-го и 4-го лет жизни

Год жизни травостоя	Подсеяный вид	Продуктивность, тыс. к. ед./га		Сбор ПП, кг/га		Обеспеченность 1 к. ед. ПП, г	
		год подсева	после подсева	год подсева	после подсева	год подсева	после подсева
11-15	клевер луговой	1,14	2,18	184	297	161	136
	люцерна посевная	1,42	2,55	204	319	144	125
	лядвенец рогатый	1,46	2,10	206	282	141	134
4-8	клевер луговой	1,37	2,29	216	299	158	131
	люцерна посевная	1,87	3,08	345	425	184	138
	лядвенец рогатый	1,99	3,11	285	395	143	127

По выходу кормовых единиц молодые травостои после подсева были на 4,8-32,5 % более продуктивны, чем до подсева. Причем наибольший выход кормовых единиц обеспечили варианты с подсевом люцерны посевной и лядвенцарогатого.

Что касается сбора ПП, то в травостоях 11 г. ж. в год подсева этот показатель составил 184-206 кг/га, а после подсева он увеличился на 36,9-61,4 % и составил 282-319 кг/га.

В травостоях 4 г. ж. в год подсева сбор ПП находился в пределах 216-345 кг/га, после проведения подсева сбор ПП увеличился до 299-425 кг/га, прибавки составили 23,2-38,6 %.

Варианты с подсевом клевера лугового обеспечили практически одинаковый сбор переваримого протеина на травостоях разного возраста. После подсева люцерны посевной и лядвенца рогатого молодые фитоценозы были на 24,9-28,6 % продуктивнее, чем старовозрастные.

В наших исследованиях обеспеченность кормовой единицы ПП у всех фитоценозов была выше нормы. Так в год подсева данный показатель находился в пределах 141-161 г. (травостой 11 г. ж.) и 158-184 г. (травостой 4 г. ж.). Проведение подсева способствовало уменьшению обеспеченности 1 к. ед. ПП.

Этот показатель на всех вариантах был практически одинаковым и составил 125-138 граммов.

Выводы

1. Содержание подсеянных бобовых трав (клевер луговой, люцерна посевная, лядвенец рогатый) после подсева в дернину травостоев 11 г. ж. было выше, чем 4 г. ж.
2. Содержание клевера лугового в травостоях после подсева было выше, чем лядвенца рогатого или люцерны посевной. Максимального участия в составе травостоев подсеянный клевер луговой достигал на 1-й и 2-й год после подсева, а люцерна посевная и лядвенец рогатый – на 2-й и 3-й год.
3. Подсев клевера лугового в дернину 11г.ж. обеспечивал необходимое для создания бобово-злакового травостоя содержание бобового вида (>30 %) в течение 2-3 лет после его проведения (29,6-43,1 %), а в дернину 4 г. ж. – в течение 2-4 года.
4. Необходимое содержание бобовых после подсева люцерны посевной (46,6 %) или лядвенца рогатого (37,7 %) после подсева в дернину травостоя11 г. ж. сохранялось в течение одного года после подсева (2-й г. ж.), а в дернину 4 г. ж. – 47,5-51,7 % и 43,0-44,4 %, соответственно, в течение 2 и 3-го г. ж.
5. В среднем за 4 года после подсева клевера лугового прибавка урожайности составила после подсева в дернину 11 г. ж. – 101,3 %, в дернину 4 г. ж. – 62,6 %; люцерны посевной – 39,0 и 52,5 %; лядвенца рогатого – 29,6 и 31,6 % соответственно.
6. Продуктивность травостоев после подсева бобовых трав в дернину 4-го г. ж. была выше, чем 11-го г. ж. на 4,8-31,5 %, а сбор переваримого протеина – 33,2-40,0 %.

Литература

1. Алехина, Ю.В. Улучшение сенокосов и пастбищ подсевом в дернину многолетних бобовых трав /Ю.В.Алехина. –Горки,1997.– 28с.,с. 22.
2. Ганичева, В.В. Ресурсосберегающие приемы продления продуктивности выродившихся угодий / В.В.Ганичева //Кормопроизводство. –2002. –№9. С.16-19.
3. Крылова, Н.П. Потенциал биологической мелиорации кормовых угодий в зоне умеренного климата / Н.П. Крылова // Международный сельскохозяйственный журнал. - 1996. -№4. –С.38-42.

4. Кутузова, А.А. Ресурсосберегающие технологии перезалужения старосеяных пастбищ и сенокосов /А.А.Кутузова, К.Н.Привалова, Д.М.Тебердиев. –М.: ВАСХНИЛ, 1991. – 53с., с. 23.
5. Лазарев, Н.Н. Урожайность кормовых угодий в зависимости от состава высеянных травосмесей и удобрений /Н.Н.Лазарев, В.В.Кремин, Е.С.Виноградов // Известия ТСХА. –2010. –Вып.5.– С.31-37.
6. Мееровский, А.С. Оптимизация травостоев сенокосов и пастбищ /А.С. Мееровский, А.Л. Бирюкович. –Минск: Беларус.наука, 2009 –231с., с.155.

УДК 633.26/ . 29 : 633.265

ОЦЕНКА ПРИЕМОВ ФОРМИРОВАНИЯ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ РАЙГРАСА ОДНОЛЕТНЕГО В СОВМЕСТНЫХ ПОСЕВАХ С КЛЕВЕРОМ ПОЛЗУЧИМ

Зеленый Ю. М., соискатель, **Пастушок Р. Т.,** к.с.-х.н.
РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Республика Беларусь

Актуальность исследований обусловлена, прежде всего, необходимостью оптимизации производства травяных кормов, повышения их качества и снижения затрат. В решении этих задач существенное значение имеет семеноводство многолетних трав и особенно бобовых. Их дефицит в республике наблюдается продолжительное время, что заставляет искать пути его преодоления, в том числе за счет совершенствования технологии возделывания. Клевер ползучий (*Trifoliumrepens L.*) является системообразующим незаменимым видом бобово-злаковых травостоев.

Культура обладает широкой экологической амплитудой, произрастает на почвах разного плодородия с реакцией среды от кислой до щелочной (pH 4,5-8), плохо растет, только, на очень кислых почвах. Влаголюбивое растение, лучше развивается при достаточном и даже избыточном увлажнении, вместе с тем более засухоустойчив, чем клевер луговой. Зимостоек. Легко переносит заливание полыми водами, выдерживает застой поверхностных вод. Клевер ползучий светолюбивое растение, поэтому плохо развивается в густом высоком травостое и, наоборот, прекрасно чувствует себя на открытых местообитаниях. Устойчив к вытаптыванию, поэтому незаменим для возделывания на пастбищах. Уплотнение почвы не оказывает заметного угнетающего влияния, поэтому его высевали раньше на аэродромах и спортивных площадках [1].

В период признания приоритетной роли пастбищного содержания крупного рогатого скота в летнее время ежегодная потребность в семенах клевера ползучего определялась в 600-700 тонн. В настоящее время в связи с переводом значительной части КРС на круглогодичное стойловое содержание она уменьшилась. Однако в обозримой перспективе в республике потребуется порядка 300 тыс. га бобово-злаковых пастбищ с клевером ползучим.

Для их создания и обновления необходимо 350-375 т семян. В Беларуси создана система сортов этой культуры (РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию») и есть благоприятные предпосылки для их успешного размножения и продвижения в сельскохозяйственные предприятия. Одним из существенных сдерживающих факторов является низкая урожайность семян клевера и высокая колеблемость ее по годам. Кроме того, культура клевера ползучего очень чувствительна к погодным аномалиям. Совокупность этих причин обуславливает соответствующий уровень экономической эффективности семеноводства клевера ползучего и отсутствие интереса к нему со стороны сельхозпроизводителей [2].

Посев семян клевера ползучего (сорт «Матвей»), проведен 17.04.2019г. (сеялка LEMKEN, ширина захвата 3,0 м.). Поперечный подсев семян райграса однолетнего (сорт «Луч») проведен 18.04.2019г. (сеялка СПУ-4). Внесены минеральные удобрения в дозах $N_{90}P_{30}K_{60}$. Предшественник – яровая пшеница, сорт «Ласка».

Почва опытного участка дерново-подзолистая, осушенная, связно-супесчаная. Перед закладкой опыта содержание в почве агрохимических показателей было следующее: гумус – 2,4 мг/кг, P_2O_5 – 144 мг/кг, K_2O – 260 мг/кг, B – 0,75 мг/кг, Cu – 3,52 мг/кг, Zn – 3,56 мг/кг. Опыт проведен в 2 закладках, для изучения влияния рельефа и водного режима на семенную продуктивность клевера ползучего и райграса однолетнего.

Схема опыта включает:

Исследование влияния фактора *А: удобрения*: 1 – контроль без удобрений; 2 – $P_{40}K_{60}$ (фон); 3 – Фон + N_{30}; 4 – Фон + Ризофос; 5 – Фон + Микростим; 6 – Фон + Агропон; 7 – Фон + Регоплант

Исследование влияния фактора *Б: нормы высева:* 1 – Клевер ползучий, 2,5 кг/га; 2 – Клевер ползучий, 3,0 кг/га; 3 – Клевер ползучий, 2,5 кг/га + райграс однолетний, 12 кг/га; 4 – Клевер ползучий, 3,0 кг/га + райграс однолетний, 12 кг/га. Размещение делянок: систематическое.Первые всходы появились 10.05.19 г. Была проведена оценка густоты травостоя (табл. 1).

Таблица 1. Густота травостоя, шт./м^2

Нормы высева	Райграс однолетний	Клевер ползучий
1-я закладка (участок без затопления)		
Клевер ползучий, 2,5 кг/га + райграс однолетний, 12 кг/га	166	128
Клевер ползучий, 3,0 кг/га + райграс однолетний, 12 кг/га	292	131
2-я закладка (участок с временным затоплением)		
Клевер ползучий, 2,5 кг/га + райграс однолетний, 12 кг/га	318	125
Клевер ползучий, 3,0 кг/га + райграс однолетний, 12 кг/га	312	134

Густота райграса однолетнего в варианте с нормой высева клевера ползучего, 2,5 кг/га на участке с временным затоплением была на 152 шт./м^2 больше, чем на участке без затопления, а в варианте с нормой высева клевера ползучего, 3 кг/га – на 20 шт./м^2.

Микроудобрения были внесены на участке без затопления в фазу выхода в трубку райграса однолетнего, а на участке с временным затоплением – в фазу цветения.

Перед уборкой урожая отбирались пробные снопы (2 площадки по 0,25 м^2), на каждом варианте подсчитывалось общее количество продуктивных стеблей.

Урожайность семян райграса однолетнего во многом определяется густотой травостоя, которая в свою очередь тесно связана с биологическими условиями возделываемой культуры.

Перед уборкой количество продуктивных стеблей райграса однолетнего при норме высева клевера ползучего 2,5 кг/га составило 206-330 шт./м^2 (участок без затопления). Максимальное их количество было в варианте, где вносили препарат Микростим (таблица 2).

На участке с временным затоплением количество продуктивных стеблей составило 456-636 шт./м^2. Положительное влияние на формирование травостоя оказало внесение препаратов Агропон и Регоплант, количество продуктивных стеблей увеличилось на 139 и 115 шт./м^2.

В среднем по опыту оптимальное количество продуктивных стеблей сформировалось на участке с временным затоплением и составило 564 шт./м^2, что на 302 шт./м^2 больше, чем на участке без затопления.

В варианте с нормой высева клевера ползучего 3,0 кг/га на участке без затопления количество продуктивных стеблей составило 311-370 шт./м^2. Положительное влияние окало внесение препарата Агропон.

На участке с временным затоплением количество продуктивных стеблей-находилось на уровне 473-734 шт./м^2. Их содержание увеличилось на 199 и 261шт./м^2 при внесении препаратов Агропон и Регоплант.

В среднем по опыту оптимальное количество продуктивных стеблей сформировалось на участке с временным затоплением и составило 575 шт./м^2, что на 239 шт./м^2 больше, чем на участке без затопления.

Был проведен анализ структуры урожая с измерением высоты растений райграса однолетнего, длины метелки и определением массы 1000 семян.

Таблица 2. Количество продуктивных стеблей райграса однолетнего в зависимости от условий увлажнения и норм высева клевера ползучего, шт./м^2

Норма высева клевера ползучего, кг/га	Вариант	Участок без затопления	Участок с временным затоплением
2,5	Контроль (без удобрений)	206	497
	$P_{40}K_{60}$ (фон)	276	633
	Фон + N_{30}	228	456
	Фон + Ризофос	225	533
	Фон + Микростим	330	583
	Фон + Агропон	288	636
	Фон + Регоплант	279	612
	Среднее	**262**	**564**
3,0	Контроль (без удобрений)	324	473
	$P_{40}K_{60}$ (фон)	370	511
	Фон + N_{30}	333	464
	Фон + Ризофос	318	577
	Фон + Микростим	341	595
	Фон + Агропон	352	672
	Фон + Регоплант	311	734
	Среднее	**336**	**575**

На участке с временным затоплением при норме высева клевера ползучего 2,5 кг/га урожайность семян райграса однолетнего в среднем составила 8,8 ц/га. Прибавки урожая на уровне 4,6 и 4,2 ц/га были получены в вариантах с внесением препаратов Агропон и Регоплант (табл. 3).

При норме высева клевера ползучего 3,0 кг/га урожайность семян райграса однолетнего составила 8,6 ц/га. И также максимальные прибавки (4,8 и 4,6 ц/га) обеспечило применение микроудобрений Агропон и Регоплант.

На участке без затопления при норме высева клевера ползучего 2,5кг/га урожайность семян райграса однолетнего в среднем составила 4,8ц/га. Прибавки урожая на уровне 1,5 и 1,2 ц/га были получены в вариантах с внесением микроудобрений Микростим, Агропон и Регоплант (таблица 4).

Таблица 3. Урожайность семян и элементы структуры травостоя райграса однолетнего на участке с временным затоплением

Норма высева клевера ползучего, кг/га	Вариант	Высота растений, см	Длина метелки, см	Масса 1000 семян, г	Урожайность семян, ц/га	Прибавка урожая, ц/га
2,5	Контроль (без удобрений)	67	20	2,3	6,9	-
	$P_{40}K_{60}$ (фон)	69	18	2,4	6,4	-0,5
	Фон + N_{30}	62	16	2,1	7,5	0,6
	Фон + Ризофос	76	21	2,4	8,4	1,5
	Фон + Микростим	79	22	2,4	9,7	2,8
	Фон + Агропон	94	24	2,6	11,5	4,6
	Фон + Регоплант	98	25	2,5	11,1	4,2
	Среднее	**77,9**	**20,9**	**2,4**	**8,8**	**2,2**
3,0	Контроль (без удобрений)	86	22,2	2,5	6,6	-
	$P_{40}K_{60}$ (фон)	71	17,6	2,3	9,0	2,4
	Фон + N_{30}	72	18,5	2,3	7,6	1,0
	Фон + Ризофос	79	18,9	2,6	7,0	0,4
	Фон + Микростим	101	24,6	2,8	7,7	1,1
	Фон + Агропон	99	24,5	2,8	11,4	4,8
	Фон + Регоплант	114	26,7	3,1	11,2	4,6
	Среднее	**88,9**	**21,9**	**2,6**	**8,6**	**2,4**

При норме высева клевера ползучего 3,0 кг/га урожайность семян райграса однолетнего составила 7,6 ц/га. Максимальная прибавка (5,5 ц/га) получена на фоне внесения фосфорно-калийных удобрений. Прибавку урожая семян райграса однолетнего на уровне 2,0 ц/га обеспечило применение препарата Микростим. В среднем на участке с временным затоплением с нормой высева клевера ползучего 2,5 кг/га урожайность семян райграса однолетнего была на 4,0 ц/га выше, чем на участке без затопления, а с нормой высева клевера ползучего 3,0 кг/га – на 1,0 ц/га.

Заключение

Выявлены особенности роста и развития клевера ползучего и райграса однолетнего в год посева в период вегетации на участках с различным водным режимом.

1. Первые всходы растений появились в первой декаде мая.

2. Температура воздуха в период закладки опытов и появления всходов находилась на 2,8-3,2 ^{0}С выше нормы.

3. Густота райграса однолетнего в варианте с нормой высева клевера ползучего, 2,5 кг/га на участке с временным затоплением на 152 шт./м^2 больше, чем на участке без затопления, а в варианте с нормой высева клевера ползучего, 3 кг/га – на 20 шт./м^2.

4. В среднем в вариантах с нормой высева клевера ползучего 2,5 кг/га на участке с временным затоплением количество продуктивных стеблей было на 302 шт./м^2 больше, чем на участке без затопления.

5. В вариантах с нормой высева клевера ползучего 3,0 кг/га на участке с временным затоплением количество продуктивных стеблей в среднем на 239 шт./м^2 больше, чем на участке без затопления.

6. На участке с временным затоплением с нормой высева клевера ползучего 2,5 кг/га урожайность семян райграса однолетнего на 4,0 ц/га выше, чем на участке без затопления, а с нормой высева клевера ползучего 3,0 кг/га – на 1,0 ц/га.

Таблица 4. Урожайность семян и элементы структуры травостоя райграса однолетнего на участке без затопления

Норма высева клевера ползучего, кг/га	Вариант	Высота растений, см	Длина метелки, см	Масса 1000 семян, г	Урожайность семян, ц/га	Прибавка урожая, ц/га
2,5	Контроль (без удобрений)	42,0	16,1	1,8	4,1	-
	$P_{40}K_{60}$ (фон)	46,8	19,4	2,1	4,7	0,6
	Фон + N_{30}	56,6	20,5	2,3	4,0	-0,1
	Фон + Ризофос	53,4	20,7	2,0	4,5	0,4
	Фон + Микростим	51,8	20,9	2,2	5,6	1,5
	Фон + Агропон	52,4	19,2	2,3	5,3	1,2
	Фон + Регоплант	50,1	21,6	2,1	5,3	1,2
	Среднее	**50,4**	**19,8**	**2,1**	**4,8**	**0,8**
3,0	Контроль (без удобрений)	42,0	16,2	1,7	6,1	-
	$P_{40}K_{60}$ (фон)	53,1	19,9	2,2	11,6	5,5
	Фон + N_{30}	61,7	22,9	2,0	7,3	1,2
	Фон + Ризофос	62,2	21,5	2,5	6,9	0,8
	Фон + Микростим	66,0	21,9	2,0	8,1	2,0
	Фон + Агропон	59,5	17,9	1,9	6,2	0,1
	Фон + Регоплант	59,5	21,0	2,0	7,1	1,0
	Среднее	**57,7**	**20,2**	**2,0**	**7,6**	**1,8**

Литература

1. Петренко, В.И. Агротехника семеноводства многолетних бобовых трав: рекомендации / В. И. Петренко, В. Р. Кажарский. – Горки: БГСХА, 2016. – 60 с.
2. Справочник по производству семян многолетних трав / Л. Б. Погоржельская [и др.]. – Минск: Урожай, 1981.
3. Райграс однолетний как индикатор агрогенного воздействия на экологические свойства почвы при возделывании на корм и семена / Н.А. Семенов [и др.] // Вестник ТГУ. – 2014. – Вып. 5. – Т. 19. – С.1347-1350.

УДК 631.82:633.

ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО РАЙГРАСА ПАСТБИЩНОГО

[1]Зеленая А.Н., аспирант, **[2]Бирюкович А.Л.,** к.с.-х.н., доцент**,**
[1]РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Республика Беларусь
[2] РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», г. Жодино, Республика Беларусь

Площадь мелиорированных луговых земель в Беларуси составляет около 1,6 млн га, в результате чего естественные травостои заменены сеяными, что привело к необходимости их периодического обновления и обеспечения дополнительного минерального питания с помощью промышленных удобрений. С учетом лучшей по сравнению с зональными дерново-подзолистыми почвами влагообеспеченностью, предоставляется возможность более полного и эффективного использования потенциала торфяных почв путем создания агроценозов, характеризующихся высокой продуктивностью и значительным количеством растительных остатков [1].

По данным крупномасштабного обследования почв пашни Беларуси за период 2000–2016 гг. средневзвешенное содержание подвижной меди снизилось с 2,08 до 1,83 мг/кг, цинка – с 4,01 до 3,06 мг/кг почвы. При этом доля пахотных почв с низким содержанием подвижной меди увеличилась с 35,7 до 49,2 %, цинка – с 50,2 до 63,8 % от общей площади. Доля площадей почв 1 и 2-ой групп обеспеченности, где необходимо применение борных удобрений составляет 70,1 %, медных – 88,5 %, цинковых – 90,8 %. Таким образом, учитывая вышеизложенное, возникает необходимость дальнейшего глубокого изучения проблемы микроэлементов, разработки и рационального использования новых форм микроудобрений в земледелии страны [2].

Испытания микроудобрения на основе наночастиц Co, Mn, Cu, Fe на луговых травах показало, что внесение этого удобрения в норме 100 + 100 мл/га перед укосом одновременно с NPK увеличивало урожайность злаковых и бобово-злаковых травостоев и массу их корневой системы, а обработка семян энергию прорастания райграса пастбищного – на 30,3% [3].

Объект исследований – травостой райграса пастбищного сорта Пашавы. Посев 2016 года без покрова с нормой высева 10 кг/га. Торфяная почва содержала подвижной Cu 5 мг/кг (средняя обеспеченность), Zn – 16,4 мг/кг (высокая), Mn – 52,6 мг/кг (низкая), Co и Cr – по 0,3 мг/кг (низкая). Весной внесли $P_{30}K_{90}$, а перед каждым укосом - N_{30} и следующие микроудобрения: Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, – 0,1 л/га, Наноплант – Co, Mn, Cu,

Fe, Mo, Zn, Cr, Se – 0,1, Элегум-Медь, Элегум-Марганец – 1,0 л/га, медный купорос, сернокислый марганец и сульфат кобальта – 0,2 кг/га. Повторность опыта – 4-х кратная, учетная площадь делянки 12,5 м^2. Использование травостоя - трехукосное.

Урожайность райграса пастбищного 2-го г.ж. была достаточно высокой в условиях вегетационного периода 2017 г. Внесение микроэлементов перед каждым укосом увеличивало урожайность сухой массы неодинаково. Применение Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe в дозе по 100 мл/га обеспечило достоверную прибавку урожайности 22,4 ц/га или 22,1 % (таблица 1).

Таблица 1. Влияние микроэлементов на урожайность райграса пастбищного 2-го г.ж., ц/га сухой массы

Удобрение	Укос			∑	Прибавка	
	1	2	3		ц/га	%
$N_{90}P_{30}K_{90}$+ H_2O - фон	54,0	27,7	19,5	101,2	-	-
Фон+Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe	69,7	34,7	19,2	123,6	22,4	22,1
Фон+Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se	62,9	32,2	20,2	115,3	14,1	13,9
Фон+Элегум-Медь	61,9	28,6	18,4	108,9	7,7	7,6
Фон+Элегум-Марганец	57,4	29,9	23,7	111,0	9,8	9,6
Фон+медный купорос	57,7	27,9	27,3	112,9	11,7	11,5
Фон+марганец сернокислый	53,2	26,9	17,3	97,4	-3,8	-3,7
Фон+сульфат кобальта	49,6	21,8	18,0	89,4	-11,8	-11,6
$НСР_{05}$, ц/га				20,4		

Анализ действия микроэлементов на прибавку урожайности райграса пастбищного 2-го г. ж. в течение вегетации показал, что более значительной она была при внесении четырех- и восьмикомпонетного Нанопланта перед 1-м и 2-м укосами (таблица 2).

Таблица 2. Влияние микроэлементов на прибавку урожайности райграса пастбищного 2-го г. ж., %

Удобрение	Укос		
	1	2	3
$N_{90}P_{30}K_{90}$+ H_2O - фон	-	-	-
Фон+Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe	29,1	25,3	-1,5
Фон+Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se	16,5	16,2	3,6
Фон+Элегум-Медь	14,6	3,2	-5,6
Фон+Элегум-Марганец	6,3	7,9	21,5
Фон+медный купорос	6,9	0,7	40,0
Фон+марганец сернокислый	-1,5	-2,9	-11,3
Фон+сульфат кобальта	-8,1	-21,3	-7,7

Внесение Элегум-Медь обеспечивало заметную прибавку урожайности при внесении перед 1-м укосом. Ощутимая прибавка от применения Элегум-Марганец и медного купороса отмечена только в 3-м укосе. На 3-й г. ж. прибавка урожайности райграса была получена только при внесении Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe и Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se (таблица 3).

Таблица 3. Влияние микроэлементов на урожайность райграса пастбищного 3-го г. ж., ц/га сухой массы

Удобрение	Укос			∑	Прибавка	
	1	2	3		ц/га	%
$N_{90}P_{30}K_{90}$+ H_2O - фон	27,4	43,2	28,3	98,9	-	-
Фон+Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe	19,5	84,2	30,1	133,8	34,9	35,3
Фон+Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se	14,4	125,2	23,8	163,4	64,5	65,2
Фон+Элегум-Медь	23,4	47,3	34,1	104,8	5,9	6,0
Фон+Элегум-Марганец	17,4	77,9	18,4	113,7	14,8	15,0
Фон+медный купорос	17,8	72,6	22,3	112,7	13,8	14,0
Фон+марганец сернокислый	17,7	58,1	21,2	97,0	-1,9	-1,9
Фон+сульфат кобальта	20,0	58,0	23,8	101,8	2,9	2,9
$НСР_{05}$, ц/га				15,3		

Анализ действия микроэлементов на прибавку урожайности райграса пастбищного 3-го г.ж. в течение вегетации показал, что более значительной во всех вариантах, кроме внесения Элегум-Медь, она была только во 2-м укосе (таблица 4).

Таблица 4. Влияние микроэлементов на прибавку урожайности райграса пастбищного 3-го г. ж., %

Удобрение	Укос		
	1	2	3
$N_{90}P_{30}K_{90}$+ H_2O - фон	-	-	-
Фон+Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe	-28,8	94,9	6,4
Фон+Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se	-47,4	189,8	-15,9
Фон+Элегум-Медь	-14,6	9,5	20,5
Фон+Элегум-Марганец	-36,5	80,3	-35,0
Фон+медный купорос	-35,0	68,1	-21,2
Фон+марганец сернокислый	-35,4	34,5	-25,1
Фон+сульфат кобальта	-27,0	34,3	-15,9

На 4-й г. ж. трав (2019 г.) первая половина вегетационного периода характеризовалась засушливыми условиями (ГТК I декады апреля – 0, мая – 0,5, июня – 0,8).

Таблица 5. Влияние микроэлементов на урожайность райграса пастбищного 4-го г.ж., ц/га сухой массы

Удобрение	Укос			∑	Прибавка	
	1	2	3		ц/га	%
$N_{90}P_{30}K_{90}$+ H_2O - фон	20,4	49,7	16,3	86,4	-	-
Фон+Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe	21,2	35,1	18,4	74,7	-11,7	-13,5
Фон+Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se	20,4	41,3	16,9	78,6	-7,8	-9,0
Фон+Элегум-Медь	18,7	39,4	16,1	74,2	-12,2	-14,1
Фон+Элегум-Марганец	19,1	35,4	17,0	71,5	-14,9	-17,2
Фон+медный купорос	21,6	60,1	19,2	100,9	14,5	16,9
Фон+марганец сернокислый	19,2	58,1	18,3	95,6	9,2	10,6
Фон+сульфат кобальта	22,4	50,2	18,0	90,6	4,2	4,9
$НСР_{05}$, ц/га				12,3		

Что касается эффективности внесения микроэлементов в течение вегетации, то в засушливых условиях начала вегетации она отмечалась во 2-м укосе только в вариантах с внесением Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se и медного купороса, а в 3-м – у медного купороса и Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe (таблица 6).

Таблица 6. Влияние микроэлементов на прибавку урожайности райграса пастбищного 4-го г. ж., %

Удобрение	Укос		
	1	2	3
$N_{90}P_{30}K_{90}$+ H_2O - фон	-	-	-
Фон+Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe	3,9	-29,4	12,9
Фон+Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se	0,0	17,7	-9,2
Фон+Элегум-Медь	-8,3	-4,6	-4,9
Фон+Элегум-Марганец	-6,4	-10,2	5,5
Фон+медный купорос	5,9	69,8	13,5
Фон+марганец сернокислый	-5,9	-3,3	-5,5
Фон+сульфат кобальта	9,8	-13,6	-1,8

В среднем за три года значительное повышение урожайности райграса пастбищного было получено при внесении обоих видов Нанопланта (таблица 7). Причем внесение Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se обеспечило более высокую прибавку, чем Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, что может

быть связано с наличием в нем хрома, которым бедна почва участка. Заметное увеличение урожайности райграса отмечено и при использовании медного купороса. Следует отметить, что внесение сульфата кобальта не изменяло величины урожая райграса, хотя почва бедна подвижными формами кобальта.

Таблица 7. Влияние микроэлементов на урожайность райграса пастбищного, ц/га сухой массы

Удобрение	Год жизни			Среднее	Прибавка	
	2-й	3-й	4-й		ц/га	%
$N_{90}P_{30}K_{90}$+ H_2O - фон	101,2	98,9	86,4	95,5	-	-
Фон+Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe	123,6	133,8	74,7	110,7	15,2	15,9
Фон+Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se	115,3	163,4	78,6	119,1	23,6	24,7
Фон+Элегум-Медь	108,9	104,8	74,2	96,0	0,5	0,5
Фон+Элегум-Марганец	111,0	113,7	71,5	98,7	3,2	3,4
Фон+медный купорос	112,9	112,7	100,9	108,8	13,3	14,0
Фон+марганец сернокислый	97,4	97,0	95,6	96,7	1,2	1,2
Фон+сульфат кобальта	89,4	101,8	90,6	93,9	-1,6	-1,6
$НСР_{05}$, ц/га	20,4	15,3	12,3			

Выявлено влияние микроэлементов на биохимический состав травяного корма второго года жизни по укосам. Установлено, что содержание питательных веществ в сухой массе райграса (калий, фосфор, кальций, магний, сырая зола и сырая клетчатка) соответствовало зоотехническим нормам. Содержание сырого протеина в сухой массе райграса увеличивалось от 1-го укоса к 3-у и составило в среднем по вариантам 10,6; 13,7;16,0 % (таблица 8).

Таблица 8. Влияние микроэлементов на химический состав райграса пастбищного (среднее за 2 года), %

Удобрение	Сырой протеин, %			В среднем	
	1 укос	2 укос	3 укос	Протеин	Клетчатка
$N_{90}P_{30}K_{90}$ + H_2O - фон	10,5	13,1	15,8	13,1	24,4
Фон+Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe	10,8	13,9	17,0	13,9	24,2
Фон+Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se	10,6	13,2	15,8	13,2	24,2
Фон+Элегум-Медь	10,4	12,5	15,7	12,9	23,6
Фон+Элегум-Марганец	11,0	13,6	15,9	13,5	24,5
Фон+медный купорос	10,6	13,6	15,6	13,3	24,3
Фон+марганец сернокислый	10,4	13,9	15,5	13,3	24,3
Фон+сульфат кобальта	10,4	15,4	16,3	14,0	24,4

В среднем за три года прибавку урожайности райграса пастбищного на фоне $N_{90}P_{30}K_{90}$без внесения микроэлементов обеспечило применение перед каждым укосом по 0,1 л/га микроудобрений Наноплант – Co, Mn, Cu,

Fe, Mo, Zn, Cr, Se – 24,7 %, Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe – 15,9, медного купороса – 14 %.

Эффективность внесения микроудобрений по укосам зависела от условий увлажнения.

Содержание сырого протеина в сухой массе райграса практически не зависело от форм микроудобрений и увеличивалось от 1-го укоса к 3-у и составило в среднем по вариантам 10,6; 13,7; 16,0 %.

Литература

1. AgroBelarus [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http: AgroBelarus.by/ /yandex.by/clck/jsredir. – Дата доступа: 27.09.2019.
2. Рак, М. В. Применение микроудобрений МикроСтим в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / М. В. Рак, С. А. Титова // Повышение плодородия почв и применение удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14 февраля 2019 г. / Институт почвоведения и агрохимии; редкол.: В. В. Лапа [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – С. 86-87.
3. Бирюкович, А.Л. Влияние микроудобрения «Наноплант» на урожайность многолетних трав / А.Л. Бирюкович, А. Н. Тузлаева //Мелиорация, № 1 (79), - 2017. - С.45-48.

УДК633.34:631.445.4:631.559(571.13)

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ БОБОВ КОРМОВЫХ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Тимохин А.Ю., к.с.-х.н.
ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», г. Омск, Россия

В условиях глобальных изменений климата, связанных с часто повторяющимися засушливыми или переувлажненными годами, наиболее действенным средством обеспечения устойчивости сельскохозяйственного производства являются водные мелиорации – орошение и осушение земель [1]. В настоящее время существенное повышение эффективности использования мелиорируемых земель должно осуществляться за счет применения средств интенсификации, возделывания высокодоходных культур, в том числе зернобобовых [2,3].

Исследования, направленные на усовершенствование агротехнологии бобов кормовых на орошаемых землях в условиях южной лесостепи Западной Сибири за счет регулирования режима минерального питания, проведены на орошаемом стационаре ФГБНУ «Омский АНЦ».

Бобы кормовые выращивались в восьмипольном орошаемом севообороте. Изучалось влияние следующих факторов. Фактор А: допосевное внесение фосфорсодержащих удобрений – P_{60} и P_0; фактор В: допосевное внесение азотных удобрений и микроэлементов – N_{30}+Mo, N_{30} и N_0; фактор С: последействие фонов с различным содержанием фосфора – средняя обеспеченность подвижным фосфором (по Чирикову), 50-100 мг/кг почвы (фон 0); повышенная, повышенная, 100-120 мг/кг почвы (фон I) и 140-150 мг/кг

почвы (фон II); высокая, 150-200 мг/кг почвы (фон III). То есть варианты N_{30}+MoP_{60}, $N_{30}P_{60}$, P_{60}, N_{30}+Mo, N_{30} и N_0, наложенные поперек четырех фонов по обеспеченности фосфором, образовали 24-вариантную схему опыта.

Объект исследований – бобы кормовые. Это одна из древнейших культур мирового земледелия, которая в основном выращивается на кормовые цели, так как в 1 кг семян содержится 1,29 корм.ед и 250 мг переваримого протеина. При скашивании во время цветения зеленая масса бобов может скармливаться в свежем виде, а также для заготовки различных кормов на стойловый период (силос, сенаж, сено и др.).

В конце XX века под кормовыми бобами было занято около 2,5 млн. га или 1,6% от общей посевной площади зернобобовых культур. Валовой сбор был на уровне 3,4 млн. т (1,5% от общего сбора зерна этой группы культур) при средней урожайности семян 1,5 т/га [4].

Сорт бобов кормовых Сибирские. Выведен Сибирским НИИ кормов совместно с Алтайским НИИ сельского хозяйства. Включен в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Российской Федерации. Растение средней высоты, стеблей мало, узлов среднее количество. Масса 1000 семян – от 380 до 450 г. Устойчив к растрескиванию. Сорт среднеспелый, от всходов до цветения проходит 36 дней, а до полного созревания – 95 дней [5].

Размер делянок 360 м^2, учетной площади – 36 м^2, повторность 3-кратная. Удобрения вносили в соответствующих вариантах до посева бобов сеялкой СЗ-3,6. Посев бобов проводили 17-21 мая сеялкой СЗ-3,6 сплошным рядовым способом с шириной междурядий 15 см. Норма высева – 0,6 млн шт./га. Доля сорного компонента в опытных посевах была сведена до минимума за счет применения гербицида на основе д.в. «Имазетапир» – Пивот, ВК (0,5-0,8 л/га) в фазе развития 3-х настоящих листьев культуры. Учет и уборку урожая семян осуществляли в третьей декаде сентября комбайном «Сампо-130». С помощью проведения вегетационных поливов дождевальной машиной ДКШ-64 «Волжанка» в опытах поддерживался заданный режим влажности почвы от влажности разрыва капилляров (ВРК) до наименьшей влагоемкости (НВ) в слоях 0-0,6 и 0-1,0 м в дополнение к атмосферным осадкам. Поливная норма 300 м^3/га. Наименьшая влагоемкость для слоя 0-0,6 м – 184 мм, 0-1,0 м – 297 мм. В остальном агротехника возделывания бобов кормовых была общепринятой.

Почва – лугово-черноземная, среднемощная, среднегумусная, тяжелосуглинистая с содержанием гумуса в слое 0-0,4 м – 5,9-6,4 %, мощность гумусового горизонта – 0,45 м. Реакция почвенной среды в пахотном слое нейтральная – pH водной вытяжки – 7,0-7,2. Грунтовые воды осенью в среднем залегают на уровне 3 м [6].

Высокая урожайность семян считается одним из главных факторов, подтверждающих привлекательность культуры для массового внедрение в сельскохозяйственную отрасль.

Бобы кормовые отличаются высокой потенциальной продуктивностью, превышая другие зернобобовые культуры по этому показателю. В

среднем за период исследований бобы кормовые достоверно положительно реагировали на улучшение условий питания фосфором, при слабом влиянии азотных удобрений и Мо. Допосевное внесение аммофоса повышало сбор семян с 2,90 до 4,59 т/га или в 1,6 раза в среднем по этому фактору (таблица 1).

Таблица 1. Урожайность бобов кормовых в зависимости от условий минерального питания, т/га семян, 2016-2017 гг.

Варианты удобренности		Фоны по обеспеченности P_2O_5				Среднее по фактору	
фосфор (фактор А), кг д.в./га	азот, Мо (фактор В), кг д.в./га	0	I	II	III	A	B
P_{60}	N_{30}+Мо	5,10	4,42	5,48	3,97	4,59	3,80
	N_{30}	4,92	4,70	4,89	3,93		
	N_0	4,20	4,41	5,18	3,90		3,76
0	N_{30}+Мо	2,40	2,13	3,25	3,69	2,90	
	N_{30}	2,15	2,53	3,09	3,89		3,67
	N_0	2,28	2,76	3,32	3,29		
Среднее С		3,51	3,49	4,20	3,78		
$НСР_{05}$ – А – 0,33; В – $F_ф<F_{05}$; С – 0,47; для частных средних – 1,17							

Значение фонов с повышенной и высокой обеспеченностью почвы подвижным фосфором в повышении семенной продуктивности бобов кормовых выразилось в закономерной прибавке с 3,51 до 4,20 т/га или выше на 20 % в среднем по фонам обеспеченности фосфором. Сочетание перечисленных факторов увеличивало продуктивность бобов кормовых с 2,28 до 5,18 т/га, то есть в 2,3 раза. Отзывчивость на внесенные до посева азотные удобрений была слабой, что связано с компенсацией потребности бобов в этом элементе за счет симбиотически фиксируемого азота.

Стоит отметить, что допосевное внесение P_{60} при средней обеспеченности почвы подвижным фосфором, которая является характерной для большей части пашни Омской области, увеличивало сбор семян с 2,28 до 4,20 т/га или на 84%. В данном случае внесение 1 кг д.в. фосфорсодержащих удобрений окупалось 32 кг семян бобов кормовых. Бобы кормовые отличаются высокой продуктивностью не только семян, но и абсолютно сухой массы (табл. 2).

Оптимизация минерального питания обеспечивала сбор до 10 т/га с.в., что в 1,9 раза выше, чем на контроле, при слабой реакции на азотные удобрения – отмечалась тенденция увеличения сбора сухого вещества при внесении N_{30}+Мо с 7,17 до 7,99 т/га в среднем по фактору «азот».

Значение фонов с повышенной и высокой обеспеченностью почвы подвижным фосфором в повышении продуктивности бобов кормовых выразилось в росте урожайности массы сухого вещества с 6,92 до 8,11 т/га или на 17 % в среднем по фонам обеспеченности почвы доступным P_2O_5.

Полученные результаты показали, что на формировании семенной продуктивности большое влияние оказывает фосфор. За счет внесения фосфорсодержащих удобрений на орошаемых землях, как в год посева, так и в предшествующий период, возможно увеличить сбор семян бобов кормовых до 5 т/га и более. Обязательным условием является качественное выполнение других элементов технологии возделывания, в том числе защита посевов от сорной растительности.

Таблица 2. Продуктивность бобов кормовых в зависимости от условий минерального питания, т/га

Вариант удобренности		Фоны по обеспеченности P_2O_5 (фактор С)				Среднее по фактору	
фосфор (фактор А), кг д.в./га	азот, Мо (фактор В), кг д.в./га	0	I	II	III	A	B
Зеленая масса							
P_{60}	N_{30}+Mo	35,95	36,29	33,79	36,03	34,59	32,15
	N_{30}	28,10	35,67	31,13	41,47		
	0	34,50	33,10	33,93	35,17		30,70
0	N_{30}+Mo	21,49	39,23	25,30	29,13	27,53	
	N_{30}	20,13	34,07	26,13	28,90		30,33
	0	21,97	30,03	27,23	26,70		
Среднее, С		27,02	34,73	29,59	32,90		
Сухое вещество							
P_{60}	N_{30}+Mo	8,68	8,91	7,96	10,04	8,25	7,99
	N_{30}	7,01	7,85	7,15	9,64		
	0	9,21	6,64	7,69	8,19		7,30
0	N_{30}+Mo	5,87	10,04	5,74	6,72	6,73	
	N_{30}	5,55	7,09	6,69	7,43		7,17
	0	5,22	7,18	6,60	6,63		
Среднее, С		6,92	7,95	6,97	8,11		
$НСР_{05}$: А – 0,63; В – 0,77; С – 0,89; для частных средних – 2,18							

Литература

1. Усовершенствование системы земледелия на мелиорируемых землях Омской области: рекомендации. ФГБНУ «Омский АНЦ». – Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2018. – 58 с.
2. Бойко В.С. Интенсификация полевого кормопроизводства и воспроизводство плодородия орошаемых лугово-черноземных почв в лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. д-ра с.-х. наук / В.С. Бойко. – Барнаул, 2011. – 39 с.
3. Тимохин А.Ю. Отзывчивость зернобобовых культур на различный уровень минерального питания при орошении в лесостепи Западной Сибири / А.Ю. Тимохин // Достижения науки и техники АПК – 2014 №5.- С. 10-13.
4. Коломейченко В.В. Растениеводство/Учебник. / В.В. Коломейченко. – М.: Агробизнесцентр, 2007. – 600 с.
5. Кашеваров Н.И. Кормовые бобы «Сибирские» / Н.И. Кашеваров, Р.И. Полюдина, А.А. Полищук, А.Ф. Петров, Н.Н. Кашеварова // Кормопроизводство. – 2008. - № 4. – С. 20-21.

6. Бойко В.С. Исследования уровня и состава грунтовых вод при орошении в южной лесостепи Омского Прииртышья / В.С. Бойко, А.Ю. Тимохин // Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. - № 3. – С. 34-36

УДК 633.375:633.2:551.58

ПРОДУКТИВНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ СЕНОКОСНЫХ ТРАВОСМЕСЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ВИДОВОГО СОСТАВА И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

[1]Павлючик Е.Н. к.с.-х.н., **[1]КапсамунА.Д.** д.с.-х.н., **[1]Иванова Н.Н.** к.с.-х.н.
[2]Тюлин В.А. д.с.-х.н., профессор; **[1]Силина О.С.** м.н.с.
[1]ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г.Тверь, Россия
[2]Тверская ГСХА, г.Тверь, Россия

Ведущую роль при создании надёжной кормовой базы имеют многолетние травы, возделывание которых позволяет получать наиболее дешевый и энергетически полноценный корм для животных [7, 9, 16].

Важную роль при создании травостоев имеет подбор разных видов многолетних трав и адаптивных новых сортов. Возделывание в травосмеси в качестве доминанта люцерны изменчивой предусматривает увеличение продуктивного долголетия. Введение разновидовых и разноскороспелых бобово-злаковых травосмесей при двухкратном использовании является основой формирования прочной кормовой базы на осушаемых землях Нечерноземья. Использование в сенокосной технологии смешанных посевов способствует повышению их долговечности, стабилизации урожая по годам и является экологически чистым приёмом повышения эффективности кормопроизводства [1, 2, 5, 15].

Использование в травосмесях клевера лугового вследствие биологических особенностей не превышает 2-3 года, после его выпадения травостои становятся злаковыми и требуют для сохранения продуктивности использование азотных удобрений, которые являются дорогостоящими. Решение данной проблемы возможно при введении в кормовые клеверо-злаковые травосмеси в качестве третьего компонента бобовой культуры с более длительным сроком использования - люцерны изменчивой, что позволит увеличить их кормовую продуктивность до пяти-семи лет и снизить затраты на производство кормов [3, 8, 17].

Освоение в производстве новых раннеспелых сортов клевера лугового Марс, ВИК 7 и Дымковский, отличающихся зимостойкостью и устойчивой кормовой продуктивностью, позволит получить гарантированный урожай независимо от климатических условий и увеличить укосную площадь клеверов в структуре северных регионов до 30-40% [13, 14].

Определение видового состава кормовых культур в трёхкомпонентных сенокосных травосмесей и формирование их продуктивности на протяжение пяти лет пользования в условиях гумидной зоны Нечерноземья проводилось в полевых исследованиях.

Место, условия и методика исследований. Опыт проводился в 2012-2017 годы на опытном поле ФГБНУ ВНИИМЗ, расположенном в Калининском районе Тверской области на дерново-подзолистой осушенной почве. Агрохимический анализ почвенных образцов проводили в лаборатории аналитических исследований ФГБНУ ВНИИМЗ.

Почва опыта в слое 0-20см в год закладки характеризовалась слабокислой почвенной реакцией (5,6-5,8) со средней и повышенной обеспеченностью легкогидролизуемым азотом (53,6-79,0мг/кг почвы). Содержание в пахотном слое почвы 0-20см подвижного фосфора (по Кирсанову) среднее и повышенное 138-180мг/кг почвы. По концентрации обменного калия почва опыта среднеобеспеченна с содержанием калия 93-113мг/кг почвы. По степени обеспеченности гумусом (2,49-3,32%) почвы среднеокультуренные.

После пяти лет возделывания бобово-злаковых травостоев на большинстве вариантов отмечено улучшение агрохимических показателей пахотного слоя почвы: почвенная реакция сдвинулась в сторону нейтральной; на прежнем уровне остались показатели обеспеченности легкогидролизуемым азотом; повысилось содержание подвижного фосфора (по Кирсанову), обеспеченность почвы гумусом не изменилось и только содержание подвижного калия (по Кирсанову) резко снизилось, что говорит о высокой потребности в калии бобово-злаковых травостоев сенокосного типа.

Опыты заложены сотрудниками отдела кормопроизводства методом обычных повторений с рендомизированным размещением вариантов, общая площадь делянки – 72м^2, учётная – 40м^2. Повторность в опытах трёхкратная. Проводилась ежегодная подкормка бобово-злаковых травостоев из расчёта $Р_{45}К_{45}$. Методика исследований и агротехника возделывания культур опыта – общепринятая для Тверской области и Центрального Нечерноземья РФ. [10, 11, 12].

Для оценки условий роста и развития бобово-злаковых травосмесей в опыте определялись биологические параметры многолетних агрофитоценозов, функционирующих в условиях осушаемых земель гумидной зоны.

Первый укос опытных бобово-злаковых травосмесей проводили на сено при высоте скашивания 4-6см, 2-ой укос при высоте – 6-7см на зелёную массу при бутонизации и начале цветения клевера лугового и люцерны изменчивой.

Учёты и наблюдения в исследованиях проводили по методикам, принятым в кормопроизводстве, статистическую обработку показателей урожайности – методом дисперсионного анализа. (Доспехов Б.А., 1985) [4].

Результаты исследований. В 2013-2015 годы проведения опыта, исследования акцентировались на определении адаптации и потенциала, раннепоспевающих сортов клевера лугового в составе травосмесей, в 2016-2017гг., вследствие практически полного выпадения клевера лугового, внимание было полностью обращено на изучение потенциала более долговечного второго бобового компонента смеси – люцерны изменчивой.

Знание видового состава травосмесей показывает процентное участие в формировании урожайности видов трав. Результаты исследований показывают, что на осушаемых дерново-подзолистых почвах видовой состав многолетних кормовых трав в травосмесях, изменяется в зависимости от почвенно-климатических условий и биологических особенностей трав.

Неблагоприятные погодные условия 2013 года – недостаточное количество продуктивной влаги при повышенной температуре воздуха угнетающе действовали на развитие клевера, тормозили его рост и кустистость. Несмотря на такие условия в первый год пользования трав, в травостое смесей преобладали бобовые травы при 1-ом укосе 56-89%, при 2-ом укосе соотношение бобовых растений и злаковых практически уравновесилось и составило 33-55% бобовых культур против 45-67% злаковых (табл.1).

То есть ко времени вторичного скашивания количество бобовых трав в смеси уменьшилось в 1,4-2,5 раза по сравнению с первичным скашиванием, а злаковых наоборот увеличилось в 1,2-1,6 раза.

Наиболее высоким показателем соотношения бобовых трав отличались смеси с клеверами сорта Дымковский 56-87% в 1-ом укосе и 34-55% во втором. В зависимости от вида злакового компонента процентный состав бобовых растений в смеси не имел значительных различий и составлял при 1-ом укосе 11-44%, при втором 45-67%.

Межукосный период формирования второго урожая растительной массы в 2014 году характеризовался ограниченным выпадением осадков и повышенной температурой воздуха. В таких экстремальных условиях отмечен активный рост более долговечного и засухоустойчивого бобового компонентов люцерны изменчивой. При первом укосе в ботаническом составе преобладали злаковые компоненты 65-80%, а при вторичном скашивании составляющая злаковых трав была около 50%, увеличение бобовых компонентов отмечено за счёт активного роста второго бобового компонента люцерны изменчивой.

Таблица 1. Видовой состав бобово-злаковых травосмесей при двуукосном использовании, (%) 2013-2017г.

Злаковый компонент	Состав смеси	Процентное соотношение бобовых и злаковых трав, (%)					
		ВИК 7		Марс		Дымковский	
		1 укос	2 укос	1 укос	2 укос	1 укос	2 укос
2013г.							
Тимофеевка луг. ВИК 9	боб.	86	52	81	38	87	55
	злак.	14	48	19	62	13	45
Овсяница луг.Сахаровская	боб.	85	33	89	52	67	39
	злак.	15	67	11	48	33	61
Ежа сборная Хлыновская	боб.	78	38	78	38	56	34
	злак.	22	62	22	62	44	66
2014г.							
Тимофеевка луг. ВИК 9	боб.	26	59	20	45	26	46
	злак.	74	41	80	55	74	54
Овсяница луг.Сахаровская	боб.	26	29	22	65	34	48
	злак.	74	71	78	35	66	52
Ежа сборная Хлыновская	боб.	35	63	25	78	20	37
	злак.	65	37	75	22	80	63
2015г.							
Тимофеевка луг. ВИК 9	боб.	72	85	65	82	69	80
	злак.	28	15	35	18	31	20
Овсяница луг.Сахаровская	боб.	86	84	76	88	86	82
	злак.	14	16	24	12	14	18
Ежа сборная Хлыновская	боб.	71	73	64	75	67	76
	злак.	29	27	36	25	33	24
2016г.							
Тимофеевка луг. ВИК 9	боб.	62	83	69	76	63	82
	злак.	38	17	31	24	37	18
Овсяница луг.Сахаровская	боб.	76	87	81	89	82	79
	злак.	24	13	19	11	18	21
Ежа сборная Хлыновская	боб.	60	83	64	69	58	74
	злак.	40	17	36	31	42	26
2017г.							
Тимофеевка луг. ВИК 9	боб.	92	54	81	63	83	77
	злак.	8	46	19	37	17	23
Овсяница луг.Сахаровская	боб.	94	69	81	68	90	49
	злак.	6	31	9	32	10	51
Ежа сборная Хлыновская	боб.	68	73	61	55	72	69
	злак.	38	27	39	45	28	31

На третий год пользования травами при первичном скашивании бобовых культур в составе травосмесей было от 64-86%. Наиболее высокий этот показатель у травосмесей, в составе которых включён ВИК 7. Анализируя состав травосмесей по виду злакового компонента, следует отметить, что из злаковых в составе смесей самый высокий показатель у ежи сборной – 24-36%, низкий у овсяницы луговой – 12-24%.

Показатели видового состава при 2-ом укосе показывает также высокое в % отношении участие в травостоях бобовых культур 75-88%. Наибольший этот показатель у травосмесей с клевером Марс.

В травостоях третьего года пользования освободившуюся нишу после выпадения клевера лугового, вследствие его биологических особенностей, занимает люцерна изменчивая. Соотношение клевера лугового и люцерны изменчивой в смесях составляет практически равные доли 30-40%.

В 2016 году при проведении 1-го укоса в составе травосмесей преобладали бобовые культуры (58-82%). Данный показатель высок за счёт участия в смесях третьего более долголетнего компонента люцерны изменчивой 22-60%, клевера составляли 22-28%. При втором укосе в смесях с раннеспелыми сортами клеверов было 10-16%. Из злаковых на 4-ый г.п. большую часть составляли тимофеевка луговая и ежа сборная – 31-42%, более низкий показатель у овсяницы луговой – 11-24%. Если соотношение клевера лугового и люцерны изменчивой в смесях на 3-ий год пользования составлял практически равные доли 30-40%, то на 4-ый г.п. процент содержания люцерны в смеси преобладал клевер луговой. На 5-ый год пользования травостоями (2017г.) преобладание бобовых культур в составе травосмесей при проведении 1-го укоса сохранилась – 61-94%, основную часть составляла люцерна изменчивая, клевера в составе не превышали 6%.

Анализируя состав травосмесей по виду злакового компонента, следует отметить, что из злаковых в смесях больше всего ежи сборной – 28-39%, более низкий показатель у овсяницы и тимофеевки луговой – 6-19%.

Видовой состав бобово-злаковых травостоев сенокосного типа при втором укосе показывает также высокое в % отношении участие в травостоях бобовых культур 55-77%, за счёт участия люцерны изменчивой, клевер луговой присутствует в единичном экземпляре.

В 1г.п. активной силой роста среди ранних сортов клевера отличались смеси с ультрараннеспелым Марсом, их продуктивность составила 9,5 т/га в среднем за два укоса, за счёт использования весенних запасов влаги в корнеобитаемом слое как наиболее ранних травосмесей (табл.2).

Засушливые условия вегетационного периода во 2-ой г.п. травостоями отрицательно отразились на состояние клеверов ранних сроков поспевания, в результате клевер выпал из травостоя.

Таблица 2. Продуктивность сухой массы бобово-злаковых травосмесей за 2 укоса в среднем, (т/га), 2013-2017 гг.

Сорт клевера лугового в смеси	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
ВИК 7	7,7	5,8	8,0	6,8	7,9
Марс	9,5	6,4	9,2	6,7	6,7
Дымковский	8,9	6,1	8,2	6,8	7,1
В среднем	8,7	6,1	8,5	6,8	7,2
$НСР_{05}$: 2013г.– 1,478; 2014г. -0,378; 2015- 1,522; 2016-1,686; 2017-1,186					

На третий год пользования травами продуктивность смесей составила 7,9-9,2 т/га сухой массы, лидерство на третий год пользования сохранялось на вариантах с ранними клеверами Марс и Дымковский, высокую долю в формировании урожая принимала участие люцерна изменчивая, которая активно развивалась.

Клевер луговой на 4-ый г.п. вследствие биологических особенностей исчерпал свои возможности, активное участие в формировании продуктивности имела более долголетняя культура люцерна изменчивая, урожай сухой массы люцерны со злаковыми компонентами составил 6,7-6,8 т/га. На пятый год пользования выход сухой массы травосмесей составил 6,7-7,9 т/га.

Полученные данные показывают, сконструированные трёхкомпонентные травосмеси в первые два года пользования урожайность от 5,7 до 9,5 т/га формируют за счёт клеверов и злаковых компонентов. На третий год пользования в формировании урожайности 8,3 т/га в среднем по вариантам, помимо клевера и злаковых компонентов участвует люцерна изменчивая. На 4-ый и 5-ый год пользования после выпадения клевера продуктивность сухой массы от 6,7 до 7,9 т/га формирует люцерна со злаковыми травами.

Результаты полевого эксперимента показали, из злаковых компонентов наиболее устойчивыми проявили себя ежа сборная и тимофеевка луговая. Рекомендовано использование оптимальных видовых составов кормовых агроценозов сенокосного назначения на основе клевера лугового (Марс, ВИК 7, Дымковский), люцерны изменчивой Находка со злаковыми культурами (тимофеевка луговая, овсяница луговая и ежа сборная) при 5-ти летнем использовании с продуктивностью в среднем по годам 7,2 т/га сухой массы за 2 укоса. По своим биологическим свойствам рекомендуемые сорта клевера лугового пригодны для возделывания в смешанных посевах на полевых землях при 2-х кратном режиме скашивания. Введение новых, адаптированных кормовых трав способствует увеличению и стабилизации биопродуктивности ландшафта до 9,5 т/га сухой массы.

Литература

1. Возделывание и использование перспективных сортов люцерны в кормопроизводстве Центральных районов Нечерноземной зоны России. -М.: ВНИИК. -26с.
2. Григорьева М.С., Цивенко И.А. Продуктивность многолетних трав в зависимости от сроков скашивания и продолжительности использования в кн.: Вопросы кормопроизводства, кормления и повышения племенных и продуктивных качеств с/х. в Центральном районе Нечерноземной зоны. Вып.52.- Москва. - 1980. -151с.
3. Дридигер В.К., Шлыкова Т.Д. Клевер луговой в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья. //Кормопроизводство. -2004. -№10. -С.15-18.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., Агропромиздат, 1985. - 350с.

5. Жезмер Н.В., Родионова А.В., Проворная, Л.В.Мартынова, Е.К.Орленкова. Теория и практика создания целевых фитоценозов. В кн. Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения. М.: ФНГУ "Роинформагротех", 2002. С.52-66.
6. КобзинА.Г. Сеяные сенокосы и пастбища на осушаемых землях. Тверь, 2008. С.111-171
7. Ковалев Н.Г., Кобзин А.Г., Тюлин В.А., Иванова Н.Н. и др. Оптимальные видовые составы кормовых агроценозов на основе новых сортов многолетних трав и технологии кормопроизводства, адаптированные к гидромелиоративному состоянию осушаемых угодий: - Тверь: Тверской печатник, 2010. – 15с.
8. Косолапов В.М., Шпаков А.С., Новосёлов Ю.К. и др. Возделывание и использование перспективных сортов клевера лугового в кормопроизводстве Центральных районов Нечерноземной зоны России. (Рекомендации).- М.:ФГУ РЦСК, 2009. – 36с.
9. Косолапов В.М., Шамсутдинов З.Ш., Ившин Г.И., Кулешов Г.Ф. и др. Основные виды и сорта кормовых культур. М.: Наука, 2015. 543с.
10. Методические рекомендации по рациональному использованию осушаемых земель в Нечерноземной зоне России. –М., 1997. - Россельхозакадемия. - 76с.
11. Методика опытов на сенокосах и пастбищах /ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – Москва, 1995.
12. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – Москва: Россельхозакадемия, 1997. – 156с.
13. Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н. Формирование продуктивности трёхкомпонентных бобово-злаковых травосмесей в условиях Верхневолжья. /Международный научно-исследовательский журнал. №8(50), часть 3. Екатеринбург. 2016. С.182-185.
14. Павлючик Е.Н. , Капсамун А.Д., Иванова Н.Н., Тюлин В.А., Силина О.С. Продуктивность многолетних кормовых травосмесей в разные по климатическим условиям годы. Ж.Бюллетень науки и практики. 2018г. С 83-91.
15. Подбор травосмесей для сенокосов и пастбищ. Практическое руководство. -М.: ВО Агропромиздат, 1989. -136 с.
16. Тюлин В.А. Формирование устойчивой продуктивности бобово-злаковых и злаковых травостоев. Тверь. - ТГСХА. - 2000. - 223с.
17. ТюлинВ.А., Лазарев Н.Н., Иванова Н.Н., Вагунин Д.А. Многолетние бобовые травы в агроландшафтах Нечерноземья. Монография. Тверь: Тверская ГСХА, 2014. 234с.
18. Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Иванова Н.Н. Многолетние бобовые травы на осушаемых землях Нечерноземья. Тверь: Твер. Гос. ун-т., 2018. 178 с. ISBN 978-5-7609-1388-3. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=36441012

УДК 631

ПРОДУКТИВНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВОСТОЕВ НА ОСНОВЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО В УСЛОВИЯХ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ

Вагунин Д.А., к.с-х.н., с.н.с., **Епифанова Н.А.,** лаборант-исследователь
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г.Тверь, Россия

Важным направлением в интенсификации кормопроизводства является введение в структуру травосеяния нетрадиционных или малораспро-

страненных многолетних бобовых трав с ценными хозяйственными и биологическими свойствами. Среди бобовых трав, наиболее ресурсосберегающими являются виды, обладающие продуктивным долголетием и высокой азотфиксирующей способностью. В последние годы, наряду с традиционными видами бобовых, при создании бобово-злаковых сенокосных травостоев значительное внимание уделяется использованию козлятника восточного [5].

К биологическим ресурсам можно отнести козлятник восточный (*Galega orientalis L.*), как одну из лучших высокопродуктивных кормовых и средоулучшающих бобовых культур. Козлятник восточный способен произрастать на одном месте более 15 лет обеспечивая стабильно высокий урожай зеленой массы, сохраняя параметры урожая и его качество [2, 3].

Технология возделывания бобовых трав не несет значительных материальных затрат, так как нет необходимости в ежегодном посеве, внесении азотных удобрений, оптимален уход за травостоем. Бобовые травы являются азотонакопителями, улучшают структуру почвы и в целом положительно влияют на плодородие почвы [1].

Созданию новых сортов бобовых трав уделяется повышенное внимание, при этом широко привлекается генофонд бобовых растений, перспективный селекционный материал, используются современные методы селекции [1].

Новые сорта бобовых многолетних трав отличаются высокой кормовой и семенной продуктивностью, приспособленностью к местным почвенно-климатическим условиям, экологической пластичностью, что позволяет им в полной мере реализовать свой хозяйственно-биологический потенциал [7].

Многолетние наблюдения за ростом и развитием козлятника восточного показали, что его травостой обладает высокой адаптивностью и гибкой пластичностью к стрессовым ситуациям климатических условий [6].

Расширение видового и сортового состава кормовых трав – эффективный метод повышения устойчивости кормопроизводства, валовых сборов и качества растительного сырья. Многолетние травы обогащают почву органическим веществом, восстанавливают плодородие земель, положительно влияют на урожайность последующих культур [4].

Методика исследований

В опыте проводятся исследования перспективных и высокоурожайных сортов бобовой культуры (козлятника восточного) и злаковых трав (кострец безостый, двукисточник тростниковый и тимофеевка луговая).

Сорта козлятника восточного: Гале селекции Эстонском НИИ земледелия и мелиорации, Юбиляр – ГНУ Псковский НИИСХ, Кривич – ГНУ Псковский НИИСХ. Изучаемые сорта относятся к засухо- и морозоустойчивым культурам, слабо поражаемые болезнями и вредителями, обеспечивающие высокий экономический эффект.

Почва участка дерново-подзолистая, супесчаная, на 3х почвенных разностях (глубокооглеенная, глееватая, глеевая). На момент закладки опыта в почве содержится подвижного фосфора 100,9 мг/кг, обменного калия

140,2 мг/кг. Реакция почвенного раствора среднекислая pH – 4,5-5,2. Удельная масса почвы 2,59 г/см^3. Преобладающими почвообразующими породами являются маломощные двучлены (более 60-70 %). Участок осушен закрытым гончарным дренажем. Междренные расстояния регулирующей сети 18-40 м, глубина закладки дрен колеблется от 0,8 до 1,1 метра. Содержание гумуса 1,4-2,5. Площадь опыта 6,8 га, размещение вариантов рендомизированное, в три яруса, повторность трехкратная. Посев беспокровный. Использование двухукосное. Агротехника общепринятая (табл.1).

Таблица 1. Схема опыта

№ п/п	Виды трав	Норма высева семян кг/га	Число укосов
1	Козлятник восточный (Гале) (контроль)	20	2
2	Козлятник восточный (Гале) + тимофеевка луговая (ВИК 9) + кострец безостый (Вегур) + двукисточник тростниковый (Урал)	12 5 6 6	2
3	Козлятник восточный (Юбиляр)	20	2
4	Козлятник восточный (Юбиляр) + тимофеевка луговая (ВИК 9) + кострец безостый (Вегур) + двукисточник тростниковый (Урал)	12 5 6 6	2
5	Козлятник восточный (Кривич)	20	2
6	Козлятник восточный (Кривич) + тимофеевка луговая (ВИК 9) + кострец безостый (Вегур) + двукисточник тростниковый (Урал)	12 5 6 6	2
7	Кострец безостый (Вегур) + тимофеевка луговая (ВИК 9) + двукисточник тростниковый (Урал)	6 5 6	2

1. Глубокооглеенная почва – приурочена к плоской равнине склона, междренное расстояние 38-40м, тип водного питания атмосферный, УПГВ 1,6-2,0м в сухой период; 0,9-1,2м – во влажный. Морена тяжелосуглинистая, карбонатная на глубине 1,5-1,7м. Содержание гумуса 1,6-1,7%, pH 4,9-5,0.

2. Глееватая почва – приурочена к средней части склона. Междренное расстояние 28-30м, смешанный тип водного питания (атмосферные осадки и намывные склоновые воды), УПГВ 1,3-1,7м в сухой период; 0,6-0,7м – во влажный. Морена карбонатная на глубине 1,0-1,2м. Содержание гумуса 1,4-1,6%, pH 4,8-5,1.

3. Глеевая почва – приурочена к нижней части склона. Междренное расстояние 18-20м, водное питание за счет намывных склоновых и почвенно-грунтовых вод, УПГВ 0,9-1,0м в сухой период; 0,3-0,4м – во влажный.

Морена карбонатная, валунная на глубине 0,3-0,5м. Содержание гумуса 2,0-2,5%, pH 4,6-5,2. Глубина залегания дрен колеблется в пределах 0,9-1,1м.

Результаты исследований

Сеяные бобово-злаковые травостои на протяжении 5 летнего пользования формировали урожайность в размере 15,3-47,7 т/га зеленой массы, 4,3-11,7 т/га сухой массы, 3,6-9,9 тыс.к.ед./га. Более продуктивными отмечены одновидовые посевы козлятника восточного. Менее урожайным был сеянный злаковый травостой. В среднем за годы чистые посевы козлятника восточного формируют 6,3-8,5 т/га сена. В смеси со злаковыми травами урожайность бобово-злаковых травостоев составляет 6,8-8,5 т/га сухой массы. По сортовым особенностям более урожайным отмечен козлятник восточный сорта Юбиляр (глеевая почва) – до 11,7 т/га сухой массы в 2017 году. На контрольном варианте продуктивность составила 5,5-9,7 т/га сухой массы. Козлятник восточный сорта Кривич формирует урожайность в пределах 5,3-9,6 т/га сухой массы.

В наших исследованиях ботанический состав многолетних сенокосных травостоев изменяется по вариантам опыта. По мере увеличения возраста травостоя происходит постепенный рост доли бобового компонента. Так в 2015 году на долю козлятника восточного приходилось в чистых посевах 65,2-79,5%, в смеси со злаками – 6,8- 24,1%. К 2018 году процентное содержание козлятника восточного составило в одновидовых посевах 72,1-95,8%, в смеси – 20,8-51,3%. По годам опыта отмечено постепенное снижение процентного содержания разнотравья в травостоях. В 2015 году на долю злаков приходилось 74,6-96,1%. На 5 год пользования процентное содержание злаков в вариантах 2, 4 и 6 снизилось за счет увеличения бобового компонента и внедрения разнотравья, составив 44,5-71,8%. В среднем за годы опыта наилучшая сохранность козлятника восточного в травостое отмечена в варианте 5 – чистый посев сорта Кривич 84,1% на глееватой почве. Процентное содержание козлятника восточного сорта Гале составило в одновидовом посеве 65,9-73,3%, в смеси со злаками – 15,5-29,7%, сорта Юбиляр – 74,3-76,9% и 17,6-24,9% соответственно.

Фитоценотическая активность трав зависела от их биологических особенностей. Более высоким индексом ценотической активности в среднем за 5 лет пользования обладала тимофеевка луговая (1,2-2,1). Фитоценотическая активность костреца безостого составила 0,8-1,3, двукисточника тростникового – 0,8-1,6. Активность козлятника восточного в 2015 была небольшой (0,2-0,8) в связи с особенностью медленного развития в первые годы жизни. К 2018 году конкурентоспособность козлятника восточного возрастает до 0,5-1,2.

В результате пятилетнего пользования изменения в плодородии под бобово-злаковыми и злаковым травостоями были неодинаковы. В год закладки реакция почвенного раствора на глубокооглеенной почве составила 4,9, глееватой – 5,5, глеевой – 4,3. К 2018 году кислотность почвы составила по вариантам опыта на глубокоогленной 4,1-6,5, глееватой 4,9-5,8, глеевой 3,9-4,5. В среднем за годы опыта значение pH почвы варьирует от 4,3 до 5,8. Исходное содержание подвижного фосфора в почве находилось в пределах средних значений 105,9-117,9 мг/кг. После 5 летней эксплуатации в 0-20 см слое его количество составило на глубокооглеенной почве 36-48 мг/кг, глееватой – 114-182 мг/кг, глеевой – 60-92 мг/кг. В среднем за эти годы содержание подвижного фосфора под травостоями составило 64,8-153,7 мг/кг. Почвы имели разное содержание калия. В 2018 году на глубокооглеенной почве отмечено низкое содержание K_2O – 43-56 мг/кг, на глееватой – от среднего до повышенного (104-159 мг/кг), на глеевой – низкое – 48-67 мг/кг. Содержание обменного калия в среднем по годам в зависимости от разности почвы составило от 58,7 до 124,0 мг/кг. В наших исследованиях почва содержит 1,8-2,5% гумуса, 64,3-79,0 мг/кг легкогидролизуемого азота. Среднее содержание кальция составило 34,0-62,0мг/кг, магния – 8,7-15,3 мг/кг (табл. 2).

Таблица 2. Химический состав почвы под травостоями в зависимости от степени оглеения, среднее

Почва	Вариант	pH	Мг/кг почвы		N легко-гидролиз.	Ca	Mg	Гумус, %
			P_2O_5	K_2O				
Козлятник восточный (Гале) (контроль)	глубоко-оглеенная	5,8	123,2	111,3	65,7	49,7	15,3	2,2
	глееватая	5,4	118,2	124,0	70,0	57,3	12,7	2,5
	глеевая	4,7	86,0	59,8	66,0	44,0	9,7	1,8
Козлятник восточный (Кривич)+тимофеевка луговая (ВИК 9)+ кострец безостый (Вегур) +двукисточник тростниковый (Урал)	глубоко-оглеенная	4,5	73,7	90,8	77,7	34,0	8,7	1,9
	глееватая	5,3	94,3	74,8	79,0	62,0	10,3	3,0
	глеевая	4,3	129,5	95,3	66,0	34,3	10,3	2,3
Кострец безостый (Вегур)+тимофеевка луговая (ВИК 9)+ двукисточник тростниковый (Урал)	глубоко-оглеенная	4,8	64,8	58,7	64,3	35,0	10,0	1,5
	глееватая	5,0	111,3	77,5	73,0	56,7	12,0	2,3
	глеевая	4,4	153,7	102,3	65,3	36,0	9,3	1,8

Литература

1. Баева В. С. Многолетние бобовые травы: урожайность сортов в 2018 году / В. С. Баева, А. М. Мазин // Известия Великолукской ГСХА. – 2018. - №4. - С 2-8

2. Баринов В.Н. козлятник восточный в системе биологизации земледелия на легких почвах нечерноземной зоны / В.Н. Баринов, М.Н. Новиков // Растениеводство и кормопроизводство. - 2019. - № 2 (88). - С.33-35
3. Вагунин Д.А., Агроценозы на основе козлятника восточного на осушаемых землях гумидной зоны / Д.А. Вагунин. -Тверь: Твер. гос. ун-т, 2018. – с.140-146
4. Вагунин Д.А., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н., Амбросимова Н.Н. Многолетние травостои на основе новых сортов козлятника восточного и интенсивных видов злаковых трав / А.Д. Капсамун, Н.Н. Иванова, Н.Н. Амбросимова // Бюллетень науки и практики, Т.4. № 10. С.185-191.
5. Вагунин Д.А. Многолетние агросэкосистемы козлятника восточного на осушаемых землях гумидной зоны /Д.А.Вагунин, Н.Н. Иванова, Н.Н. Амбросимова // Мат. межд. научн.-практ. конф. молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов приуроченной к «Году экологии в РФ». М., ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», 26 октября 2017. С.13-17.
6. Иванова Н.Н. Влияние козлятника восточного на состояние почвенного плодородия осушаемых почв Нечерноземья, / Н.Н. Иванова, Е.Н. Павлючик, Д.А. Вагунин, К.С. Юлдашев, Н.Н. Амбросимова // Вестник Гос. Аграрного университета Северного Зауралья. – 2017.-№ 2(37).- С. 28-35.
7. Косолапов В.М. Основные методы и результаты селекции многолетних трав / В.М. Косолапов, С.В. Пилипко // Кормопроизводство. – 2018. – №2. – С.23-28

РАЗДЕЛ V. Эффективное использование почвенных и водных ресурсов

УДК 631.347.3.012.3.001.3

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА РЕДУКТОРОВ, ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРИВОДАХ ОПОРНЫХ ТЕЛЕЖЕК ШИРОКОЗАХВАТНОЙ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ «КУБАНЬ - ЛК1»

[1]Рязанцев А.И., д.т.н., профессор, **Антипов А.О.,** к.т.н., доцент,
[1]Евсеев Е.Ю., аспирант
[1]Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань, Россия
[2]Государственный социально-гуманитарный университет, г. Коломна

Сельскохозяйственное производство развитых стран определяет орошение как надежный фактор увеличения производства продукции, ослабляющий воздействие неблагоприятных природно-климатических условий. Подтверждением этому служит тот факт, что половина сельскохозяйственной продукции в мире производится на орошаемых землях, которые занимают лишь 17% обрабатываемой площади [1].

Для орошения дождеванием, в странах СНГ (в Поволжье, на Северном Кавказе, Украине, Молдове, Казахстане и других районах) получили широкое распространение дождевальные машины, которые позволяют автоматизировать процесс полива и выращивать высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

Наиболее распространенными из них являются широкозахватные дождевальными машины (рис. 1), отечественного производства, такие как «Кубань - ЛК1» и «Фрегат» и импортного производства «Zimmatic», «Reinke», «Valley».

Рис. 1. Широкозахватная дождевальная машина

В силу действия государственной программы импортозамещения закупка и использование зарубежных ДМ, а также комплектующих к ним существенно усложняется.

Поэтому встает вопрос о разработке и использовании отечественных дождевальных машин на территории Российской Федерации.

Рассмотрим данный вопрос на примере особенностей выбора мотор - редукторов, для использования в приводах ходовых тележек широкозахватной дождевальной машины «Кубань - ЛК1».

Основным показателем привода опорной тележки является тяговый К.П.Д. ($\mathbf{n}_т$) в виде произведения трех коэффициентов полезного действия, учитывающих потери в трансмиссии, на буксование и перекатывание:

$$n_т = n_{тр} \times n_f \times n_\delta \quad (1)$$

Коэффициенты $\boldsymbol{n_f}$ и $\boldsymbol{n_\delta}$ характеризуют тяговые качества опорной тележки, а их произведение называется коэффициентом полезного действия ходовой системы $\boldsymbol{n_{x.c.}}$. Величина его у опорных тележек колеблется в больших пределах и в основном зависит от условий работы, конструкции и параметров ходовой системы, а также весовой нагрузки.

В настоящее время, на серийных тележках электрифицированной дождевальной машины «Кубань-ЛК1» применяется привод, состоящий из мотор-редуктора, выходные валы которого через карданные соединения передают крутящий момент на входные валы колесных редукторов, приводящих во вращение колеса тележки. Данная конструкция привода из-за блокированных связей и применения в нем затратных червячных передач не обеспечивает, характеризуемого коэффициентом полезного действия $\eta_{тр}$, экономного потребления энергии (рис. 2). При блокированном приводе, в определенных случаях, возможна циркуляция мощности в трансмиссии, вследствие неравномерности окружных скоростей колес, что снижает К.П.Д. машины и отражается на износе шин [2].

К.П.Д. червячного редуктора определяется отношением механической выходной и входной мощности (2):

$$n_т = \left(\frac{P_2}{P_1}\right) * 100\% \quad (2)$$

где: P_2 – выходная мощность, кВт;

P_1 – входная мощность, кВт.

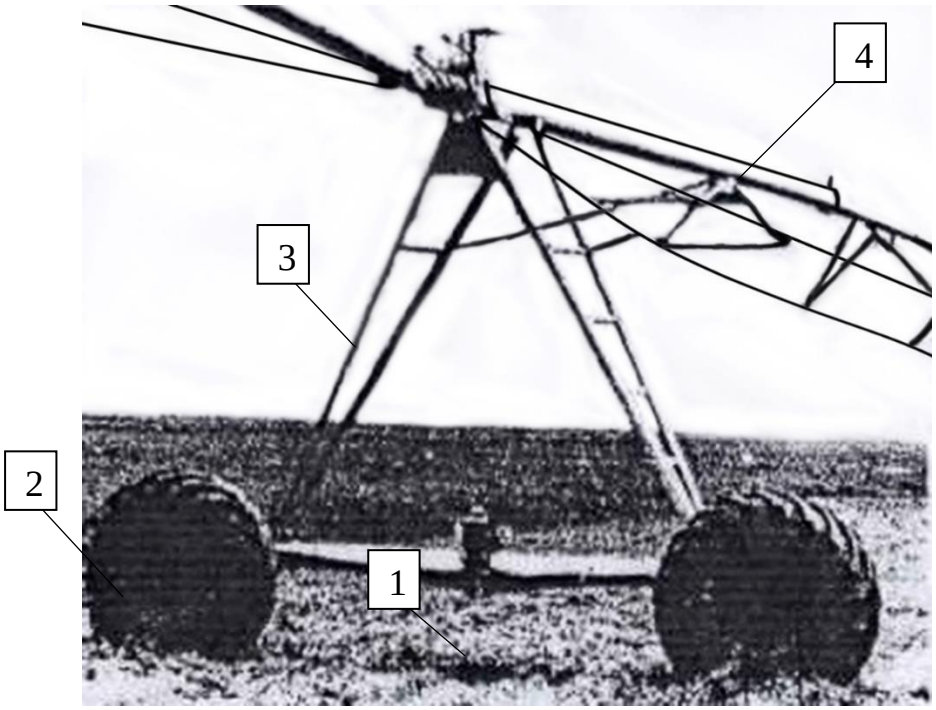
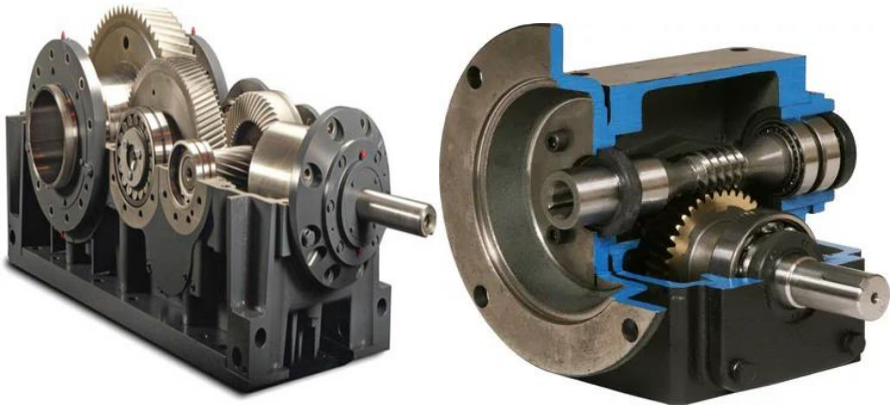


Рис. 2. Электропривод тележки дождевальной машины с карданами:
1 – карданная передача, 2 – колесо, 3 – рама, 4 – трубопровод

В червячных редукторах P_2 всегда меньше P_1, т.к. в результате трения между червячным колесом и червяком, в уплотнениях и подшипниках часть передаваемой мощности расходуется. Поэтому чем выше передаточное отношение, тем ниже КПД. Также на КПД червячного редуктора влияет продолжительность эксплуатации и качество смазочных материалов, используемых для профилактического обслуживания мотор-редуктора. Поэтому, не целесообразно использование указанного выше типа редуктора в приводах опорных тележек широкозахватной дождевальной техники.

Альтернативой червячному редуктору служит цилиндрический мотор-редуктор (рис. 3, А).



А Б

А – цилиндрический редуктор, Б – червячный редуктор.

Рис. 3. Колесные редуктора с зубчатым зацеплением

Проводя исследования двух редукторов, по основным параметрам, применения для дождевальной техники можно сделать вывод, что цилиндрический наиболее оптимально подходит к опорным тележкам ДМ, так как К.П.Д. составляет 0.88, что эффективно сказывается на тяговых характеристиках машины (таб.1).

Таблица 1. Сравнительные характеристики редукторов для ходовых систем ДМ

Параметр	**Тип редуктора**	
	Червячный мотор-редуктор марки Ч-80	Цилиндрический мотор-редуктор марки РМ-350
Передаточное число редуктора:	50	50
Крутящий момент, Н*м:	240	1000
Расчетная мощность электродвигателя, кВт:	1,1	1,1
К.П.Д.:	0,71	0,88
Допустимая радиальная нагрузка, Н:	2400	21000

Рассмотрим преимущества и недостатки использования указанных типов редукторов, выявленные в ходе проведения исследования:

1. Привод, на основе червячного редуктора (рис. 3, Б), при одинаковом передаточном отношении и мощности является более компактным.

2. Передаточное число данного редуктора может достигать 1:110, что в значительной степени снижает частоту вращения.

3. Низкий уровень шума при работе и высокая плавность хода.

Но, несмотря на значительные преимущества, при использовании червячного редуктора в приводах опорных тележек дождевальных машин, он имеет существенные недостатки:

1. Низкий К.П.Д., он обусловлен повышенным трением скольжения зубьев червячного колеса и червяка во время работы.

2. Чем больше передаточное отношение, тем меньше КПД. Например, К.П.Д редуктора с передаточным числом 80 составляет 58%. Остальная энергия рассеивается. Цилиндрические редукторы имеют К.П.Д 98%.

3. Повышенный нагрев. Потерянная энергия превращается в тепло. Корпус червячного редуктора всегда нагревается.

Эффективность применения отдельного мотора-редуктора еще больше может возрасти при его оснащении более совершенным зубчатым зацепление, получившим название волновых (рис.4).

Отличительной особенностью которых, является использование гибких зубчатых колес, за счет чего передачи приобретают новые свойства и возможности. Возможность получения большого кинематического эффекта, малых габаритов, рациональной компоновки, осуществление передачи дви-

жения сквозь непроницаемые стенки и ряд других свойств волновых передач позволяет прогнозировать перспективность широкого их внедрения в приводах опорных тележек дождевальных машин с электроприводом. К.П.Д при этом возрастает до 0.9 и выше.

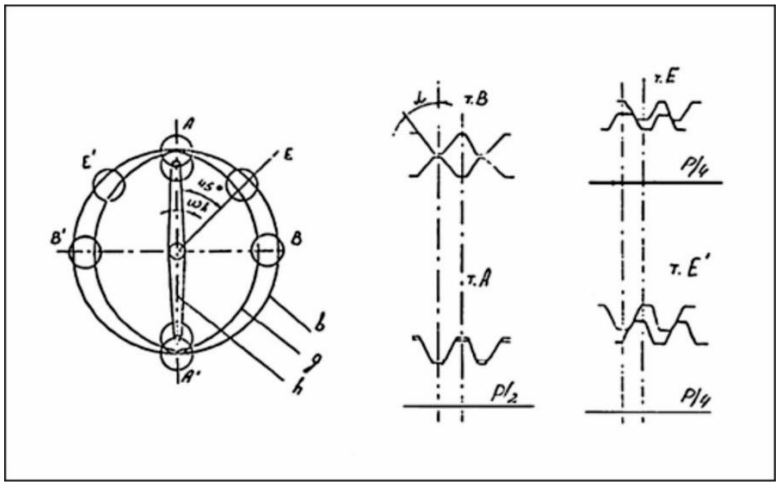


Рис. 4. Волновая передача с зубчатым зацеплением: а – схема волновой передачи; б – относительное положение зубьев в характерных точках передачи; в – жесткое колесо; д – гибкое колесо; h – генератор

Волновые передачи имеют следующие преимущества, которые были отмечены при испытании опытного образца «Кубань-ЛК2»:

1. Большое передаточное отношение – до 300 в одной ступени.
2. Большое число зубьев в одновременном зацеплении – до 40% от числа зубьев гибкого звена.
3. К.П.Д. волновых передач при одинаковых передаточных отношениях имеет примерно такие же значения, как и у планетарных или многоступенчатых зубчатых передач ($\eta = 0{,}8...0{,}9$).
4. Симметричность конструкции и, как следствие, малые нагрузки на валы и опоры.
5. Герметичность при специальном исполнении, позволяющая передавать движение в герметизированное пространство без скользящих уплотнений.
6. Широкие кинематические возможности. Подобно планетарной, волновую передачу можно применять не только как редуктор или мультипликатор, но и как дифференциальный механизм (можно складывать два движения в одно или одно разделять на два).

Исходя из указанного, внедрение редукторов с цилиндрической передачей, а в перспективе с волновой передачей позволит повысить К.П.Д. а, следовательно, снизить энергопотребление на передвижение, повысить надежность привода за счет его разблокировки и устранения паразитных мощностей.

Литература

1. Рязанцев, А.И. Эксплуатация транспортных систем многоопорных машин [Текст] / А.И. Рязанцев, А.О. Антипов. – Коломна: ГОУ ВО МО ГСГУ, 2016. – 225 с.

2. Рязанцев, А.И. Повышение эксплуатационных показателей транспортных систем многоопорных машин [Текст] / А.И. Рязанцев, А.О. Антипов., Смирнова Е.А. – Коломна: ГОУ ВО МО ГСГУ, 2018. – 246 с.
3. Ryazantsev, A.I. Ecological-energy directions for improving multiple sprinkling machines [Url:]// Ryazantsev A.I., Antipov A.O., Olgarenko G.V., Rembolovich G.K., Kostenko M.U. and d.r.// ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, February 2019 | Vol. 14 No. 3, ISSN 1819-6608 (онлайн).
4. Ryazantsev, A.I. Water conservation while using irrigation devices of multiple supports in the conditions of the Moscow region [Url:]// Ryazantsev A.I., Antipov A.O., Olgarenko G.V., Smirnov A.I. // Amazonia Investiga. 2019. Т. 8. № 18. С. 323-329.

УДК 624.131.7 (476.1)

РАСЧЕТ ОСАДКИ ДАМБЫ ОБВАЛОВАНИЯ НА ОБЪЕКТЕ «ГАЛО-КОВАЛЕВСКОЕ»

Васильева Н.В., к.т.н., доцент, **Васильев В.В**., к.т.н., доцент
УО «Беларусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь

Дамба обвалования построена на объекте “Гало-Ковалевское” на заболоченной пойме реки Птичь в Пуховичском районе Минской области. По трассе дамбы биогенные грунты представлены торфом и сапропелями различной мощности. Для наблюдения за осадкой дамбы в 4 сечениях были установлены осадочные марки. В каждом сечении устанавливалось несколько марок в створе. Поперечные сечения показаны на рисунках 1 и 2 в створах, оборудованных осадочными марками. Наблюдения за осадкой дамбы в процессе ее возведения и эксплуатации осуществлялось нивелированием осадочных марок. Показатели физических свойств и результаты расчета фазового состава образцов биогенных грунтов из основания дамбы обвалования приведены в таблице 1.

Коэффициент пористости органической составляющей биогенных грунтов от уплотняющей нагрузки p_i рассчитывался по формуле (1):

$$\varepsilon_i = 1{,}5 \cdot \varepsilon_{орг}^{0{,}816} - 0{,}158 \cdot \left(\varepsilon_{орг}\right)^{0{,}431} \cdot \varepsilon_{орг} \cdot \ell g \frac{p_i}{0{,}1} \quad (1)$$

Расчет осадки осуществлялся по эмпирическим формулам, полученным на основании обработки экспериментальных данных с грунтами, отобранными с различных объектов. Для торфов и сапропелей изменение коэффициента пористости от уплотняющей нагрузки определялся по формуле (2):

$$\varepsilon_i = 1{,}383 \cdot \varepsilon_o^{0{,}845} - 0{,}147 \cdot \left(\varepsilon_o\right)^{0{,}483} \cdot \varepsilon_o \cdot \ell g \frac{p_i}{p_o} \quad (2)$$

Осадка насыпей определялась инструментальными измерениями, а

нагрузка на основание определялась по формуле (3) от массы насыпи с учетом замеренной осадки:

$$P = \left(h_H + S\right) \cdot \gamma \qquad (3)$$

Таблица 1. Физические свойства и фазовый состав биогенных грунтов в основании дамбы обвалования на объекте “Гало - Ковалевское”

Створы	Вид грунта	Высота образца h, см	Влажность W, %	Плотность твердой фазы γ_s, г/см^3	Зольность Z, %	Плотность скелета грунта γ_d, г/см^3	Плотность грунта γ, г/см^3	Коэффициент пористости ε	Объем образца $V_{(см^3)}$	Масса образца $P_{(г)}$	Объем твердых частиц в единице объема m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
створ 1	торф	2,0	721,6	1,552	11,75	0,127	1,043	11,20	51,0	53,19	0,082
створ 2	торф	2,0	466,6	1,616	14,86	0,189	1,071	7,54	51,0	54,62	0,117
створ 3	торф	2,0	749,4	1,576	5,17	0,123	1,044	11,81	51,0	53,24	0,078
створ 3	сапроп.	2,0	318,0	2,195	43,71	0,275	1,149	6,98	51,0	58,60	0,125
створ 3	сапроп.	2,0	327,2	2,115	59,29	0,267	1,141	6,92	51,0	58,19	0,126
створ 4	торф	2,0	867,2	1,544	6,52	0,107	1,035	13,39	51,0	52,78	0,069
створ 4	сапроп.	2,0	376,2	2,020	36,7	0,234	1,114	7,60	51,0	56,81	0,116

Продолжение таблицы 1

Объем пор в единице объема, n	Масса в образце, г						Объем минерал. составляющей $V_{мин}$ см^3	Высота минерал. составляющей $h_{мин}$ см^3	Влажность органич. составляющей $W_{орг}$, %	Плотность скелета органич. сставляющей $\gamma_d^{орг}$,г/см^3	Коэф-нт пористост. органич. состаляющей $\varepsilon_{орг}$
	воды, $P_в$	твердой фазы, $P_{тв.ф}$	минерал. составляющей, $P_{мин}$	органич. составляющей $P_{орг}$	воды в минерал. составляющей $P_в^{мин}$	воды в органич. составляющей $P_в^{орг}$					
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,918	46,82	6,37	0,748	5,622	0,150	46,67	0,440	0,017	830,1	0,111	12,51
0,883	45,03	9,59	1,425	8,165	0,285	44,745	0,838	0,033	548,0	0,163	8,20
0,922	47,02	6,22	0,322	5,898	0,064	46,956	0,189	0,007	796,1	0,116	11,93
0,875	44,62	13,98	6,11	7,870	1,222	43,398	3,594	0,141	551,4	0,162	8,26
0,874	44,57	13,62	8,07	5,550	1,614	42,956	4,747	0,186	774,0	0,119	11,60
0,931	47,48	5,30	0,346	4,954	0,069	47,411	0,203	0,008	957,0	0,098	14,31
0,884	45,08	11,73	4,305	7,425	0,861	44,219	2,532	0,099	595,5	0,151	8,93

Фактические значения осадки насыпи определялись инструментальными измерениями, а нагрузку на основание определяли от массы насыпи с учетом осадки. Нагрузка по сечениям:

на ПК 23+63 $P = (2{,}60 + 106{,}2) \cdot 0{,}0016 = 0{,}586$ кгс/см^2

на ПК 17+92 $P = (2{,}60 + 23{,}9) \cdot 0{,}0016 = 0{,}454$ кгс/см^2

на ПК 11+50 $P = (2{,}60 + 186{,}4) \cdot 0{,}0016 = 0{,}714$ кгс/см^2

на ПК 5+50 $P = (2{,}60 + 143{,}8) \cdot 0{,}0016 = 0{,}646$ кгс/см^2

Коэффициент пористости торфа от уплотняющей нагрузки в створе 1 на ПК 23+63 равен $\varepsilon_i = 6{,}59$.

Расчетная осадка слоя торфа:

$$S = \frac{11{,}20 - 6{,}59}{12{,}20} \cdot 2{,}5 = 0{,}945м$$

Расчетная осадка в створах 2, 3, 4 рассчитывалась аналогичным образом и сведена в таблицу 2.

Высота слоя органической составляющей биогенных грунтов определялась по результатам расчета фазового состава (таблица 2). Значения высоты слоя минеральной составляющей определялись в компрессионном кольце высотой 2,0 см.

Высота слоя минеральной составляющей $h_{мин}^{зал}$ каждого вида биогенного грунта в залежи определялась по формуле (4):

$$h_{мин}^{зал} = \frac{h_{мин}^{об\,р}}{2} \cdot h_{г\,р} \qquad (4)$$

где $h_{мин}^{об\,р}$ – высота слоя минеральной составляющей (табл. 2);

$h_{г\,р}$ – толщина рассматриваемого слоя биогенного грунта в залежи, см.

Таблица 2. Расчет осадки дамбы обвалования на объекте «Гало-Ковалевское»

Сечения	Вид грунта	Толщина слоя, м		Удельная нагрузка P, кгс/см^2	Коэффициент пористости		Коэф. порист. достигн в результе уплот.от расчетной нагрузки по ф-лам, ,$S_ф$ (м)		Расчет. осадка получен. с использован. Формул, $S_р$, м		Фактическая осадка $S_{факт}$, м	Отклонения в %, $S_{факт}$ от $S_р$	
		грунта $h_{гр}$	орг.составл. $h_{орг}$		грунта, ε_o	орг.составл ε	1	2	3	4		3	4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Створ 1													
ПК 23+63	торф	2,50	2,48	0,586	11,20	12,51	6,59	7,28	0,945	0,960	1,062	-11,0	9,6
Створ 2													
ПК 17+92	торф	1,1	1,08	0,454	7,54	8,20	5,69	6,24	0,238	0,230	0,239	-0,42	3,8
Створ 3													
ПК 11+50	торф	1,7	1,69	0,714	11,81	11,93	6,26	6,66	0,736	0,689			
	са-проп	1,6	1,48	0,714	6,98	8,26	4,90	5,74	0,417	0,448			
	са-проп	1,7	1,54	0,714	6,92	11,60	4,88	6,58	0,438	0,613			
									∑1,591	∑1,750	∑1,864	-14,6	6,1
Створ 4													
ПК 5+50	торф	2,2	2,19	0,646	13,39	14,31	6,80	7,38	1,008	0,991			
	са-проп	1,7	1,62	0,646	7,60	8,98	5,26	6,09	0,462	0,469			
									∑1,47	∑1,46	∑1,438	+2,2	+1,5

Коэффициент пористости торфа от уплотняющейся нагрузки в створе 2 сечении ПК 17+92 равен ε_i =5,69.

Толщина слоя органической составляющей в залежи $h_{орг}^{зал}$ по створам будет равна:

В створе 1 на ПК 23+63:

торф

$$h_{мин}^{зал} = \frac{0,017}{2} \cdot 250 = 2,1см$$

$$h_{орг}^{зал} = 250 - 2,1 = 247,9 = 2,48м$$

В створе 2 на ПК 17+92:

торф

$$h_{мин}^{зал} = \frac{0,033}{2} \cdot 110 = 1,82см$$

$$h_{орг}^{зал} = 110 - 1,65 = 108,18 = 1,08м$$

В створе 3 на ПК 11+50:

торф

$$h_{мин}^{зал} = \frac{0,007}{2} \cdot 170 = 0,595см$$

$$h_{оор}^{зал} = 170 - 0,595 = 169,4 = 1,69м$$

1 слой сапропеля

$$h_{мин}^{зал} = \frac{0,151}{2} \cdot 160 = 12,0см$$

$$h_{орг}^{зал'} = 160 - 12 = 148 = 1,48м$$

2 слой сапропеля

$$h_{мин}^{зал} = \frac{0,186}{2} \cdot 170 = 15,8см$$

$$h_{орг}^{зал'} = 170 - 15,8 = 154,2 = 1,54м$$

В створе 4 на ПК 5+50:

торф

$$h_{мин}^{зал} = \frac{0,008}{2} \cdot 2,20 = 0,88см$$

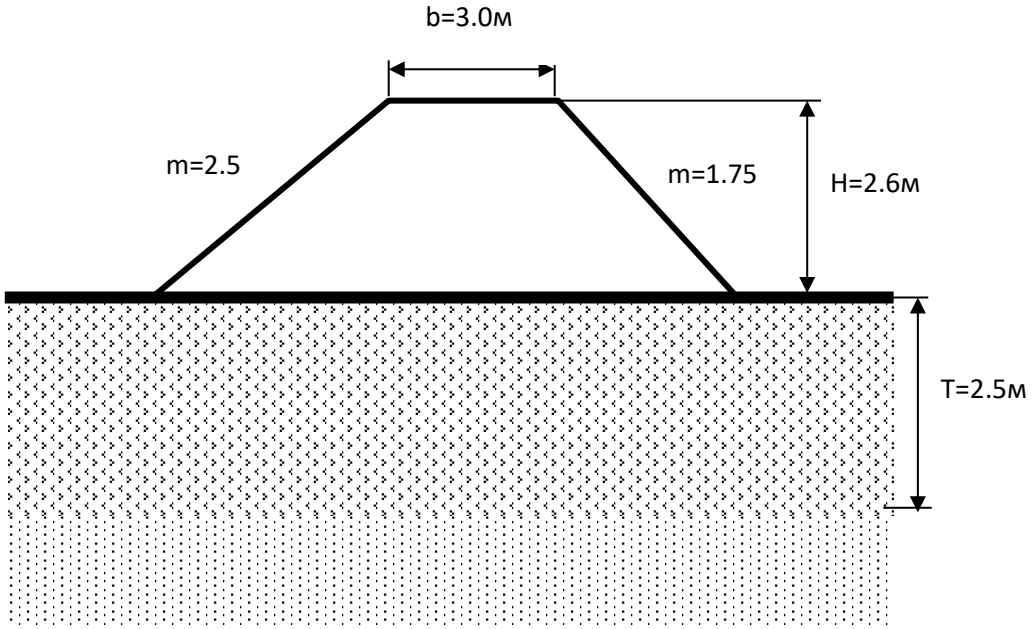
$$h_{орг}^{зал} = 220 - 0,88 = 219,12 = 2,19м$$

сапропель

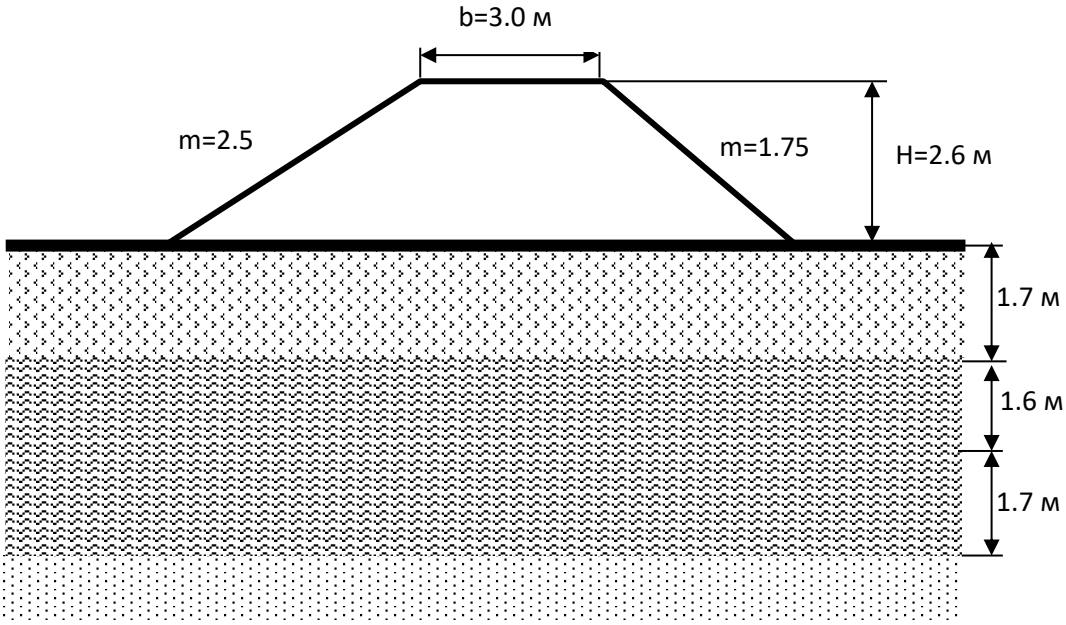
$$h_{мин}^{зал} = \frac{0,099}{2} \cdot 170 = 8,41см$$

$$h_{орг}^{зал} = 170 - 8{,}41 = 161{,}59 = 1{,}62 м$$

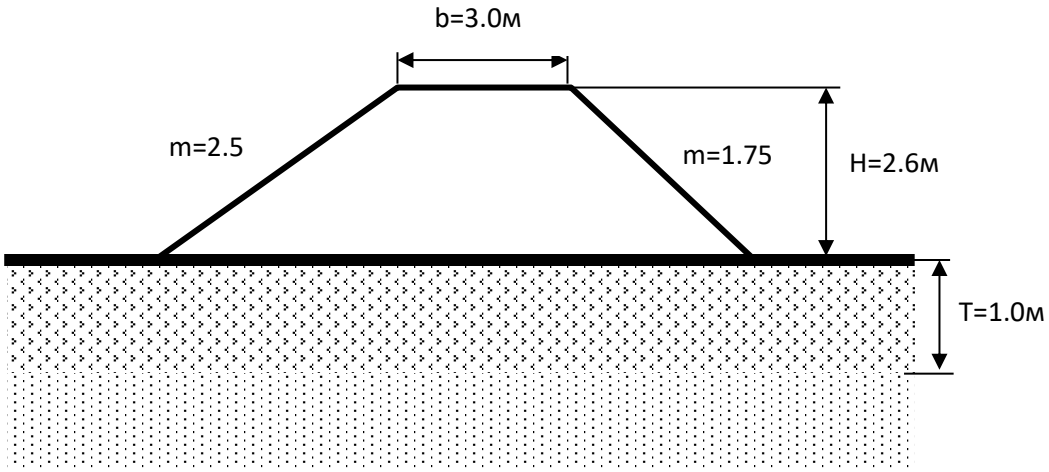
створ 1 ПК 23+63



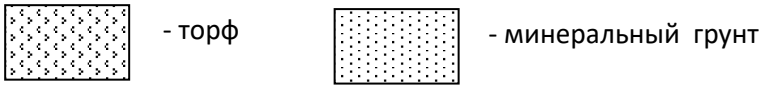
створ 3 ПК 11 + 50



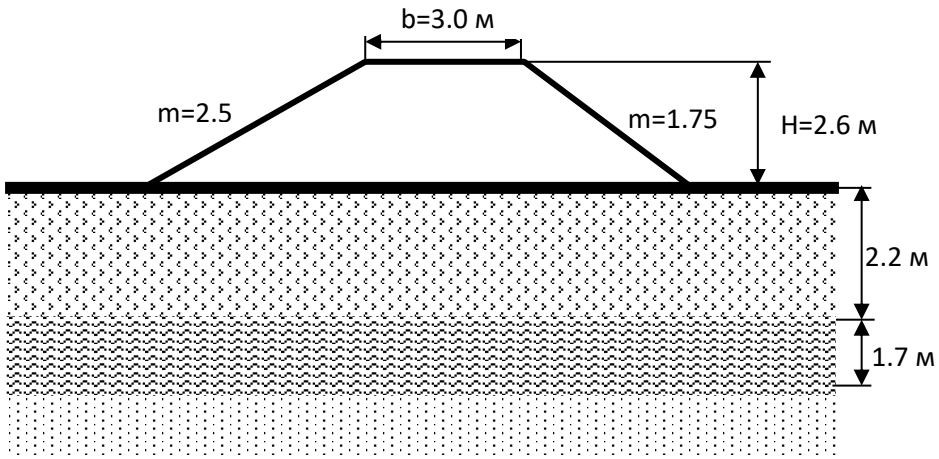
створ 2 ПК 17+92



Условные обозначения



створ 4 ПК 5 + 50



Коэффициент пористости органической составляющей торфа от уплотняющей нагрузки в створе на ПК 23+63 по формуле 3 равен $\varepsilon_i = 7{,}28$.

Расчетная осадка слоя органической составляющей торфа в створе 1 на ПК 23 + 63:

$$S = \frac{12{,}51 - 7{,}28}{13{,}51} \cdot 2{,}48 = 0{,}960 м$$

Расчет осадки слоя органической составляющей на створах 2, 3, 4 выполнен аналогичным образом. Результаты расчетов сведены в таблицу 2.

Как следует из таблицы 2, полученные значения дают удовлетворительную сходимость расчетных и фактических значений осадки. При этом расчетная осадка, вычисленная по органической составляющей значительно меньше откланяется от расчетной.

Литература

1. Ребиндер П.А. О формах связи воды с материалами в процессе сушки //Всесоюз. науч.-техн. совещание по интенсификации процессов сушки в основных отраслях пром-сти и сел. хоз-ве. - М., 1958. – С. 124-129.
2. Лиштван И.И., Базин Е.Т., Косов В.И. Физические процессы в торфяных залежах. - Мн.: Наука и техника, 1989. – 287 с.
3. Лиштван И.И., Базин Е.Т., Косов В.И. Физические свойства торфа и торфяных залежей. – Мн.: Наука и техника, 1985. – 240 с.
4. Лопотко М.З. Озера и сапропель. – Мн.: Наука и техника, 1978. – 86 с.
5. Шапошников М.Я. Геотехнические исследования болотных грунтов для строительства. - Л.: Стройиздат, 1977. – 128 с.
6. Фурса В.М. Строительные свойства грунтов района Ленинграда. -Л.:Стройиздат, 1975. – 142 с.
7. Коновалов П.А. Устройство фундаментов на заторфованных грунтах. – М.: Стройиздат, 1980. – 180 с.
8. Лундин К.П. Осадка торфяного основания //Достижения мелиоративной науки БССР. - Мн., 1958. – 104 с.
9. Печкуров А.Ф. Устойчивость русел рек и каналов – Мн.: Ураджай. 1964. – 411 с.
10. Иванов Н.Н. Некоторые теоретические обоснования деформаций насыпей на болотах. //Устройство земляных насыпей на болотах взрывным способом. – М., 1938. – 80 с.
11. Королев А.С. Определение компрессионных свойств глинистых грунтов и торфов графо-аналитическим методом //Основания, фундаменты и механика грунтов – 1965. - № 6. – с. 26-29.
12. Дрозд П.А., Заяц В.Н. Расчет осадки насыпей на болотах//Гидротехника и мелиорация – 1968. - №3. – С. 59-64.
13. Рекомендации по инженерно-геологическим изысканиям болотных отложений под сооружениями /Состав. П.К.Черник и др. – Мн., 1977. – 28 с.

14. Сорокина Г.В., Строганов А.С. Компрессионные свойства торфов и метод расчета конечных осадок торфяной залежи, окружаемой слоем песчаной насыпи //Материалы к 1-ой Всесоюз. конф. по строительству на торф. грунтах. - Калинин, 1972. - Ч.2 – С. 117-122.

УДК 51.482.215: 546.171:631.95

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД Р. ДНЕПР В ПРЕДЕЛАХ ОРШАНСКОГО РАЙОНА

В.К. Курсаков, к.т.н., доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь

Экологическое состояние поверхностных вод р. Днепр в Оршанском районе в 2017 г. проводилась на участке реки от п. Орловичи (граница со Смоленской области) до п. Копысь (граница с Могилевской областью), а также выше и ниже по течению у г. Дубровно и г. Орша (рис. 1).

На данном участке в р. Днепр сбрасываются СВ промышленных и коммунальных предприятий г. Дубровно, г. Толочина, г.п. Кохоново, г. Орши, ливневый сток с городских территорий, а также СВ свиноводческого комплекса СГЦ «Заднепровский» и др. Сточные воды вышеуказанные предприятия сбрасывают в р.р. Друть, Рогачевка, Соколянка, Выдрица, Скунья, Адров, Оршица, Крапивенка и др., которые являются притоками р. Днепр. Пробы воды р. Днепр на данном участке брались в весенне-летний и осенний периоды 5…6 раз.

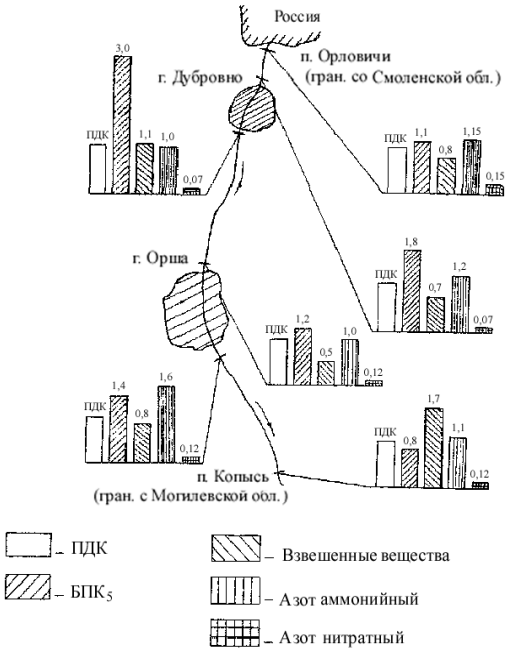


Рис. 1. Изменение загрязненности воды по течению реки Днепр в пределах Оршанского района в 2017 г.

Следует отметить, что речная вода с территории Смоленской области (п. Орловичи) поступала с повышенным содержанием химических веществ: органических веществ по $БПК_5$ – 0,8…1,2 ПДК, азота аммонийного – 1,15 ПДК [1]. На рис. 1. представлены средние значения ЗВ относительно ПДК. В данном створе индекс загрязнения воды составляет ИЗВ = 0,8 и вода по степени загрязнения относится к «чистой». Изменение ИЗВ р. Друть и р. Днепр, протекающих по территории Оршанского района представлена на рис. 2.

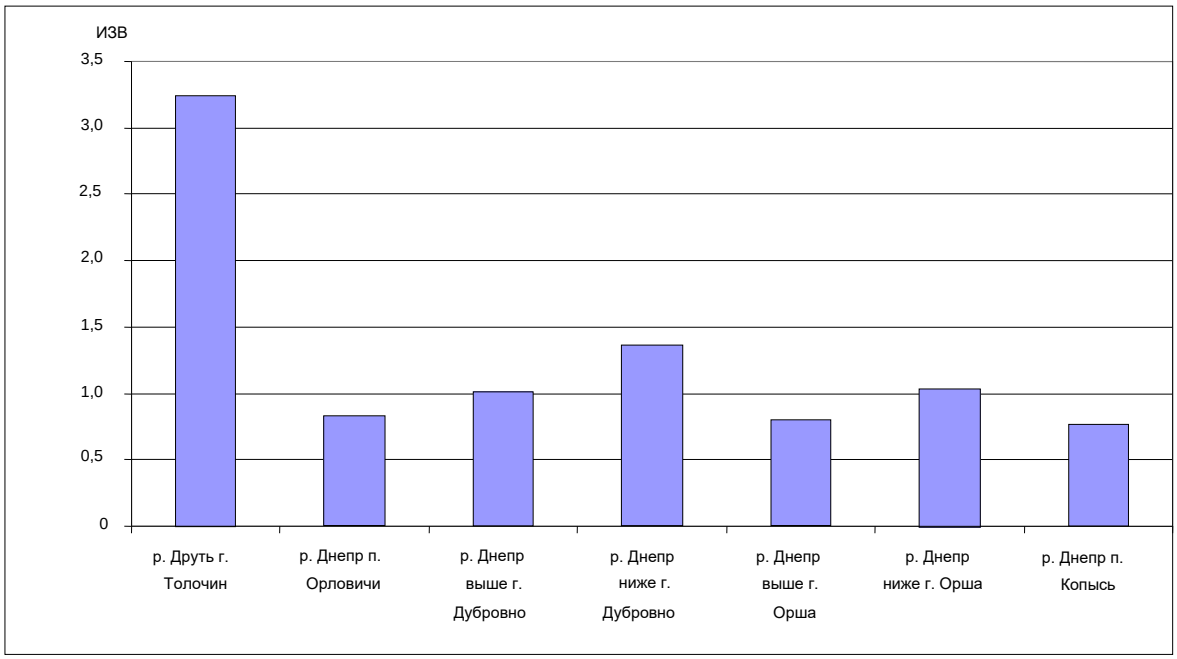


Рис. 2. Изменение индекса загрязнения вод (ИЗВ) р. Друть и р. Днепр, протекающих в Оршанском районе за 2017 г.

Концентрация ЗВ выше г. Дубровно за период наблюдений находилась по органическим веществам $БПК_5$ – (1,1…2,4) ПДК, азота аммонийного – (0,5…1,8) ПДК, а взвешенных веществ и азота нитритного значительно меньше ПДК.

Значительное содержание органических веществ отмечалось в р. Днепр ниже г. Дубровно, $БПК_5$ = (1,2…5,0) ПДК. По ИЗВ р. Днепр выше и ниже г. Дубровно по степени загрязнения относится к «умеренно загрязненной» (ИЗВ = 1,02 выше г. Дубровно и ИЗВ = 1,36 ниже по течению (рис. 2.) [2].

В створе выше г. Орша в 2017 году отмечалось незначительное повышение содержания органических веществ в воде – $БПК_5$ = (0,9…1,6) ПДК, ИЗВ = 0,77. Водные ресурсы относятся ко второму классу качества и характеризуются как «чистые». Ниже по течению г. Орша в р. Днепр отмечалось повышение содержания $БПК_5$ = (1,0…1,9) ПДК и азота аммонийного – (1,0…2,2) ПДК. Вода по степени загрязнения в данном створе относится к умеренно-загрязненной (ИЗВ = 1,04).

На границе с Могилевской областью (п. Копысь) отмечалась тенденция увеличения содержания в р. Днепр взвешенных веществ – (1,0…2,5) ПДК и незначительное увеличение азота аммонийного – (0,3…1,8) ПДК. Вода по степени загрязнения относится к «чистой» (ИЗВ = 0,67).

Наблюдения за качеством воды р. Друть, крупнейшего правобережного притока р. Днепр проводились в 2017 году в створе ниже г. Толочина. Средняя концентрация загрязняющих веществ в воде р. Друть составила: органических веществ по $БПК_5$ – 3,2 ПДК, взвешенных веществ – 1,4; азота аммонийного – 3,3 и нитритов – 3,8 ПДК. Вода р. Друть в данном створе относится к четвертому классу качества и характеризуется как «загрязненная» (ИЗВ = 3,25) (рис. 2).

Выводы

1. Недостаточная очистка СВ на очистных сооружениях в 2017 г. наблюдалась при сбросе СВ в озера Сенненское, Серокоротнянское, Бол. Ореховское. Отмечается ухудшение качества воды. Вода характеризуется как «умеренно загрязненная» и относится к III классу качества.

2. В связи с сильным загрязнением озера Девинское, не рекомендуется использовать его в рекреационных целях. Следует улучшить работу очистных сооружений оздоровительного лагеря «Лесное озеро», сбрасывающего СВ в озеро Девинское.

3. Водные ресурсы р. Днепр, поступающие с территории Смоленской области (п. Орловичи) в Республику Беларусь содержат незначительное количество загрязняющих веществ и по комплексной оценке качества характеризуются как «чистые» (ИЗВ = 0,8).

4. Качество поверхностных вод р. Днепр, формируемых на территории Оршанского района у г. Дубровно и ниже по течению г. Орша относятся кIII классу и характеризуются как «умеренно загрязненные» (ИЗВ = 1,08…1,36).

5. Чистый речной сток (ИЗВ = 0,67…0,77) за период наблюдений в 2013 году отмечался выше г. Орша и на границе с Могилевской областью.

6. Качество поверхностных вод притоков р. Днепр (р.р. Оршица, Друть, Соколянка, Скунья, Селищанка) соответствует II и Ш классам качества и характеризуется как «относительно чистые» и «умеренно загрязненные».

7. Поверхностные воды р. Крапивенка подвержены сильному загрязнению СГЦ «Заднепровский». Вода «грязная» (ИЗВ = 4,3).

Литература

1. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – М.: Минрыбхоз СССР, 1990. – 265 с.

2. Национальная система Мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: Результаты наблюдений, 2005 / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Гл. информ.-аналит. центр Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь, Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие «БелНИЦ» «Экология»; под ред. С.И. Кузьмина, С. П. Уточкиной. – Мн.: РУП «БелНИЦ» «Экология», 2006. – 272 с.

УДК 631.6:626.88

СПОСОБЫ ОСУШЕНИЯ ЛЕССОВИДНЫХ СУГЛИНКОВ БЕЛАРУСИ

А.И. Митрахович, вед.н.с.
РУП «Институт мелиорации»
И.Ч. Казьмирук, доцент
БНТУ
г. Минск, Республика Беларусь

Дерново-подзолистые почвы, сформированные на лессовидных суглинках, являются одними из наиболее плодородных в Республике Беларусь. Они характерны для Могилевской области и занимают 783,6 тыс. га, или 6,2 % общей площади Республики. От 10 до 15% из них составляют глеевые и глееватые почвы, расположенные в виде отдельных участков, в замкнутых понижениях. На 100 га приходится до 60 и более замкнутых понижений. На пашне вокруг них образуются огрехи и недопашки. Свыше 60% западин имеют площадь до 0,2 га, средняя площадь 0,01 га. От водно-воздушного режима на них во многом зависит уровень сельскохозяйственного производства и его рентабельность [1]. Почвы имеют неоднородный водно-воздушный режим. До 2-3 месяцев и более за вегетационный период в западинах застаивается поверхностная вода и они, как правило, зарастают кустарником. Повышение плодородия на лессовидных суглинках может быть достигнуто только путем ликвидации избыточного переувлажнения.

Мелиорация земель на слабоводопроницаемых почвах представляет сложную проблему, требующую больших затрат. Проходящая в настоящее время реконструкция мелиоративных систем требует применения новых решений, перспективных и экономически целесообразных в таких условиях. Для выработки наиболее рациональных способов мелиорации по осушению лессовидных суглинков был запроектирован и построен объект в СПК «Мазоловский» Мстиславского района Могилевской области, на котором планировалось изучить эффективность различных способов мелиорации. Объект расположен в водосборе реки Суточка, относящейся к малым рекам. На нем были применены как традиционные, апробированные на практике способы мелиорации, так и новые конструкции мелиоративных систем. Площадь объекта составляет 95 га. Поверхность объекта представляет собой

платообразную холмисто-грядовую равнину с уклоном в сторону р. Суточка. В геологическом строении преимущественное развитие получили лессовидные образования, представленные суглинками пылеватыми вскрытой мощностью до 8 м с коэффициентом фильтрации подпочвенного слоя 0,05 м/сут. Лессовидные суглинки залегают с поверхности, а в пойме р. Суточка почвы представлены торфом и торфотуфом, мощностью от 0,6 до 3,6 м.

Основными причинами избыточного увлажнения в пределах объекта являются: замедленный поверхностный сток атмосферных вод, западинный рельеф местности и залегание с поверхности слабопроницаемых лессовидных суглинков. На объекте предусмотрено проведение мелиоративных мероприятий девятью способами осушения, в соответствии с которыми он разделен на участки (см. рисунок 1).

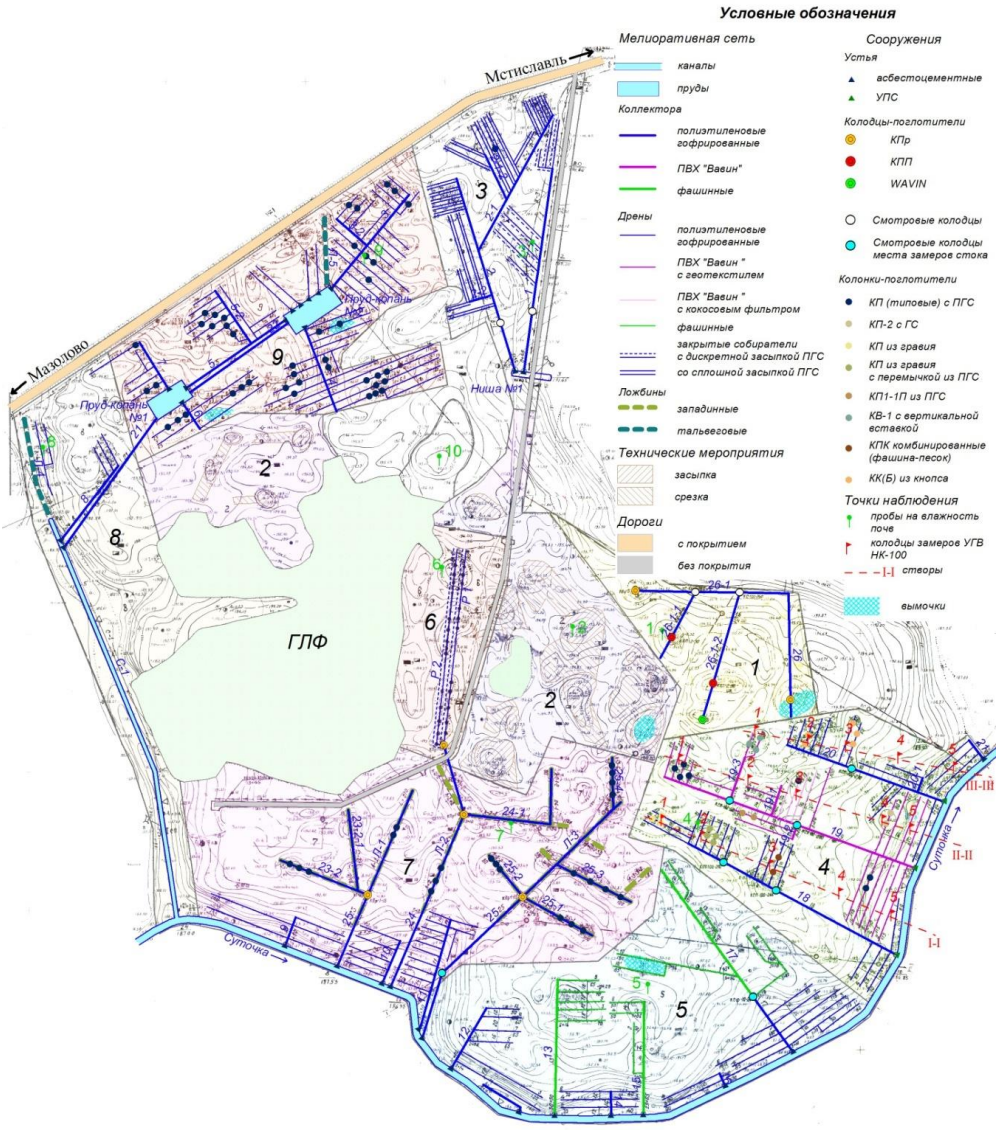


Рис. 1. План объекта мелиорации в СПК «Мазоловский»

РУП «Институт мелиорации» предложил апробацию новых конструкций колонок- и колодцев-поглотителей, а также другие мероприятия, описанные ниже.

Участок 1 на площади 5 га, представлен пятью глубокими понижениями на склоне тальвега. Здесь апробируется один из распространенных способов мелиорации: отвод поверхностных вод колодцами-поглотителями. Колодцы располагаются по одному в понижении. Отвод воды предусматривается сбросными коллекторами в тальвег. Были применены конструкции типовых колодцев-поглотителей из железобетонных колец, и новые конструкции из гладкостенных полиэтиленовых труб, диаметром 220 мм конструкции РУП «Институт мелиорации». Гидравлические и фильтрационные расчёты колодцев-поглотителей выполнены согласно пособию П1-98 к СНиП 2.06.03-85 [2].

Участок 2 на площади 14 га, представлен замкнутыми понижениями небольших размеров. На нем апробируется организация поверхностного стока путем раскрытия и засыпки замкнутых понижений, а также бульдозерная планировка площадей объемом 3000 м^3. Засыпка понижений проведена за счёт грунта, срезаемого при раскрытии понижений, с устройством через седловину ложбины стока.

На участке площадью 7 га, предусматривалась мелиорация земель выборочным дренажем из полиэтиленовых гофрированных труб в сочетании с мероприятиями по организации поверхностного стока и комплекса культуртехнических и агромелиоративных работ. Предусмотрена "пунктирная" засыпка дрен песчано-гравийной смесью и сплошная засыпка песчано-гравийной смесью дрен.

Участок 4 занимает площадь 12 га. На нем предусматривалась мелиорация земель выборочным пластмассовым дренажем. На участке были запроектированы:

1. Дренажные системы выполнены из различных материалов труб: из гофрированных поливинилхлоридных труб фирмы «Вавин» и защитой дрен от заиления геотекстилем «Typar», а также с объемным фильтром из кокосовых волокон, производства Германия. Обсыпка дрен произведена по двум вариантом – растительным грунтом на высоту 20 см и песком 15 см по всей длине. Другие дренажные системы выполнены из полиэтиленовых гофрированных труб (г. Жлобин, РБ) с защитой нетканым полипропиленовым полотном производства ОАО «ПИНЕМА».

2. На некоторых дренах в замкнутых понижениях, установлены колонки-поглотители с перемычкой из песчано-гравийной смеси (ПГС). Установлены колонки-поглотители из гравия с перемычками из гравия, а также колонки-поглотители из гравия с перемычкой из ПГС, а также колонки-поглотители с вертикальной вставкой КВ-1 из ПГС и вертикальной трубой на

дне колонки. Установлены также типовые колонки-поглотители. Минимальный внутренний диаметр дрен в колонках-поглотителях принят для полиэтиленовых гофрированных труб - не менее 0,063 м.

3. При плотности подпахотного слоя 1,45 г/см^3 и выше выполнено сплошное глубокое рыхление между коллекторами поперек дренажных линий.

4. На вариантах осушения для замеров уровней почвенно-грунтовых вод установлены три створа наблюдательных колодцев. Для замера дренажного стока на коллекторах предусмотрено устройство смотровых колодцев.

На участке 5, площадью 15 га предусмотрена мелиорация выборочным фашинным дренажем диаметром 0,15 м.

Участок 6 расположен на площади 4 га. Мелиорация земель предусмотрена закрытыми собирателями из пластмассовых труб диаметром 0,126 м, длиной 550 м.

Участок 7 на площади 18 га представляет собой небольшие понижения. Осушение его предусмотрено ложбинами стока. Под дном засеваемых ложбин заложены подложбинные коллектора со сплошной фильтрующей засыпкой из песчано-гравийной смеси.

Участок 8 на площади 9 га апробировался способ мелиорации выборочным закрытым дренажем. Отвод поверхностных вод предусмотрен тальвеговой ложбиной с подложбинным коллектором длиной 0,16 км.

Участок 9 площадью 11 га включает в себя 2 обширные западины площадью до 1,0 га. Мелиорация произведена выборочным дренажем в сочетании с аккумуляцией поверхностного и дренажного стока водоёмами-копанями (метод Куропатенко) с объёмом 16 тыс. м^3. Предусмотрено устройство сбросных коллекторов длиной 0,5 км. Длина закрытой регулирующей сети 5,16 км, проводящей – 0,7 км.

На всей площади комплекса проведены мероприятия по организации поверхностного стока, комплекс культуртехнических и агромелиоративных работ.

Объект построен в 2006 году. На нем проводились иследования по установлению эффективности осушительного действия различных способов мелиорации. Изучению подлежали вопросы формирования водного режима; оценка состояния мелиорированных земель. В комплекс научных исследований входили: замеры влажности почвы; дренажного стока; уровней грунтовых вод, наблюдение за мелиоративным состоянием площади участка; учет урожая и ряд других работ.

В результате исследований установлено, что уровни грунтовых вод (УГВ) на большей части территории колебались в пределах 0,5-2,0 м (см. рис. 2).

Влагозапасы в слое почвы 0-30 см на всех участках наблюдалось близкое к оптимальному увлажнение, в целом в 2007 г. все системы работали одинаково и обеспечили требуемый водный режим. Наблюдения в 2008 году

показали, что в условиях умеренно засушливого вегетационного периода на всех участках влагозапасы в пахотном и корнеобитаемом слоях почвы находились в оптимальных пределах. Исключением являются участки 4 и 5, на которых наблюдается понижение влагозапасов ниже оптимального предела.

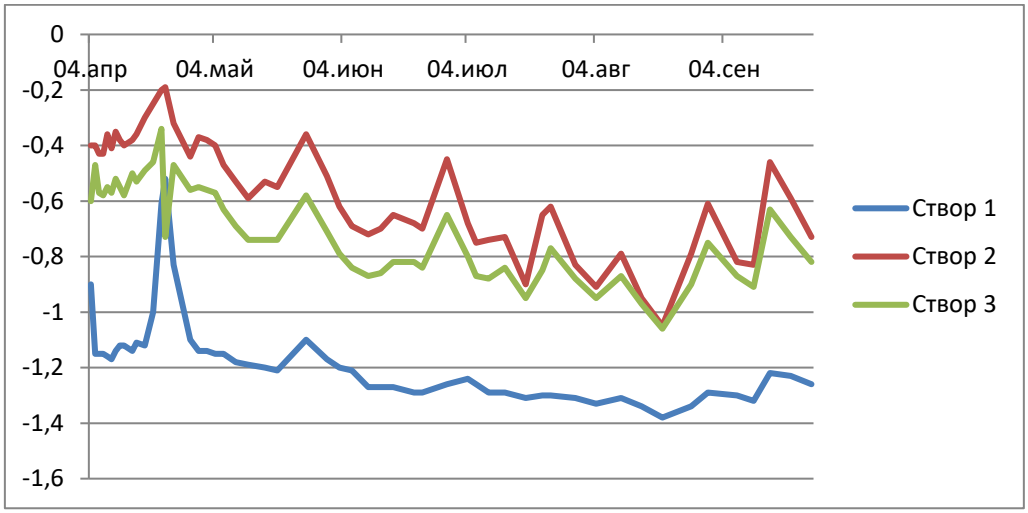


Рис. 2. Уровни грунтовых вод по створам в 2008 г.

2009 год отличался избыточным увлажнением: осадки за май – 151, июнь – 178 и июль – 126 % от месячной нормы. За апрель-сентябрь выпало 447 мм, 110% от нормы, все испытываемые варианты систем не смогли их отвести с требуемым быстродействием.

Дренажный сток является одним из основных показателей, характеризующих эффективность, работоспособность, а также обоснованность применения дренажа. Дренажный сток представлен в табл. 2.

Таблица 1. Сток из смотровых колодцев и коллекторов (2010 г.)

Дата	Смотровые колодцы			Коллекторы					
	7 F=3,3	6 F=3,5	1 F=2,7	Дата	20 F=1,5	24 F=4,5	Дата	20 F=1,5	24 F=4,5
	*л/с*га*				*л/с*га*			*л/с*га*	
5.04	0,02	0,04		18.04		0,03	25.04	0,01	
8.04		0,03	0,0014	11.04		0,03	28.04	0,01	
11.04		0,04		15.04		0,03	2.05	0,01	
15.04		0,03	0,004	21.04	0,01	0,03			

По окончании строительства после прохождения дождей был замерен сток из полиэтиленовых коллекторов в смотровых колодцах на участке 4. Величина удельного стока составляла 0,9-1,1 л/с*га в первый год эксплуатации. Затем модуль дренажного стока снизился до 0,01-0,1 л/с*га. Следует отметить, что дренажный сток на объекте мелиорации наблюдается также в зимнее время в периоды оттепелей. Наблюдавшийся модуль дренажного стока (0,0006-0.04 л/с*га) примерно на два порядка ниже расчетного (0,5-0,6

л/с*га). Этот факт ставит под сомнение эффективность применения дренажа для осушения лессовидных почв.

Таблица 2. Дренажный сток в смотровых колодцах и коллекторах в 2010 г.

Дата	Колодцы				
	3 (к-19)	4 (к-19)	5 (к-20)	6 (к-17)	7 (к-25)
	*л/с*га*				
4.04				0,002	0,0006
5.04				0,0004	0,0004
6.04					0,0005
7.04					0,0005
19.04				0,004	0,0076
21.04	0,024	0,07	0,08	0,001	0,028
21.04	0,043	0,066	0,08		
21.04			0,15		
22.04		0,003	0,05	0,007	0,017
22.04		0,03	0,06		
22.04			0,17		
2.05			0,007		

Оценка эффективности отвода поверхностных вод по исследуемым вариантам осуществлялась путем визуально-инструментального обследования состояния мелиорированных земель: наличие скоплений воды и вымочек по площади в засушливые периоды.

В 2007 году из-за незначительного количества осадков на участках не наблюдалось существенных затоплений, которые бы продолжались более трех дней. Зафиксированы небольшие проявления линейной водной эрозии на участках 4 и 5 (на этих участках имеется большой перепад высот до 8 метров). Наблюдения 2008 года показали, что в периоды обильных дождей в понижениях мезорельефа образовывались лужи, на каждом участке наблюдались затопления площадью около 350-500 м^2 с длительностью затопления около недели. Отмечено увеличение водной эрозии на тех же самых участках и местах, что и в 2008 г. В 2009 г. после интенсивных дождей наблюдалось появление большого количества луж, которые, однако, исчезали за два-три дня. По сравнению с 2008 площади больших вымочек увеличились примерно на 50-100 м^2, и на всех участках появились новые лужи площадью от 100 до 400 м^2, кроме участка 5.

Образование новых больших луж вызвано последствиями работы сельскохозяйственной техники поперек ложбин.

Данные по урожайности культур по годам приведены в таблице 3. Состояние посевов по вариантам осушения хорошее и существенных различий не имеет. После выполнения земляных работ идут активные эрозионные процессы по размыву почвы, особенно на участках со значительными уклонами поверхности. При использовании участка под озимые культуры и травы, эрозия почвы существенно снижается.

Мелиоративная обстановка на объекте за период наблюдений была в целом вполне удовлетворительной, позволявшая своевременно производить сельскохозяйственные работы, однако в нескольких понижениях после обильных дождей наблюдались вымочки.

Таблица 3. Урожайности сельскохозяйственных культур в СПК «Мазоловский»

Годы	**Сельхозиспользование**	**Урожайность, ц/га**	**Площадь, га**
До осушения	Закустаренное пастбище	20	94
2006	Рапс	под выпас скота	33
2007	Кукуруза восковой спелости	270	61
	Озимый тритикале	40	33
2008	Ячмень фур. «Баранесса»	42	94
2009	Озимый тритикале	32,4	33
	Озимая пшеница	32,7	61
2010	Клевер	150	33
	Озимая пшеница	32,8	61

Выводы

1. При сравнении эффективности осушительного действия различных вариантов следует отметить, что наиболее приемлемым в условиях атмосферного водного питания является сброс поверхностных вод, который достигается устройством ложбин и планировкой местности с приданием ей уклонов от 0,002 до 0,01.

2. В условиях холмистого рельефа одним из основных элементов является перевод поверхностного стока в дренажный: устройство колонок-поглотителей, сплошная и пунктирная присыпка дрен песчано-гравийной смесью или другим хорошо фильтрующим материалом.

3. Не рекомендуется применение тяжёлой техники при обработке площадей в переувлажненном состоянии для исключения образования колеи. Рекомендуется использовать трактора с небольшим давлением на грунт.

4. В качестве основных вариантов мелиорации при осушении дерново-подзолистых почв, сформированных на лессовидных суглинках и холмисчто-западинном рельефе местности рекомендуется: раскрытие и засыпка замкнутых понижений с устройством через седловины ложбин стока, бульдозерная планировка и отвод поверхностных вод закрытыми собирателями с устройством пунктирной фильтрующей засыпки, объёмного фильтра из песчано-гравийной смеси и колонок-поглотителей. Обязательным противоэрозионным и повышающим плодородие мероприятием является эксплуатационное рыхление.

Литература

1. Климков В.Т., Казьмирук И.Ч., Митрахович А.И. Особенности реконструкции дренажных систем на связных грунтах // Мелиорация переувлажненных земель. 2008. №1 (59). С. 36-43.

2. Пособие П1-98 к СНиП 2.06.03-85. Проектирование и возведение мелиоративных систем и сооружений – Мн. 1998. – 79 с.

УДК 621.311.21

МАЛАЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКА В РОССИИ, УКРАИНЕ И БЕЛАРУСИ, И ЕЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

Боровиков А.А., ст. преподаватель
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Горки, Республика Беларусь

Еще с давних времен люди обратили внимание на доступный источник энергии – реки. Чтобы обуздать ее придумали водяные колеса, которые вращали жернова. Водяная мельница служит примером древней гидроэнергетической установки, которая сохранилась во многих странах в практически том же виде. Водная энергия была основной на производстве вплоть до изобретения паровой машины. И лишь с изобретением в начале 19 века гидротурбины и электродвигателя, а в дальнейшем и способа передачи электричества на большие расстояния началось освоение водной энергии на гидроэлектростанциях.

Производство электроэнергии при помощи гидротурбин, как правило, требует возведения плотины. Применение мини-ГЭС имеет определенные экономические и экологические преимущества. Возведение подобного сооружения не требует крупных капиталовложений, большого количества строительных материалов и значительных трудозатрат, относительно быстро окупается.

Развитие энергосистем и строительство крупных ГЭС привели к снижению стоимости электроэнергии и неконкурентоспособности малых ГЭС из-за больших эксплуатационных расходов. Но разразившийся в 1973 г мировой энергетический кризис способствовал тому, что интерес к использованию имеющихся энергоресурсов и строительству малых ГЭС во многих странах значительно повысился. Постоянный рост цен на ископаемое топливо приводит к значительному удорожанию электрической энергии, доля которой в себестоимости производимой продукции достигает 20% и более. На этом фоне малая гидроэнергетика обретает новую жизнь. Использование гидроэлектростанций небольшой мощности для Белоруссии вовсе не новое, а хорошо забытое старое: в 50-60-х годах у нас работали десятки малых ГЭС. Сегодня их количество значительно меньше.

Современная гидроэнергетика по сравнению с другими традиционными видами электроэнергетики является наиболее экономичным и экологически безопасным способом получения электроэнергии. Малая гидроэнергетика идет в этом направлении еще дальше. Небольшие электростанции позволяют сохранять природный ландшафт, окружающую среду не только на этапе эксплуатации, но и в процессе строительства. При по-

следующей эксплуатации отсутствует отрицательное влияние на качество воды: она полностью сохраняет первоначальные природные свойства, в реках сохраняется рыба, вода может использоваться для водоснабжения населения.

В отличие от других экологически безопасных возобновляемых источников электроэнергии – таких, как солнце, ветер, – малая гидроэнергетика практически не зависит от погодных условий и способна обеспечить устойчивую подачу дешевой электроэнергии потребителю.

Однако, немногие ГЭС все время работают на полной мощности. Иногда это невозможно из-за нехватки воды, а иногда лишено смысла из-за отсутствия нагрузки. В энергетические системы, как правило, входят не только ГЭС. Если в системе имеются и тепловые электростанции (ТЭС), то ГЭС может работать по своему графику нагрузки, отличному от общего. От нее требуется, чтобы она приносила наибольшую пользу всей системе. Для этого ГЭС может, например, работать на максимально возможной мощности при имеющемся запасе воды, чтобы экономилось топливо, или же работать только в часы пиковой нагрузки системы, чтобы снизить требуемую мощность ТЭС и, следовательно, необходимые инвестиции на их сооружение и эксплуатацию.

Стоит отметить, что данные энергоустановки не лишены и недостатков. Как и любой локализованный источник энергии, в случае изолированного применения, объект малой гидроэнергетики уязвим с точки зрения выхода из строя, в результате чего потребители остаются без энергоснабжения. В некоторых случаях МГЭС способствуют заиливанию водохранилищ и оказывают влияние на руслоформирующие процессы. Существует определенная сезонность в выработке электроэнергии.

Среди факторов, тормозящих развитие малой гидроэнергетики – недостаточная изученность гидрологического режима и объемов стока малых водотоков; отсутствие методик оценки и прогнозирования возможного воздействия на окружающую среду и хозяйственную деятельность. Массовое строительство объектов малой гидроэнергетики возможно лишь в случае серийного производства оборудования, отказа от индивидуального проектирования и качественно нового подхода к надежности и стоимости оборудования.

Малая гидроэнергетика за последние десятилетия заняла устойчивое положение во многих странах мира. Например, в 2005 году суммарная мощность малых ГЭС в мире выросла на 8% (5 ГВт) и достигла 66 ГВт, причем она составила 1,6% от общих электроэнергетических мощностей. Таким образом, можно сказать, что микро-ГЭС являются одним из основных источников получения электроэнергии среди возобновляемых ресурсов.

В России зоны децентрализованного энергоснабжения составляют более 70% территории страны. До сих пор тут можно встретить населенные

пункты без электричества, причем не всегда это поселения Крайнего Севера или Сибири.

В Украине на начало 1960-х насчитывалось около 956 малых ГЭС общей мощностью 30 тыс. кВт. Для сравнения: в 1948 году в республике действовали 3 тыс. малых гидроустановок. Однако вследствие развития централизованного электроснабжения и концентрации производства электроэнергии на мощных тепло- и гидростанциях строительство малых ГЭС было остановлено. Началась их консервация, демонтаж, сотни мини-гидроэлектростанций были разрушены, а оборудование разворовано. К концу 1980-х удалось сохранить всего 49 станций, и до 1995 года малой гидроэнергетикой в Украине практически никто не занимался.

В Беларуси мест для строительства крупных гидроэлектростанций нет. Все наши большие реки Днепр, Припять, Двина, Неман – текут на равнинах. Тем не менее еще в советские времена, когда цены на углеродное топливо были на порядки ниже нынешних, ГЭС в БССР строили. Следовательно, определенный экономический потенциал у белорусской гидроэнергетики есть.

Сейчас для ввода мощности 1 кВт на газе нужно затратить 1 условную денежную единицу, а тот же киловатт в виде гидроэлектростанции будет стоить в два раза дороже – до 2,1 условной денежной единицы. Однако углеводородное топливо постоянно растет в цене и, как показывает практика, цена на него останавливаться не собирается. Поэтому ГЭС с точки зрения энергетической безопасности страны, несомненно, выгодны.

На начало 2004 года установленная мощность 21 ГЭС, входящих в концерн «Белэнерго», составила 10,9 МВт, а их годовая выработка электроэнергии – около 29 млн. кВт, ч, что позволяет заместить около 8 тыс. тонн условного топлива. В то же время потенциальная мощность всех водотоков Беларуси составляет 850 МВт, в том числе технически доступная – 520 МВт, а экономически целесообразная – 250 МВт.

Согласно Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь, к 2020 году за счет гидроресурсов можно получить до 0,8-0,9 млрд. кВт·ч в год и, соответственно, заместить 220-250 тыс. тонн условного топлива. Однако, чтобы реализовать такие грандиозные планы необходимо возведение каскадов ГЭС на основных водных артериях, и строительство новых мини-ГЭС на малых реках, а также восстановление заброшенных мини-станций с частичной заменой их оборудования.

К слову, мини-ГЭС способны решить множество локальных проблем, что они доказали еще в советские времена. Однако во времена развития крупной энергетики в бывшем СССР (60-е годы) мини-ГЭС в условиях Беларуси были признаны низкоэффективными и их стали повсеместно закрывать. В последние годы идет активное восстановление таких электростанций. Так, например, в 2005 году начала работать мини-ГЭС «Немново» на Августовском канале. Мощность станции – 250 кВт, и этого достаточно,

чтобы обеспечить светлом и теплом местный поселок Сапоцкино. Окупаемость установки – 11 лет, а срок службы как минимум сто лет.

Специалисты Института энергетики АПК Национальной академии наук разработали эффективный электрогенератор для мини-гидроэлектростанций мощностью 15 кВт. Генератор изготовлен с использованием широкодоступных магнитов, производимых в республике. Испытания экспериментального образца генератора выявили его способность в 1,5 раза повысить надежность мини-ГЭС, при этом КПД новой разработки на 10-15% выше аналогов.

История развития человечества свидетельствует о многократной смене традиционных источников энергии на новые, более совершенные. Это происходило не потому, что старый источник был исчерпан. Солнце светило и обогревало человека всегда, однако люди приручили огонь, начали сжигать древесину. Затем древесина уступила место каменному углю, поскольку паровые машины требовали более калорийного топлива, а древесина уже не отвечала этому требованию. Уголь вскоре уступает место нефти и газу. Но и их запасы небезграничны. За каждым новым кубометром газа или тонной нефти нужно идти все дальше на север или восток, зарываться все глубже и глубже в землю.

В начале 21 века начинается новый, значительный этап в развитии энергетики. Появляется энергетика «щадящая», построенная так, чтобы человек не рубил сук, на котором сидит, заботился об охране сильно поврежденной биосферы. Охрана окружающей среды в настоящее время становится одним из главных факторов при выборе и обосновании источников энергии. И малая гидроэнергетика может стать одним из звеньев энергетики «нового века».

Литература

1. Щавелев Д.С., Васильев Ю.С., Претро Г.А. и др. Гидроэнергетические установки: Учебник для вузов /Под ред. Д.С. Щавелева. 2-е изд. Л., 1981.
2. Васильев Ю.С., Хрисанов Н.И. Экологические аспекты гидроэнергетики. Л.,1984.
3 Кононов Ю. Д.. Энергетика и экономика. Проблемы перехода к новым источникам энергии. - М.: Наука, 1981. - 190 с.
4. Щавелев Д.С., Губин М.Ф., Куперман В.Л. и др. Экономика гидротехнического и водохозяйственного строительства. М., 1986.
5. Журнал «Экономика Беларуси» -№3(4)/2005г.

УДК 631.67. 034:574:631.4

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ

Ткачева Т.Н., ст. преподаватель
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Белоруссия

В Республике Беларусь ежегодные объемы полужидкого и жидкого навоза, помета, навозных, пометных стоков, образующихся на животноводческих и птицеводческих комплексах, по разным оценкам составляют около

40 млн т [1]. Орошение сточными водами относится к важным комплексным мероприятиям, направленным на охрану от загрязнения водных ресурсов и интенсификацию сельскохозяйственного производства в условиях глобальных изменений климата. Дефицит пресной воды, используемой для мелиоративных целей, с одной стороны, и прогрессирующее увеличение объемов образования сточных вод, с другой, обуславливают актуальность определения возможности орошения сельскохозяйственных культур сточными водами различного происхождения [2]. Однако утилизация животноводческих сточных вод путем использования их в качестве источников орошения и нетрадиционных органических удобрений имеет разноплановые аспекты, связанные не только с сохранением и повышением плодородия почвы, но и с экологией и охраной окружающей среды. Безопасность использования отходов сельскохозяйственного производства может быть обеспечена путем дифференцированного подхода к оценке влияния их химического состава на почву и растения. Привнесение в почву любых веществ – будь то вещества–загрязнители или компоненты минеральных, органических либо органоминеральных удобрений способно стать причиной возникновения токсичности почвы, которая приводит к накоплению в ней вредных для растений веществ, тормозящих рост и развитие растительных организмов, и вызывающих снижение продуктивности культур и качества получаемой сельскохозяйственной продукции [3].

Опытные участки размещались в пределах пахотных земель РСУП СГЦ «Заднепровский» (Оршанский район, Витебская область, Республика Беларусь). Почвы опытного участка – дерново-подзолистые нормального увлажнения супесчаные на лессовидных супесях (гумус – 2,49%; подвижный фосфор – 241 мг/кг; подвижный калий – 127 мг/кг; pH_{KCl} – 5,9). По гидроклиматическому районированию территории Беларуси для целей орошения регион проведения исследований относится к северной зоне (зона I). Образцы референтной и орошаемой почвы отбирались в 2017 г. Орошение выполнялось в период с 2006 по 2017 гг. навозосодержащими животноводческими стоками, сведения о среднем химическом составе которых представлены в табл. 1.

Таблица 1. Качественные характеристики навозосодержащих сточных вод, применяемых при орошении

Наименование	Название показателя									
	Азот общий, мг/л	P_2O_5, мг/л	K_2O, мг/л	pH_{KCl}	Содержание, мг/дм^3					
					Cu	Zn	Cd	Pb	Ca	Mg
Сточная вода	100	125	300	7,53	0,38	0,93	-	0,046	137,2	38,8
ПДК	250	-	250	6,0-8,5	1,0	1,0	0,001	0,030	500	-

Длительное орошение навозосодержащими сточными водами нормами, эквивалентными 200-400 кг/га азота, не вызывает загрязнение дерново-подзолистой супесчаной почвы такими тяжелыми металлами, как свинец и кадмий (табл.2, рис.3, 4). Однако, применение животноводческих сточных вод в объемах, эквивалентных 200, 300 и 400 кг/га азота способствует увеличению содержания в почве кислоторастворимой меди на 0,13; 0,74 и 0,75 мг/кг соответственно по сравнению с референтной почвой. Очевидно, что данный элемент, прежде всего, и будет обуславливать токсичность почвы для исследуемых культур (табл. 2, рис.1).

Таблица 2. Содержание кислоторастворимых форм тяжелых металлов и микроэлементов в дерново-подзолистой супесчаной почве, слой 0-20 см

Вариант опыта	Содержание в почве, мг/кг			
	Cu	Zn	Cd	Pb
Без орошения (контроль)	3,77±0,19	5,69±0,35	0,15±0,010	6,62±0,54
Орошение природной водой	3,72±0,17	5,18±0,16	0,063±0,004	5,05±0,19
Орошение стоками в объеме, эквивалентном 200 кг/га азота	3,94±0,24	6,15±0,44	0,071±0,006	5,43±0,32
Орошение стоками в объеме, эквивалентном 300 кг/га азота	4,51±0,29	6,72±0,51	0,076±0,006	5,42±0,31
Орошение стоками в объеме, эквивалентном 400 кг/га азота	4,52±0,31	7,52±0,53	0,11±0,010	5,69±0,46
ПДК	3,0	23,0	0,5	6,0

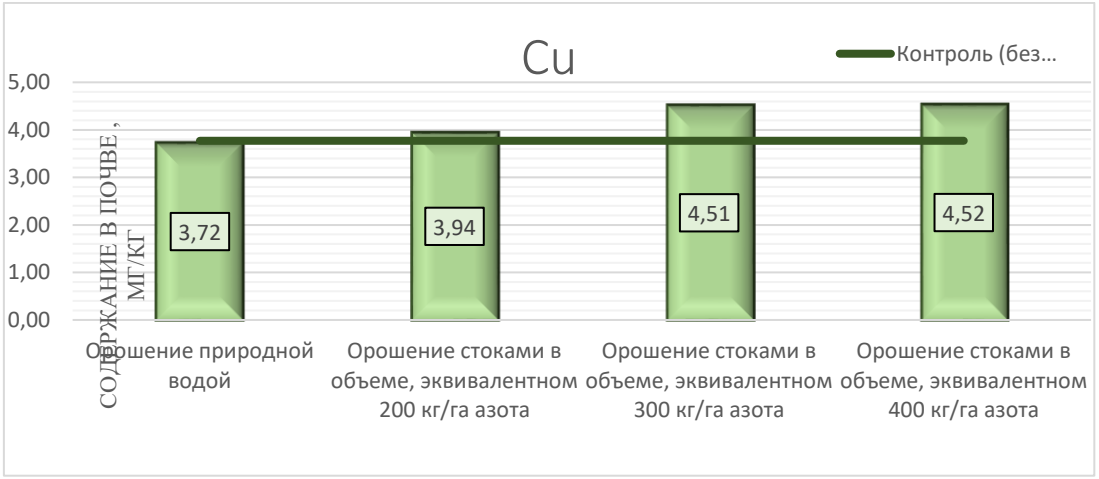


Рис. 1. Содержание в почве меди при различных вариантах орошения животноводческими стоками

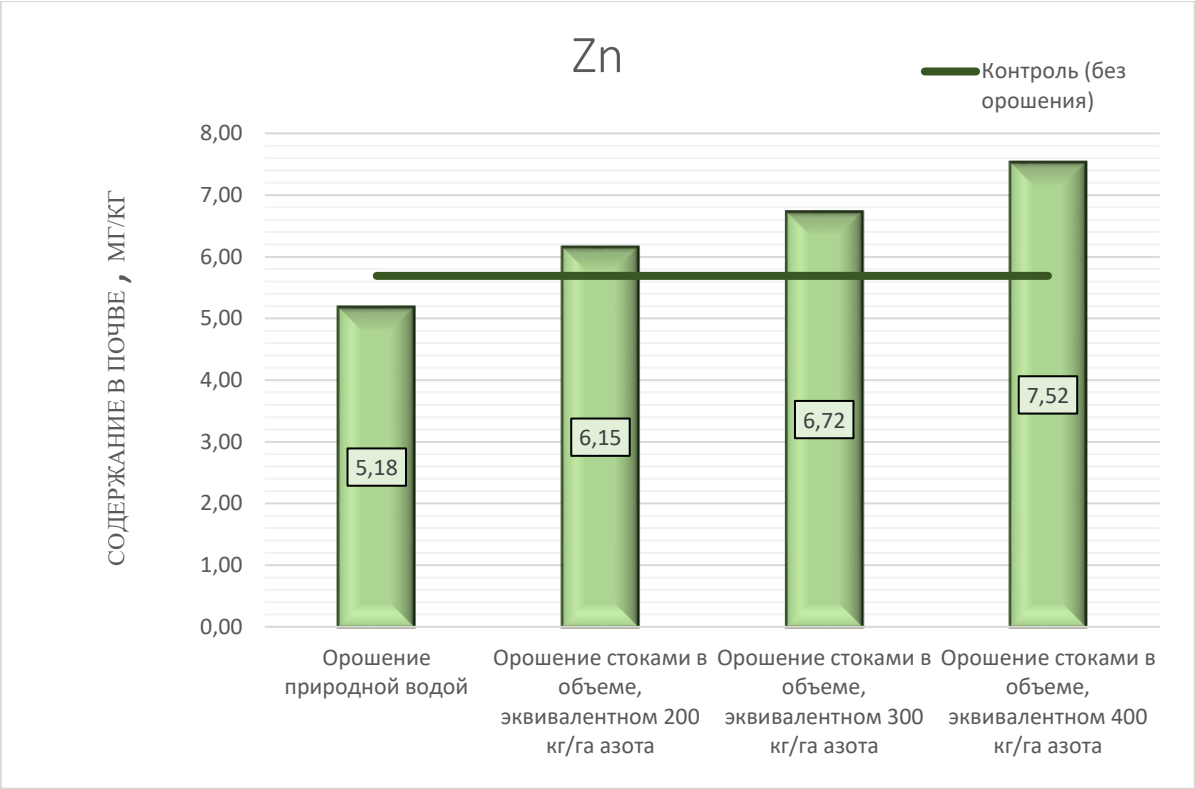


Рис. 2. Содержание в почве цинка при различных вариантах орошения животноводческими стоками

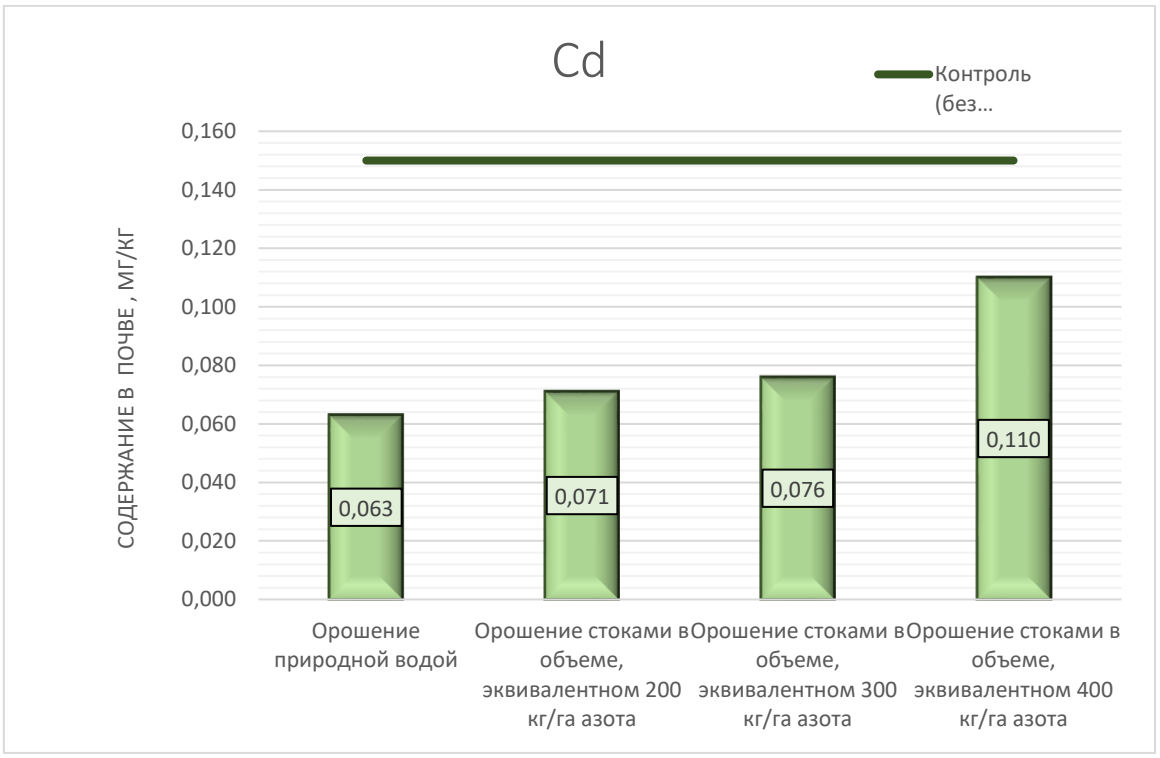


Рис. 3. Содержание в почве кадмия при различных вариантах орошения животноводческими стоками

Загрязнение почвы химическими веществами, в частности тяжелыми металлами и, как следствие, поступление их избыточных количеств в растительные организмы вызывает серьезные нарушения обмена веществ и сбои в прохождении биохимических и ростовых процессов, что приводит к снижению общей продуктивности растений [4].

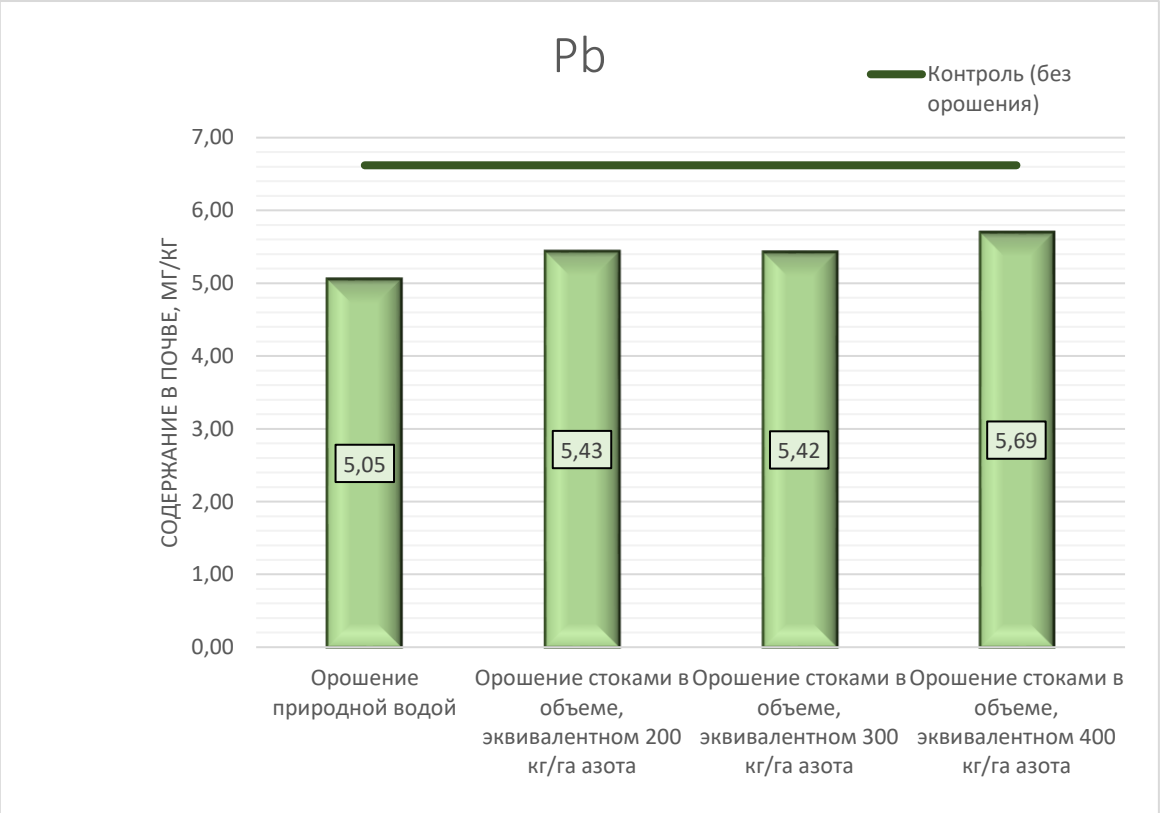


Рис. 4. Содержание в почве свинца при различных вариантах орошения животноводческими стоками

Литература

1.Ключенович В.И. Инновационные подходы в области переработки органических отходов /В.И. Ключенович, В.В. Ходин //Экология на предприятии. -2014. -№ 11(41). -С. 68-71.

2. Давыдов А. С., Тиньгаев А. В., Шепталов В. Б. Опыт применения сточных вод для орошения // Вестник АГАУ. – 2008. – №12(50). – С. 43-45.

3. Білявський Ю. А., Мислива Т. М. Фітотоксичність Cu, Pb, Cd і Zn для овочевих культур – представників родини *Brassicaceae* // Вісн. СНАУ. 2014. – Сер. «Агрономія і біологія». – Вип. 3(27). – С. 73-77.

4. Мыслыва Т. Н. Влияние моно- и полиметаллического загрязнения на фитотоксичность серой оподзоленной почвы для представителей семейства *Fabaceae* / Т. Н. Мыслыва // Вестник Брянской ГСХА. – 2016. – №6(58). – С. 3-8.

УДК 332.37

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В УЧРЕЖДЕНИЯХ УГОЛОВНО-ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Серегина Т.А.[1], Мажайский Ю.А.[2] д.с.-х.н., профессор

[1]ФКОУ ВО «Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний», г.Рязань, РФ

[2]Мещерский филиал ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, г.Рязань, РФ

Земельные угодья сельскохозяйственного назначения предоставляются учреждениям уголовно-исполнительной системы (УИС) в соответствии со ст.24 Земельного кодекса Российской Федерации (РФ) в безвозмездное пользование. Это накладывает на сельхозпроизводителей пенитенциарной системы обязательства по охране и рациональному использованию земельных ресурсов, по соблюдению требований нормативно-правовых актов в области землепользования:

- Земельного кодекса РФ;
- Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;
- Федерального закона от 16 июля 1998 г. № 101-ФЗ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения»;
- Федерального закона от 18 июня 2001 г. № 78-ФЗ «О землеустройстве»;
- Федерального закона от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ «О мелиорации земель»;
- иных нормативно-правовых актов РФ, субъектов РФ, органов местного самоуправления, регламентирующих порядок использования сельхозземель.

Вышеперечисленными нормативными актами устанавливаются требования к землепользователям всех уровней, из которых можно выделить основные:

- охрана земель (ст. 12 Земельного кодекса РФ: предотвращение и ликвидация загрязнения, истощения, деградации, порчи, уничтожения земель и почв и иного негативного воздействия на земли и почвы, а также обеспечение рационального использования земель, в том числе для восстановления плодородия почв на землях сельскохозяйственного назначения и улучшения земель);
- полное целевое использование земель сельхозназначения;
- сохранение и повышение уровня плодородия почв и др.

Результаты и эффективность деятельности землепользователей, в том числе и учреждений УИС, заключаются в получении максимального уровня урожаев с хорошими качественными показателями, которые напрямую зависят от плодородия почвы и ее качественных характеристик. При осуществлении земледелия необходимо учитывать самую важную особенность

ограниченных земельных ресурсов – при рациональном их использовании они не только не изнашиваются и не выбывают из сферы производства, а даже наоборот, может повышаться уровень плодородия почвы, соответственно и ожидаемый экономический эффект от их использования. Добиться рационального и эффективного землепользования в учреждениях пенитенциарной системы возможно только при оптимальном взаимодействии с окружающей средой.

В настоящее время в УИС функционирует порядка 840 сельскохозяйственных подразделений, 47 колоний-поселений, за которыми закреплены 198 тыс.га сельскохозяйственных угодий, 117 тыс. га из которых – пашни [5, с. 90].

Отмечены тенденции ухудшения состоянии имеющихся земельных ресурсов УИС: снижается общее плодородие, не обеспечивается воспроизводство и сохранение экологического и природного потенциала земель, на почвах, подверженных деградации, снижается эффективность агротехнических мероприятий, в связи с чем культурные растения не могут полностью реализовать свой биологический потенциал, что приводит к увеличению затрат на производство сельскохозяйственной продукции и снижению ее качества [6, с. 402]. Возникает необходимость в восстановлении качества почв, интенсификации, систематизации земледелия – внедрении агрономических, технических и организационно-хозяйственных мероприятий, направленных на повышение плодородия и наиболее полное использование земли для обеспечения устойчивых возрастающих урожаев, повышения экономической эффективности растениеводства, внедрении научно-технических программ (новые вносимые удобрения, новые технологии возделывания, новые технические средства обработки, новые средства борьбы с вредителями и болезнями растений и т.п.), которые, в свою очередь, обеспечивают более высокую отдачу от используемых ресурсов, что на практике может обеспечить рост совокупного (естественного + искусственного + экономического) уровня плодородия почвы [2, с. 17].

Совершенствование производственно-хозяйственной деятельности уголовно-исполнительной системы – одна из основных задач Федеральной целевой программы «Развитие уголовно-исполнительной системы (2018-2026 годы)», утвержденной Постановлением Правительства РФ от 6 апреля 2018 г. № 420. Наращивание объемов сельскохозяйственного производства позволит решить важные для системы исполнения наказаний задачи:

- обеспечить собственными продуктами питания осужденных учреждений УИС, что предусмотрено планом самообеспечения ФСИН России;
- обеспечить трудовую занятость лиц, отбывающих наказание, и получение ими профессионально-трудовых навыков;
- частично снизить расходы федерального бюджета на содержание осужденных;
- осуществлять выпуск конкурентоспособной продукции для внесистемной реализации.

Использование современных и низкозатратных технологийрастениеводства – один из возможных путей оптимизации сельскохозяйственного производства подсобных хозяйств исправительных учреждений.

Нельзя неупомянуть намеченные государством тенденции развития агропромышленного комплекса РФ. Всероссийской программой развития биологических методов в земледелии и экологизации сельского хозяйства намечен курс на переход к ведению органического сельскогохозяйства (Федеральный закон от 3 августа 2018 г. № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», вступает в силу с 1 января 2020 г.). Цели программы:

- сохранение экологического потенциала плодородия почвы, её здоровья и полезной биологической активности, внедрение высокопродуктивных, экологичных методов земледелия;

- использование в технологиях обработки почвы экологичных приемов, запрет на применение химических пестицидов;

- разработка локальных нормативно-правовых актов, стимулирующих использование современных экологичных биотехнологий и т.д.

Включение в реестр физических и юридических лиц, осуществляющих производство органической продукции, носит заявительный характер. Однако появляется необходимость в создании конкурентоспособной продукции с хорошими качественными характеристиками, в том числе и на базе учреждений пенитенциарной системы для возможности ее внесистемной реализации.

Одним из способов безопасного и низкозатратного повышения урожайности в растениеводстве, в том числе в УИС, можно рассматривать применение нанотехнологий, а именно нанопорошков металлов [4, с. 57]. Применение металлов в ультрадисперсном состоянии осуществляется в минимальных дозах, что позволяет существенно сократить затраты в сельскохозяйственном производстве.

Проводимые ранее исследования имеют положительные результаты и подтверждают эффективность применения ультрадисперсных соединений в растениеводстве [1, 4]. Так, Назарова А.А. и Полищук С.Д. проводили оценку воздействия предпосевной обработки семян наночастицами меди в дозе 0,04 г/гектарную норму высева семян и кобальта в дозе 0,03 г/гектарную норму высева семян на рост и развитие растений кукурузы и подсолнечника. Наночастицы меди способствовали повышению урожайности початков на 11,1%, увеличили сбор семян подсолнечника на 17,5% по сравнению с контролем, что подтверждает возможность их использования как стимуляторов роста. Биохимический анализ семян изучаемых культур показал эффективность проведенных исследований в экстремальных условиях продолжительной жары и засухи лета 2010 года, и возможность использования в растениеводстве как биокатализаторов, способных увеличивать как количество, так и качество сельскохозяйственной продукции.

В условиях нечерноземной зоны Колмыковой О.Ю. и Черкасовым О.В. [3, с. 31-36] были заложены опыты, в которых проводилась предпосевная обработка семян огурца 5 разных сортов нанопорошками железа, кобальта и меди с чистотой 99,98%, размером частиц 20-40 нм. Вес плодов огурцов, обработанных нанопрепаратами, оказался в 1,5-2,5 раза больше контрольных. Последующая экспертиза образцов плодов и почвы показала, что продукция соответствует всем требованиям и полностью безопасна для потребления, данные испытания почвы свидетельствуют о полной экологичности почвы и безопасности ее для осуществления последующих посевов.

Полученные результаты исследований воздействия наночастиц на урожайность растений вызвали интерес к проведению опытов по оценке их влияния на зерновые культуры.

В мае 2019 года произведена закладка вегетационного опыта по изучению влияния наночастиц меди и оксида меди на показатели роста, развития, продуктивности и биохимического состава ячменя ярового сорта Кати. Повторность опыта четырехкратная. Схема закладки вегетационного опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1. Схема вегетационного опыта

№/№ сосудов	Описание вариантов	Используемые сокращения
1,2,11,12	Контрольный вариант – полив водой	
3,4,13,14	Полив суспензией нанопрошка меди в концентрации 0,1 г на гектарную норму высева семян	НПCu 0,1
5,6,15,16	Полив суспензией нанопрошка меди в концентрации 0,01 г на гектарную норму высева семян	НПCu 0,01
7,8,17,18	Полив суспензией нанопрошка оксида меди в концентрации 0,1 г на гектарную норму высева семян	НП CuO 0,1
9,10,19,20	Полив суспензией нанопрошка оксида меди в концентрации 0,01 г на гектарную норму высева семян	НП CuO 0,01

Растения выращивали в вегетационных сосудах. В качестве субстрата (среды) использовалась почва, отобранная в апреле 2019 года в фазе физической спелости с земельного участка сельскохозяйственного назначения на базе ФКУ ИК-6 УФСИН России по Рязанской области. Тип почвы – серая лесная.

Для предпосевной обработки семян использовали нанопорошки меди и оксида меди размером 40-60 нм, которые были произведены в Московском институте стали и сплавов. Суспензию готовили согласно ТУ 931800-4270760-96 в ультразвуковой ванне (модель ПСБ-5735-5).

Лабораторные исследования образцов зерна ячменя и соломы ячменя производились в ФГБУ «Станция агрохимической службы «Рязанская»».

Погодные условия: среднемесячная температура воздуха несильно отличалась от средних значений за последние годы:

1) апрель 2019 г.: +7.52°С, в среднем апрель 2014-2019 гг.: +6.87°С;

2) май 2019 г.: +16.85°С, в среднем май 2014-2019 гг.: +14.90°С;

3) июнь 2019 г.: +19.71°С, в среднем июнь 2014-2019 гг.: +16.98°С;

4) июль 2019 г.: +16.75°С, в среднем июль 2014-2019 гг.: +18.77°С;

5) август 2019 г.: +16.54°С, в среднем в августе 2014-2019 гг.: +18.42°С.

Недостаток влаги восполнялся периодическими поливами.

Таблица 2. Результаты проведенного исследования

№№ сосудов / Показатели	Контроль (1,2,11,12)	НП Cu 0,1 (3,4,13,14)	НП Cu 0,01 (5,6,15,16)	НП CuO 0,1 (7,8,17,18)	НП CuO 0,01 (9,10,19,20)
Всхожесть, среднее	41/43	41/43	41/43	41/43	42/43
Средний вес снопа, г	44,91	47,13	41,22	46,84	45,79
Солома ячменя					
Содержание сухого вещества, %	84,84± 1,35	84,91± 1,35	85,93± 1,30	84,61± 1,36	85,13± 1,34
Массовая доля нитратов, мг/кг	<500	<500	<500	<500	<500
Зерно ячменя					
Масса 1000 семян, г	53,4	59,6	57,2	59,8	60,3
Меди	2,77	1,91	3,28	4,52	2,84
Нитратов, мг/кг	211±30	194±28	194±28	212±30	179±26

Результаты проведенного исследования образцов следующие:

1) в вариантах с применением нанопорошковотмечался рост урожайности зерна ячменя в среднем на 7-13%, о чем свидетельствует показатель массы 1000 семян, по сравнению с контрольными данными;

2) превышения массовой доли нитратов ни в соломе, ни в зерне над нормативно установленным уровнем не выявлено, отметим снижение содержания нитратов в зерне в вариантах с применением нанопорошков НП Cu 0,1, НП Cu 0,01, НП CuO 0,01;

3) наблюдается незначительное превышение содержания меди в зерне в сравнении с контрольным вариантом при использовании нанопорошков меди в концентрации 0,01 г/га и оксида меди 0,1г/га, однако предельно допустимая концентрация не превышена; в варианте с применением НП Cu 0,1 содержание меди значительно ниже, чем в контрольных пробах.

Исходя из сравнительной оценки результатов независимых лабораторных испытаний образцов, можно сделать вывод о том, что продукция соответствует всем требованиям безопасности может быть использована для потребления. Экономический эффект от использования нанопорошков металлов в растениеводстве очевиден: при минимальных затратах на их приобретение можно добиться весомых приростов урожайности выращиваемых сельскохозяйственных культур.

Литература

1.Амплеева, Л.Е.Качество пивоваренного солода и биопрепараты нового поколения / Л.Е. Амплеева, О.В. Черникова, А.А. Назарова // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве. Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. 2017 – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2017. - Часть 1. -С. 11-15.

2. Бодрягина, О.А. Рациональное землепользование как условие роста производства сельскохозяйственной продукции в регионе. Москва, 2016. – С. 17-18.

3. Колмыкова, О.Ю. Сравнительная оценка безопасного влияния нанопорошков железа, кобальта и меди на физиологические и биометрические показатели огурца в условиях нечерноземной зоны / Ю.О. Колмыкова, О.В. Черкасов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2018. № 1. – С. 31-36.

4. Назарова, А.А. Влияние ультрадисперсных форм металлов на урожайность и качество кукурузы и подсолнечника в условиях засухи 2010 года/ А.А. Назарова, С.Д. Полищук // Интеграция науки с сельскохозяйственным производством. 2011. С. 57-59.

5. Петроградская, А.А. Актуальные вопросы рационального использования земель сельскохозяйственного назначения, принадлежащих учреждениям УИС/ А.А. Петроградская // Вестник Самарского юридического института. 2018. № 2. – С. 88-92.

6. Сайфуллин, Р.Р.Некоторые возможности увеличения почвенного потенциала земель сельскохозяйственного назначения уголовно-исполнительной системы/ Р.Р. Сайфуллин// Образование и наука в России и за рубежом. 2019. №4. – С. 402-405.

УДК 574.55

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДОСБЕРЕГАЮЩЕЙ БИОТЕХНОЛОГИИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ В ВОДОЕМАХ

М.В. Фролова, к.б.н., с.н.с., **М.В. Московец**, с.н.с.,
Л.А. Птицына, н.с., **А.Ю. Торотов,** н.с.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», г. Волгоград, Россия

В настоящее время народонаселением мира используется примерно 54 % всего доступного стока поверхностных вод (годная к употреблению, возобновляемая пресная вода). С учетом темпов роста глобальной экономики, показателя роста населения планеты (прирост на 85 млн. чел./г.) и других факторов ожидается, что к 2025 г. этот показатель увеличится до 70 %. Российская Федерация обладает уникальным водно-ресурсным потенциалом. Возобновляемые водные ресурсы (объемом годового стока рек на территории России) составляют 4861 куб. км, или 10% мирового речного стока (вто-

рое место после Бразилии) [1]. Реки являются основой водного фонда России, однако, практически все реки подвержены антропогенному воздействию. Вода многих российских рек загрязнена и непригодна для питьевых целей. Серьезной проблемой является ухудшение качества воды поверхностных водных объектов, которые в большинстве случаев не отвечают нормативным требованиям и оцениваются как неудовлетворительные, практически для всех видов водопользования. Большинство водохозяйственных участков на территории Российской Федерации характеризуются высокой степенью загрязнения водных объектов и низким качеством воды. Наиболее напряженная экологическая ситуация сложилась в бассейнах рек Волги, Оби, Енисея, Амура, Северной Двины и Печоры, загрязнены также поверхностные воды бассейнов рек Дона, Кубани, Терека и рек бассейна Балтийского моря [2]. В последние десятилетия процесс эвтрофирования водоемов существенно ускорился в результате действия антропогенных факторов и особенно ярко и наглядно проявился на искусственных водоемах – водохранилищах. Следствием является интенсивное развитие синезеленых водорослей, вызывающих массовое «цветение» воды [4]. Биомасса водорослей скапливается в прибрежной части и разлагается, вызывая технические трудности при подаче воды на промышленные предприятия, водопроводные сети для питьевых нужд, на орошение, ухудшает гидрохимические качества, санитарно-гигиенические и рыбохозяйственные показатели. Разлагающиеся водоросли вызывают негативные явления и в самом водоеме: снижение содержания кислорода, появление токсинов в воде, образование заморных зон, гибель гидробионтов [5]. С проблемой «цветения» воды в результате интенсивного роста синезеленых водорослей сталкиваются многие развитые страны. Изменение комплекса гидрологических, химических и биологических характеристик зарегулированных рек приводит к активному эвтрофированию. В результате создаются благоприятные условия для развития фитопланктона, в частности синезеленых из родов *Anabaena, Aphanizomenon, Microcystis, Oscillatoria*. Наиболее токсичными являются именно те виды водорослей, которые обычны для водохранилищ равнинных рек. По химической природе токсины синезеленых представляют собой сложный комплекс аминокислот.

В табл. 1 приведены данные о токсинах синезеленых водорослей, которые активно вегетируют в Волгоградском водохранилище.

Таблица 1. Токсичные виды синезеленых водорослей

Водоросли-продуценты	Токсины	Природа соединений
Microcystis aeruginosa	Микроцистин	Пептид
Anabaena flos-aqae	Анатоксин-а	Алкалоид
Aphanizomenon flos-aqae	Афанотоксин	Алкалоид
Oscillatoria aqardhii	Осциллятория-токсин	Неизвестно

Наряду с исследованиями физиологических особенностей синезеленых водорослей, выявление причин «цветения» воды, были апробированы химические, механические и биологические методы предотвращения массового развития сине-зеленых. К физическим методам относится искусственное увеличение мутности в водоеме путем внесения в него глины. Этим ухудшается инсоляция и снижается фотосинтез организмов, взвешенных в воде. Кроме того, частицы глины, оседая на дно, увлекают за собой бактерии и планктон. Метод борьбы с «цветением» путем увеличения мутности воды очень громоздок и трудоемок, поэтому широкого применения не нашел. Также к физическим методам относится сбор биомассы, который также очень трудоемкий и требует больших затрат. Химический метод основан на внесении в водоем медного купороса, газообразного хлора, хлорной извести, для малых водоемов – соединений серебра и др. Несмотря на временный положительный эффект, внесение купороса применяется в целях борьбы с «цветением» лишь при крайней необходимости, так как данных, гарантирующих безвредность всех последствий этого метода, нет. В России для бактериальной стерилизации воды на водопроводе хлор стали применять с 1910 года, а для борьбы с «цветением» позднее. Однако этот метод также не нашел широкого применения, так как при дозе хлора 0,1 мг/л, в присутствии большого количества планктона, развитие бактерий не угнетается, а при дозе 1,0 мг/л, рост их наилучший и прямо пропорционален гибели планктона. Химические и механические методы борьбы с «цветением» – это лишь мероприятия, цель которых ликвидировать уже существующее «цветение». Одним из биологических методов для водохранилищ равнинных рек является – вселение биомелиораторов – рыб амурского комплекса, в частности, типичного фитопланктофага – белого толстолобика. Подобные работы были выполнены на водохранилищах Украины, Краснодарского края, в республиках Средней Азии, ряде областей юга России [6]. Однако, несмотря на некоторое увеличение рыбопродуктивности в этих водоемах, уровень «цветения» воды не снижался.

Материалы и методы. Наиболее перспективным и экологически безопасным методом предотвращения «цветения» воды считаем вселение штамма микроводоросли *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111, который выносит прямое солнечное освещение, при достижении плотности клеток в культуре более 10 млн./мл проявляются хорошо выраженные антагонистические свойства к альгофлоре, бактериям и инфузориям.

Цель нашей работы заключалась в том, чтобы восстановить самоочищающую способность Волгоградского водохранилища и улучшить качество воды в нем методом альголизации с применением планктонного штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111, в результате чего снизить затраты на очистку, улучшить гидробиологический и гидрохимический состав воды. Сбор гидрологического, гидрохимического и гидробиологического материала осуществлялся на заливах Волгоградского водохранилища в пределах

Волгоградской области в течение вегетационного сезона 2017 г. Пробы воды на фитопланктон отбирали батометром Молчанова, фиксировали йодным раствором Утермеля, подсчет организмов и определение их биомассы производились по общепринятой методике. Для оценки качества воды использована шкала «Рекомендаций Минприроды по выявлению зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия» с вычислением индекса сапробности по Пантле и Букку в модификации Сладечека. Для оценки влияния штамма хлореллы на параметры экосистемы водохранилища в районах её вселения использовали метод функции желательности. Учитывая задачи, стоящие в нашем исследовании, в качестве индикаторных показателей, характеризующих состояние контрольных и экспериментальных участков экосистемы, принимали: 1) концентрацию растворенного кислорода в воде, 2) прозрачность воды, 3) биомассу зеленых водорослей, 4) биомассу зоопланктона, 5) биомассу синезеленых водорослей [3]. Отбор и камеральную обработку проб проводили по общепринятым методикам. Численность бактерий в воде учитывалась методом ультрафильтрации. Биомассу микроорганизмов рассчитывали, исходя из общего количества бактерий и среднего объёма бактериальных клеток. Количество сапрофитных бактерий определялось по методу Коха на МПА посевом 0,1 мл испытуемой воды глубинным способом в чашки Петри. Пробы зоопланктона отбирали количественной сетью Джеди с газом № 70 путем тотального облова столба воды от дна до поверхности.

Результаты и обсуждения. Для проведения исследований были взяты экспериментальные заливы Волгоградского водохранилища – Ерзовский, Дубовский, Балыклейский, Еруслановский, контрольные – Яблоновый, Красные отмели. В экспериментальных заливах использовалась биотехнология, основанная на вселении планктонного штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 с периодичностью 15 дней (май-сентябрь). Вселение хлореллы проводилось из расчета 30-40 л на 1 га площади зеркала водоемов.

Наблюдения за гидрохимическими параметрами и содержанием растворенного кислорода в воде контрольных и экспериментальных заливов Волгоградского водохранилища проводились в летнюю межень 2017 г. (таблица 2).

Содержание растворенного кислорода не опускалось ниже рыбохозяйственной нормы и было на уровне 7.5-19.4 мгO_2/дм^3 с максимумом 12.4-19.4 мгO_2/дм^3 во всех заливах за исключением Яблонового и Красные отмели (контрольные).

Сравнение экспериментальных и контрольных заливов показало, что вселение хлореллы, в большей мере повлияло на показатели состава и свойств воды заливов левобережья. Произошло снижение концентраций биогенных элементов в экспериментальных заливах по сравнению с контрольными для соединений азота и фосфора в 2.3-3.5 раза, для суммы биогенов – в 1.3 раза. Максимальное снижение в 3.5 раза характерно для азота нитратов. При этом снижение максимальных наблюдаемых концентраций произошло в 1.9-4.5 раза для суммы и различных форм минерального азота и в 1.3 раз – для фосфора.

Таблица 2. Гидрохимические показатели воды экспериментальных и контрольных заливов Волгоградского водохранилища в 2017 г.

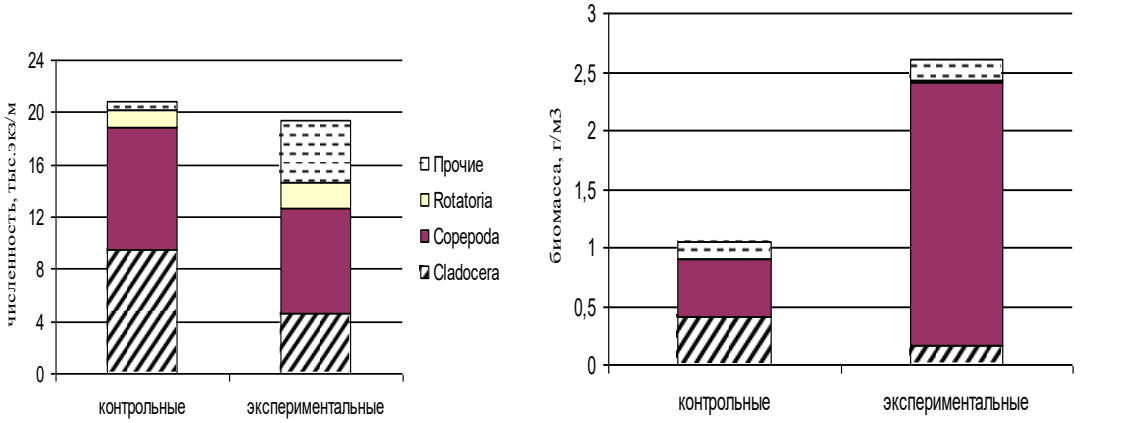
Исследуемые показатели	Левый берег		Правый берег	
	Контрольные заливы	Экспериментальные заливы	Контрольные заливы	Экспериментальные заливы
pH	7.3 – 8.1 7.69	7.6 – 8.8 8.08	7.3 – 8.1 7.78	7.7 – 8.8 7.78
Растворенный кислород, мгO_2/дм^3	4.9 – 9.6 7.89	8.25 – 10.3 9.28	4.9 – 9.61 7.84	7.7 – 8.8 7.78
БПК$_{полн.}$, мгO_2/дм^3	0.5 – 3.3 2.24	0.9 – 2.2 1.75	0.6 – 5.2 2.33	0.5 – 2.2 2.99
ХПК, мгО/дм^3	8.5 – 24.2 18.5	12.0 – 25.7 17.0	8.5 – 24.2 22.1	12.0 – 25.7 20.4
NH_4^- мг/дм^3	0.2 – 1.37 0.75	0.25 – 0.40 0.30	0.20 – 1.06 0.57	0.28 – 0.40 0.46
NO_2^- мг/дм^3	0.006 – 0.039 0.028	0.006 – 0.021 0.012	0.07 – 1.40 0.69	0.006 – 0.021 0.017
ΣN мг/дм^3	0.83 – 1.969 1.204	0.435 – 0.439 0.437	0.47 – 1.44 1.094	0.42 – 1.07 0.952
$P-PO_4^{3-}$ мг/дм^3	0.03 – 0.08 0.07	0.03 – 0.06 0.03	0.03 – 0.10 0.08	0.03 – 0.10 0.08
Si мг/дм^3	2.2 – 2.9 2.35	2.3 – 2.4 2.47	2.2 – 2.9 2.5	2.3 – 2.4 2.78
Fe$_{щ.}$ мг/дм^3	*н/о* – 0.19 0.13	*н/о* – 0.12 0.12	*н/о* – 0.87 0.12	*н/о* – 0.12 0.12
Σ биоген мг/дм^3	3.583 – 5.089 3.881	2.919 – 2.935 2.927	3.51 – 4.37 3.790	3.32 – 4.56 3.828

Бактериопланктон играет важную роль в функционировании экосистем водоёмов. Общая численность бактериопланктона в экспериментальных заливах была более высокой по сравнению с контрольными и при колебаниях от 2.6 до 3.8 млн. кл/мл в среднем составила 3.2 млн. кл/мл, биомасса – 2.4 г/м^3. В контрольных заливах водохранилища данные по бактериопланктону различались незначительно и в среднем составили около 2.4 млн. кл/мл, биомасса – около 1.8 г/м^3. Численность этой группы бактерий в экспериментальных заливах при колебаниях от 3.0 до 27.2 тыс. кл/мл в среднем составила 12.0 тыс. кл/мл, что в 6 раз превысило данные в контрольных заливах водохранилища. Снижение функциональной активности бактериопланктона в опытных заливах свидетельствует о низких скоростях трансформации органического вещества в данных биотопах, что связано с токсическим ингибированием функционирования микробных сообществ цианобактериями. Качество воды оценивалось по соотношению численности гетеротрофов к общему количеству микрофлоры. Согласно полученным данным, этот показатель колебался от 0.001 до 0.007, что свидетельствует о хорошем качестве воды всех экспериментальных заливов.

За период исследований 2017 г. в заливах Волгоградского водохранилища зарегистрировано 221 таксон водорослей, из них – диатомовых – 97, зеленых – 54, синезеленых – 37, пирофитовых – 20, эвгленовых – 13, золотистых – 2, желто-зеленых – 1. Сезонные количественные показатели колебались в широких пределах от 0.084 до 69.86 млн.кл/л, биомасса – от 0.016 до 5.9 г/м^3. Основу численности и биомассы составляли 4 отдела: диатомовые, виды р.*Chlamydomonas*, реже – *Pandorina morum,* из пирофитовых массовыми были *Chroomonas acuta*, часто встречались также рода Cryptomonas. Среди синезелёных основными видами были *Microcystis aeruginosa* и *Phormidium foveolarum, Chlorella vulgaris* зарегистрирована с июня по август в экспериментальных заливах (от 0.1 до 30 % общей биомассы фитопланктона). Максимальная численность и биомасса синезеленых водорослей при низких количественных показателях зеленых была характерна для заливов Яблоневый и Красные отмели (контрольные) наблюдалось сильное «цветение» и образование пленки из разлагающихся синезеленых (рисунок 3a, 3b, 3c). Анализ количественных показателей фитопланктона в исследуемых участках водохранилища выявил изменение структуры альгоценозов экспериментальных заливов под воздействием штамма *Chlorella vulgaris* в 2017 г., в сторону увеличения зеленых водорослей и снижения сине-зеленых (рисунок 3d).

Анализ количественных показателей зоопланктона выявил снижение численности и биомассы кладоцер-фильтраторов в экспериментальных заливах по сравнению с контрольными (рис. 1). Рассмотрение количественных показателей зоопланктона выявило факт снижения численности и биомассы кладоцер-фильтраторов в экспериментальных заливах по сравнению с контрольными. Интегральную оценку влияния штамма хлореллы на параметры экосистемы производили, применив метод функции желательности (ФЖ). Результаты оценки представлены на рис. 2. На экспериментальных заливах, где вселялась хлорелла, в течение всего вегетационного сезона обладали более желательным комплексом индикаторных показателей экосистемы, по сравнению с контролем. Рассмотрение количественных показателей зоопланктона выявило снижение численности и биомассы кладоцер-фильтраторов в экспериментальных заливах по сравнению с контрольными. Интегральную оценку влияния штамма хлореллы на

параметры экосистемы производили, применив метод функции желательности (ФЖ). Результаты оценки представлены на рис. 2.



2.

Рис. 1. Соотношение количественных показателей (а – численность, тыс.экз/м^3, б– биомасса, г/м^3) зоопланктона в контрольных и экспериментальных заливах

На экспериментальных заливах, где вселялась хлорелла, в течение всего вегетационного сезона обладали более желательным комплексом индикаторных показателей экосистемы, по сравнению с контролем.

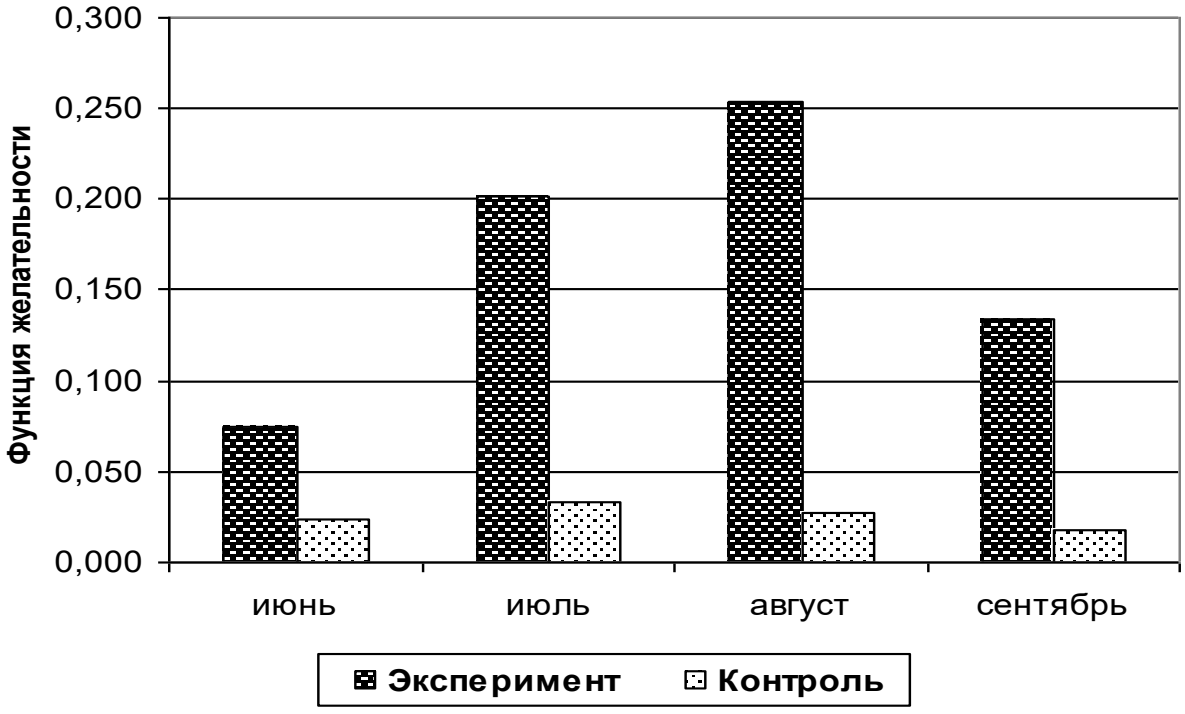


Рис. 2. Значения обобщенной ФЖ для разных участков водохранилища в 2017 г.

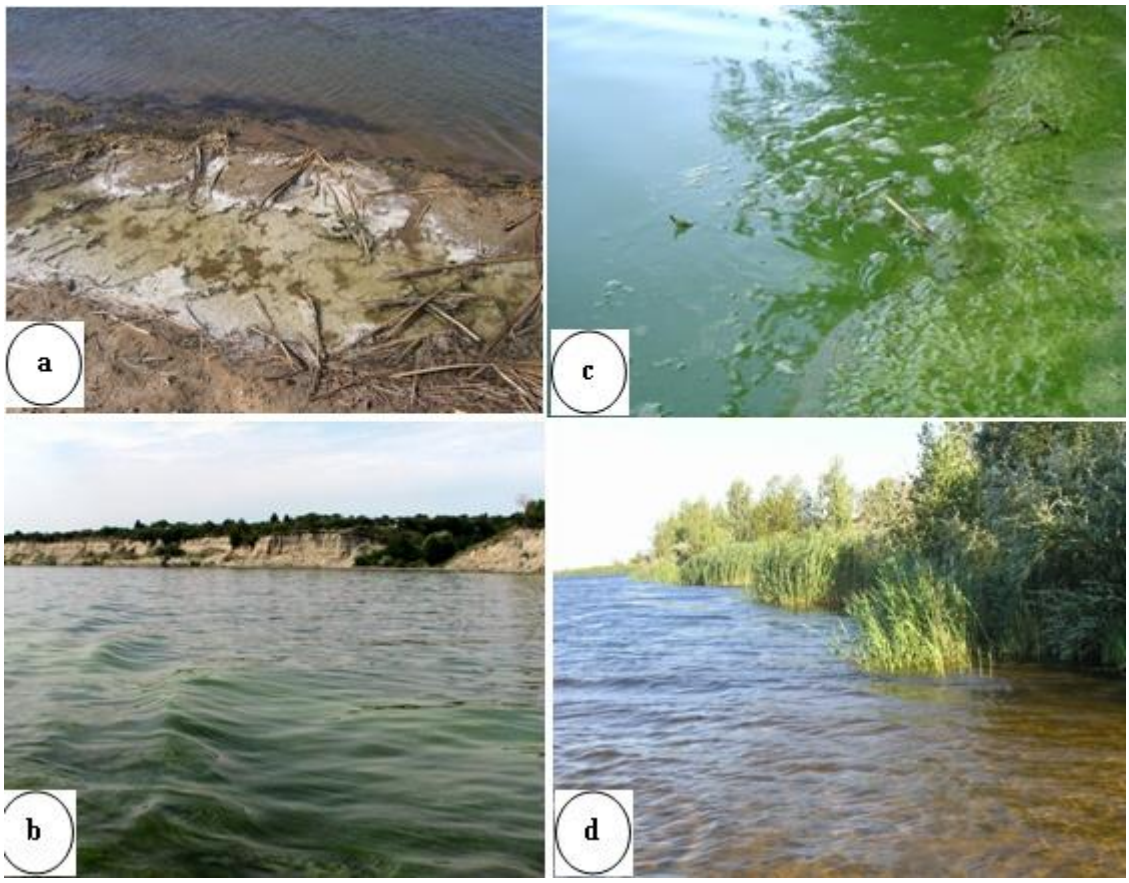


Рис. 3. Состояние исследуемых объектов, лето 2017 года: a – пленка из разлагающихся сине-зеленых водорослей в Яблоновом заливе (сентябрь, 2017 г.); b – цветение в заливе Яблоновый (контрольный); c – выброс сине-зеленых водорослей в заливе Красные отмели (контрольный); d – залив Балыклейский (экспериментальный)

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что альголизация локальных участков (заливов) водохранилища штаммом хлореллы привела к улучшению основных эколого-водохозяйственных параметров экосистемы на данных локальных участках.

Заключение. Сравнение состава фитопланктона в заливах опытной группы, куда хлорелла вносилась, и контрольных, обнаружило положительное влияние вселяемого объекта на структуру планктонных альгоценозов даже при тех незначительных количествах, которые обнаруживались в водохранилище. Опытные альгоценозы отличались более низкой концентрацией сине-зеленых и видов-возбудителей «цветения» воды, разнообразной структурой и повышенным удельным весом водорослей, более предпочтительных в кормовом и санитарно-гигиеническом отношении. Рассмотрение количественных показателей зоопланктона выявило факт снижения численности и биомассы кладоцер-фильтраторов в экспериментальных заливах в сравнении с контрольными. Интегральная оценка влияния штамма хлореллы на параметры экосистемы методом функции желательности показала,

что заливы, на которых производился производственный эксперимент по вселению штамма хлореллы, на протяжении всего вегетационного сезона обладали более желательным комплексом индикаторных показателей экосистемы, по сравнению с контролем. Применение биотехнологии позволит во-первых повысить самоочищающую способность экосистемы за счет утилизации штаммом *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 загрязняющих веществ, во-вторых улучшить санитарно-гигиеническое состояние водоемов, в-третьих повысить качество воды для водопользователей и сократить расходы на ее очистку и приблизить качество питьевой воды к нормативным требованиям ГОСТа, а также снизить затраты на ее водоподготовку. Кроме того, снизить вероятность появления локальных заморных зон в водоеме, улучшить кормовую базу беспозвоночных и рыб за счет структурных изменений фитопланктоценозов, увеличить биомассу зоопланктона, наиболее потребляемого звена, улучшить условия нагула молоди рыб и рыб – планктофагов, улучшить условия естественного воспроизводства рыб, увеличить рыбопродуктивность водохранилища.

Литература

1. Водная стратегия Российской Федерации на период до 2025 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 августа 2009 года №1235-р. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/2069399/ (дата обращения: 15.08.2019).
2. О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года. Указ Президента Российской Федерации от 19.04.2017 № 176. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102430636&rdk=&firstDoc=1&lastDoc=1 (дата обращения: 15.07.2019).
3. Гелашвили, Д.Б. Факталы и мультифакталы в биоэкологи (монография) / Д.Б. Гелашвили, Д.И. Иудин, Г.С. Розенберг // Международный журнал экспериментального образования №8 (ч. 2). – Нижний Новгород, 2015. – №8 (2). –186с.
4 Медведева, Л.А. Биотехнологии, повышающие эффективность сельского хозяйства / Л.А. Медведева, М.В. Московец, А.В. Медведев //Современные проблемы инновационного развития сельского хозяйства и научные пути технологической модернизации АПК. Сборник научных статей ФГБНУ Дагестанский НИИСХ, г. Махачкала, 2016. С.157-161.
5 Мелихов, В.В. Проблема развития аквакультуры в Волго-Каспийском районе / В.В.Мелихов, А.Г. Болотин, М.В. Фролова, М.В. Московец, Л.А. Птицына, А.Ю. Торопов // Формирование и развитие сельскохозяйственной науки в XXI веке. Сборник научных статей ФГБНУ «ПНИИАЗ», Астраханская область. Соленое Займище, 2016.- С.230-235.
6 Мелихов, В.В. Влияние биотехнологий на рост эффективности рисоводства на Юге России / В.В. Мелихов, Л.А. Медведева, М.В. Фролова М.В. Московец // Научно-практический журнал «Региональная экономика» Юг России, 2016. №4 (14). С. 82-89.

УДК 631.616

ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПРОМЫВНЫХ ВОДАХ ИЗ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

Абрамова Т.В., аспирант

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Агрофизический научно-исследовательский институт", г. Санкт-Петербург, Россия

К настоящему времени еще не существует однозначного мнения о влиянии биоугля на плодородие почвы и продуктивность растений. Так как продуктивность растений напрямую зависит от доступности питательных элементов, которые являются продуктом трансформации веществ в почвенной среде, существует большой интерес к тому, как биоуголь влияет на трансформации и доступность веществ для поглощения растениями.

В последнее время увеличение данных говорит о том, что добавление биоугля в почву может повысить продуктивность в различных природных и сельскохозяйственных средах, однако непосредственное влияние добавленного биоугля на круговорот питательных веществ в почве противоречиво и остается малоизученным. Это отчасти из-за различий в почвах, сельскохозяйственных культурах, типах биоугля, использованного в экспериментах, а также из-за преобладания краткосрочных исследований.

Применение биоугля в сельском хозяйстве имеет потенциал значительно улучшать физическое, химическое и биологическое состояние почвы.

Биоуголь, добавленный в почву может прямо или косвенно изменять круговорот питательных веществ. Применения биоугля может увеличить удерживание NH_4^+ в почве и повысить поглощение N растениями; однако, существует мало доказательств увеличения доступности N после уборки урожая. Важно отметить, что биоуголь имеет мало негативных воздействий на круговорот питательный веществ в почве. Наблюдаемое увеличение чистой нитрификации в лесных почвах происходит на уровне, который будет иметь минимальное влияние на чистое выщелачивание N и эмиссию N_2O.

Растворимость P в основном увеличивается с внесением биоугля, это может быть следствием прямого внесения P с биоуглем, что ведёт к изменению круговорота P. Существует необходимость проведения исследований, направленных на объяснение механизмов повышения поглощения P с внесением биоугля в сельскохозяйственных почвах. Возможно, что биоуголь внесенный в почву стимулирует микоризную колонизацию, которая может увеличить потребления P, но при применении P-богатых материалов, этот эффект может быть потерян (T. H. DeLuca, et al., 2015).

Биоуголь, при внесении в почву, может уменьшать выщелачивание питательных веществ. Это связано с несколькими основными фактами. Во-первых, биоуголь может изменить физические свойства почвы, такие как

объемная плотность, пористость, проницаемость и удерживание воды. Во-вторых, он может изменять химические свойства почв, такие как pH, емкость катионного обмена, анионообменная емкость и способность почвы сорбировать растворимые органические и неорганические соединения. В-третьих, биоуголь может повлиять на микробные популяции и их активность в почвах, а также на рост растений и дифференциацию.

Существует необходимость для дополнительных исследований влияния биоугля на трансформацию питательных веществ в почве, в короткие сроки непосредственно после внесения, а также в долгосрочной перспективе.

Нами были проведены исследования в долгосрочном лабораторном эксперименте в регулируемой агроэкосистеме. Для исследований использовали органогенный горизонт дерново-подзолистой супесчаной почвы Меньковского филиала ФГБНУ АФИ и мелкую фракцию (<1 мм) биоугля из древесины широколиственных пород.

Опыт проводился в 4-кратной повторности и включал 4 варианта: почва + пшеница (Пп); почва + биоуголь 20 т га$^{-1}$ + пшеница (ПБп); почва + удобрение: 120 кг N га$^{-1}$, 135.2 кг P га$^{-1}$, 259 кг K га$^{-1}$ + пшеница (ПУп); почва + биоуголь 20 т га$^{-1}$ + удобрение: 120 кг N га$^{-1}$, 135.2 кг P га$^{-1}$, 259 кг K га$^{-1}$ + пшеница (ПБУп).

В эксперименте почву в ведрах объемом 2400 см^3, увлажненную до наименьшей влагоемкости (20%), с плотностью сложения 1,3 г см$^{-3}$, смешивали с биоуглем, где это было необходимо по схеме опыта. Ведра с почвой взвешивали и оставляли для стабилизации, затем снова взвешивали, доводили влажность почвы до наименьшей влагоемкости и высеивали пшеницу.

После того, как пшеница окрепла, вносили в почву, также, где необходимо по схеме, удобрение. На протяжении трех месяцев почву в ведрах регулярно поливали высокими дозами воды (400см^3), соответствующими количеству осадков в 20 мм, часто наблюдаемому в естественных условиях.

Промывные воды собирали и определяли в них концентрацию доступного азота, фосфора, калия и значение pH по стандартным методикам.

В результате исследований выявлено, что внесение минеральных удобрений в почву приводит к подкислению почвенного раствора, а при одновременном внесении удобрения и биоугля этого не происходит, что связано со щелочной природой биоугля (Соколик и др., 2015). Также замечено, что pH к пятому поливу снизился во всех вариантах опыта.

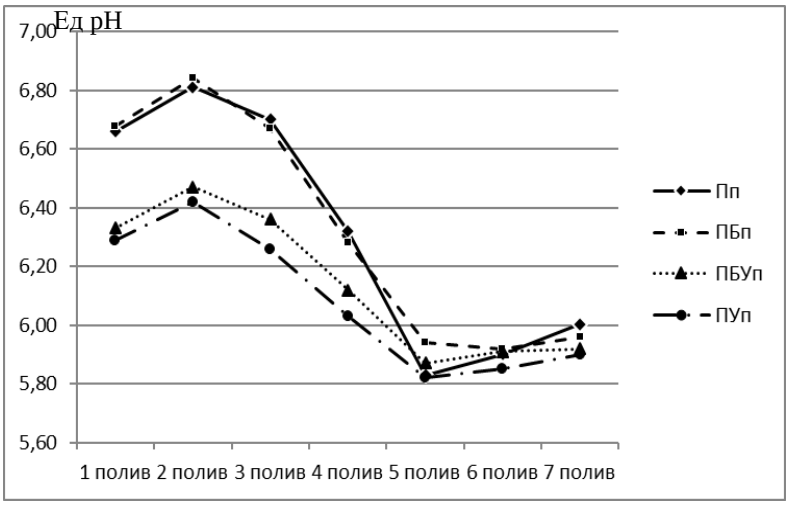


Рис. 1. pH промывных вод: Пп –почва + пшеница, ПБп – почва + биоуголь + пшеница, ПБУп – почва+ биоуголь + удобрение + пшеница, ПУп – почва + удобрение + пшеница

Установлено, что внесение биоугля в почву одновременно с минеральными удобрениями приводит к более равномерному вымыванию ионов аммиака и калия с почвенным раствором (рис. 2, 4), а также к снижению содержания фосфора в почвенном растворе, что может быть связано с его адсорбцией (рис. 3). Эффект приписывается как к адсорбции ортофосфата, так и к адсорбции органического фосфора соединениями биоугля (D. Laird et al., 2010).

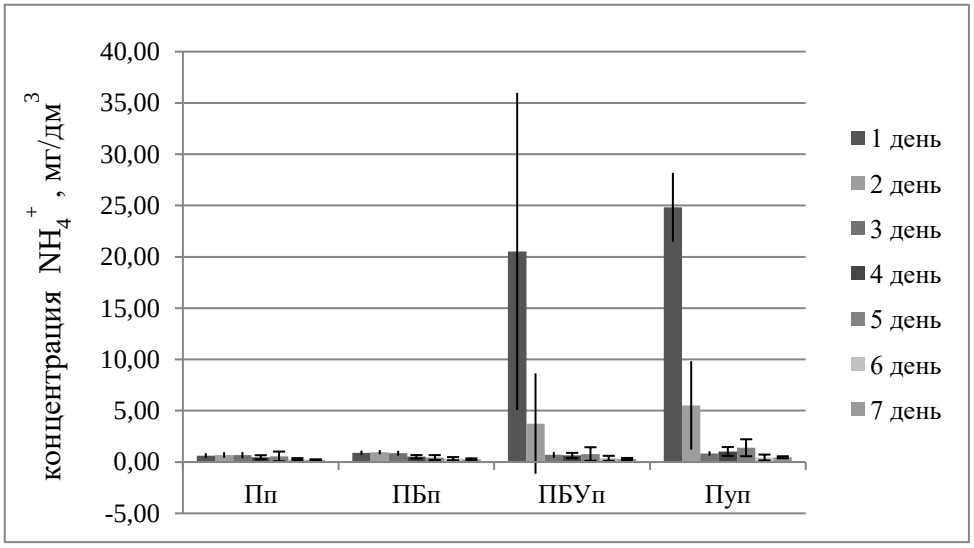


Рис. 2. Содержание доступного азота (NH_4^+) в промывных водах: Пп –почва + пшеница, ПБп – почва + биоуголь + пшеница, ПБУп – почва + биоуголь + удобрение + пшеница, ПУп – почва + удобрение + пшеница

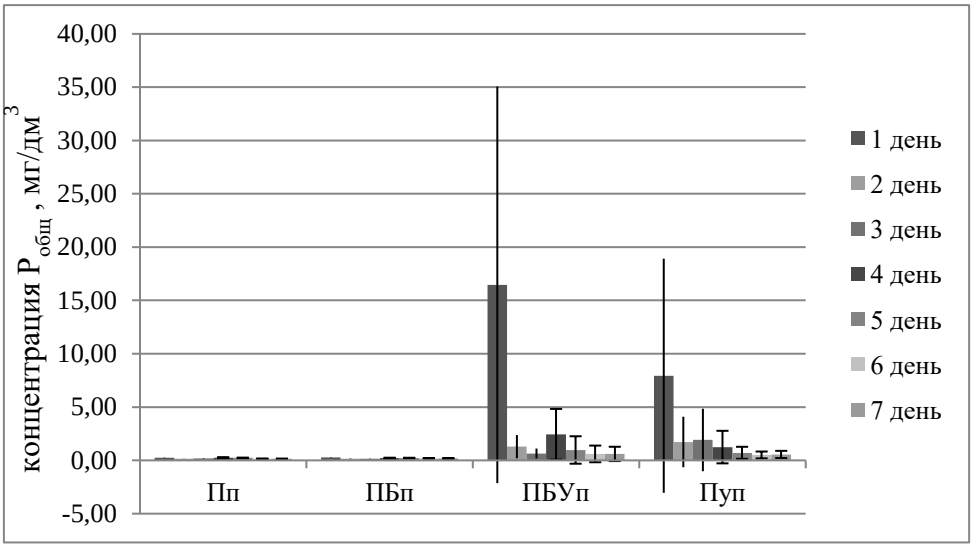


Рис. 3. Содержание доступного фосфора (P_2O_5) в промывных водах: Пп –почва + пшеница, ПБп – почва + биоуголь + пшеница, ПБУп – почва + биоуголь + удобрение + пшеница, ПУп – почва + удобрение + пшеница

Содержание всех исследованных элементов в промывных водах снижается со временем, исключение составляют нитраты, содержание которых несколько возрастало в середине эксперимента (рис. 5). Ранее (Рижия и др., 2015) было показано, что внесение биоугля в супесчаную дерново-подзолистую почву приводило к усилению процесса нитрификации в почве в связи с изменениями физических свойств почв (Buchkina et al., 2013) под воздействием биоугля. Таким усилением процесса нитрификации можно объяснить увеличение концентрации нитрат-ионов в промывных водах.

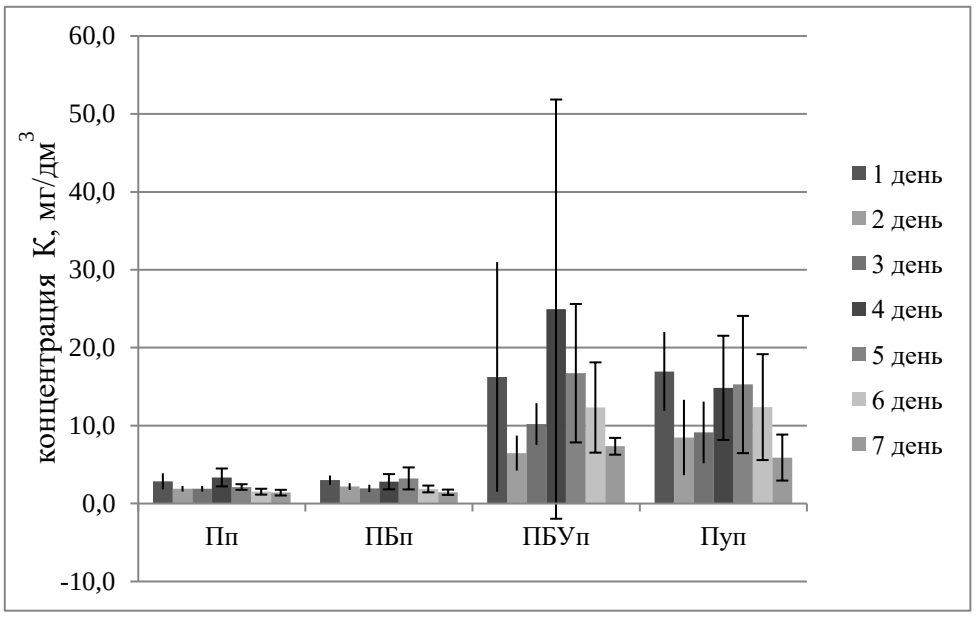


Рис. 4. Содержание калия в промывных водах: Пп –почва + пшеница, ПБп – почва + биоуголь + пшеница, ПБУп – почва + биоуголь + удобрение + пшеница, ПУп – почва + удобрение + пшеница

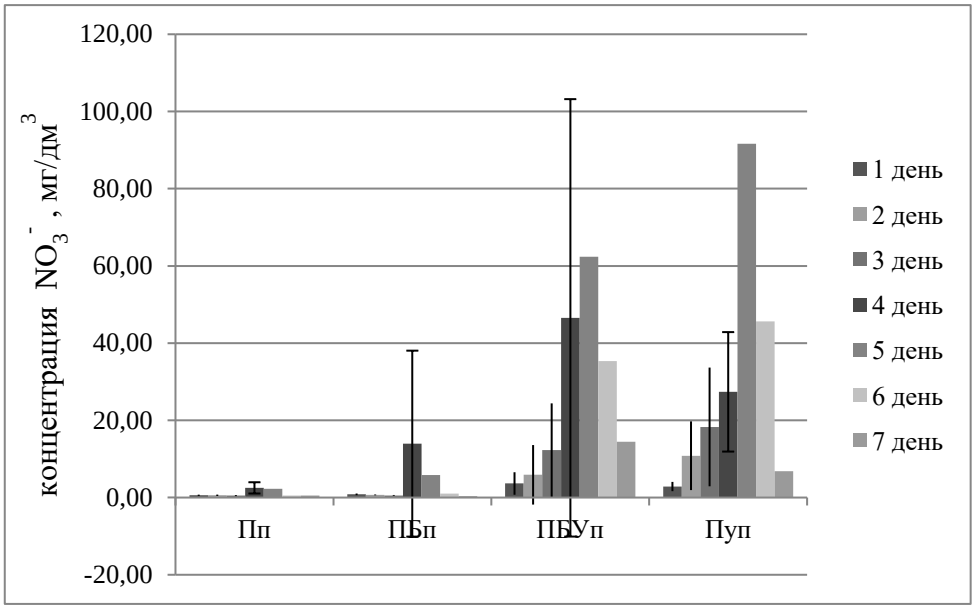


Рис. 5. Содержание доступного азота (NO_3^-)в промывных водах:
Пп –почва + пшеница, ПБп – почва + биоуголь + пшеница,
ПБУп – почва + биоуголь + удобрение + пшеница,
ПУп – почва + удобрение + пшеница

Литература

1. N. Buchkina, E. Rizhiya, S. Pavlik, D. Igaz, J. Horak, E. Balashov Biochar properties related to a possibility of its agricultural use. In: Enviro Nitra 2013. Proceedings of the 18th international scientific conference Enviro Nitra. 2013. P. 16-20.
2. Е.Я. Рижия, Н.П. Бучкина, И.М. Мухина, А.С. Белинец, Е.В. Балашов. Влияние биоугля на свойства образцов дерново-подзолистой супесчаной почвы с разной степенью окультуренности (лабораторный эксперимент). / Почвоведение, 2 (2015), с. 211-220.
3. Г.А. Соколик, С.В. Овсянникова, Т.Г. Иванова, М.В. Попеня, Е.В. Войникова. Харакеристики дерново-подзолистых почв после внесения биоугля. / Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя хімічных навук, 2 (2015), с. 87-94.
4. D. Laird, P. Fleming, B. Wang, R. Horton, D. Karlen. Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil / Geoderma 158 – 2010. – p. 436 – 442
5. T. H. DeLuca, M. J. Gundale, M. D. MacKenzie, D. L. Jones. Biochar effects on soil nutrient transformations / Biochar for Environmental Management. Science, Technology and Implementation, 2nd Edition. Edited by Johannes Lehmann, Stephen Joseph – 2015. – p. 421 – 446

РАЗДЕЛ VI. Экологические и технические вопросы использования мелиорованных земель

УДК 631.61:626.8

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА УТИЛИЗАЦИИ ВАЛОВ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

В.П. Иванов, к.т.н., **Э.Н. Шкутов**, к.т.н., **Т.Г. Свиридович**, к.т.н.
РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Республика Беларусь

Беларусь находится в гумидной зоне и до проведения мелиорации, болота и избыточно увлажненные земли занимали около 8 млн. га – 40% всей территории, поэтому осушение болот и избыточно увлажненных земель с использованием этих площадей в сельскохозяйственном производстве являются безальтернативной стратегией для развития Беларуси.

Сегодня сельскохозяйственные мелиорированные земли составляют 2,9 млн. га, в том числе около 1 млн. га торфяных почв различных стадий трансформации. На них производится около трети растениеводческой продукции, в том числе 60% всех травяных кормов.

На сегодняшний день первостепенным является повышение эффективности сельскохозяйственного использования осушенных и орошаемых земель на основе разработки мелиоративных и специализированных агробиотехнологических приемов, обеспечивающих благоприятный для возделываемых культур водный режим и высокую продуктивность.

Стратегия мелиоративных работ в Беларуси совпадает со стратегией, принятой в развитых странах Западной Европы, Балтии – новой мелиорации практически не ведется, работы сосредоточены на поддержании работоспособности уже созданных систем, основная часть которых построена в 60-70г.г. прошлого века и, в соответствии с проектными нормами, исчерпала срок службы до проведения реконструкции.

В результате этого имеет место необходимость в мероприятиях, соответствующих различным этапам жизненного цикла, реализация которых осуществляется в рамках текущей Государственной программы на сохранение и использование мелиоративных земель на 2016 - 2020 гг. [2].

На 1 января 2016 г. согласно Постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 11 марта 2016 г. № 196 «О Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 гг. и внесения изменений в Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 июня 2014 г. № 585», в реконструкции нуждаются 353,6 тыс. га в том числе (табл.1) [2].

Не будем останавливаться на обзоре новых материалов, конструкций, технологиях реконструкции и строительства мелиоративных систем. Здесь можно отметить значительный прогресс по сравнению с уровнем 80-90х годов прошлого века. Но вместе с тем остался ряд вопросов, которые не решены. Одним из них является утилизация древесных остатков после первичного осушения, либо реконструкции мелиоративных объектов.

Таблица 1. Таблица площадей реконструкции по областям

Область	Площадь реконструкции (тыс. га)
Брестская	95,3
Витебская	63,0
Гомельская	51,1
Гродненская	37,2
Минская	61,8
Могилевская	45,2
Итого:	**353,6**

В 2017 г. нами были обследованы мелиоративные системы в Лунинецком, Борисовском, Березинском, Дзержинском районах. На этих объектах были проведены обмеры и подсчитано количество валов ДКР. Площадь, занимаемая валами ДКР, варьировала от 0,07 га до 0,6 га, количество валов на системах колебалось от 2 до 26 единиц. Также менялись размеры валов по длине от 25 до 70 метров и высотой в среднем 2-2,5 метра.

На (рис 1.) представлены их наиболее характерные представители, которые сложены кустарниками, корчами, мелколесьем лиственных пород. В общем объеме вала древесно-кустарниковая растительность составляла 25-45%. Валы (рис 2.) пролежавшие больше года начали давать молодую поросль кустарника и покрывались сорной растительностью. Ссылаясь на литературные данные [3, 4, 5, 6] и наши обследования можно оценить потерю площадей под валами ДКР до 1,5% от площади мелиоративной системы. Кроме того, по периметру валов затрудняется обработка почвы, что увеличивает потерю обрабатываемых площадей и зарастание сорной растительностью и кустарником.

Рис. 1. Общий вид вала древесно-кустарниковой растительности

Рис. 2. Молодая поросль на валу древесно-кустарниковой растительности

Приведенные аргументы указывают на необходимость совершенствования применяемых технологий утилизации валов древесно-кустарниковой растительности. Коротко рассмотрим наиболее часто применяемые на практике в мелиорации способы утилизации.

1. Захоронение древесно-кустарниковой растительности в котлованы. К положительным сторонам относятся малые затраты на транспортировку, но возрастают объемы земляных работ при захоронении древесных остатков также на месте захоронений образуются западины, мешающие ведению сельскохозяйственного производства.

2. Сжигание древесно-кустарниковой растительности снижает транспортные расходы, но наносит вред экологии и не всегда, и не везде применимо из-за угрозы возникновения пожаров на торфяниках.

3. Вывоз древесно-кустарниковой растительности на полигоны требует больших расходов на погрузочные работы, транспортировку и дальнейшую утилизацию. Кроме того, при погрузке происходит частичный захват плодородной почвы и вывоз ее на полигон, тем самым снижается плодородие земель.

4. Использование дробилок древесных отходов не всегда целесообразно в связи с их невысокой производительностью, надежностью и техническими возможностями. В основном имеющиеся технические устройства могут перерабатывать отходы сечением до 100 мм. Зарубежные образцы по ценам на порядок выше, что не каждому предприятию доступно.

5. Складирование древесно-кустарниковой растительности в валах на 2-3 года с целью дальнейшего перегнивания растительных остатков и последствии их разравнивания по площади. На наш взгляд это наиболее оптимальный способ минимизации затрат на утилизацию. Но необходимо отметить, что за этот срок крупные древесные остатки не успевают разлагаться.

Вывоз валов ДКР на полигоны является наиболее затратным за счет расходов на транспортировку и погрузку. Ниже приведены затраты на вывоз валов ДКР на полигон. Стоимость вывоза составляет 55-60% от нормативной стоимости реконструкции 1 гектара. Необходимо добавить, что при погрузке ДКР вывозится также часть растительного грунта, что ведет к потере плодородия. Исходя из вышеуказанного следует, что наименее затратным является оставление валов ДКР на месте. Но пятилетний срок из-за зарастания валов кустарником не всегда достаточно для перегнивания.

Таблица 2. Расчет баланса прибыли и расходов на вывоз валов ДКР с 1 га реконструируемой площади.

Площадь	Прибыль	Затраты на вывоз ДКР с 1 га
Общая – 1га Полезная 98,5 % (100% - 1,5%) = 98,5% 98,5%=0,985 га Площадь валов ДКР 1,5% (0,015 га)	Стоимость одного балло-гектара – 24,84 руб 30 балов х 24,84 руб = 745,2 руб (год) Потери прибыли под 150 $м^2$ площади вала – 11,2 руб/год Прибыль: 742,5 – 11,2 = 734,0 руб Убыток от валов ДКР: 0,015 га х 24,84 х 30 = 11,178 ≈ 11,2 руб (год)	Объем вала ДКР на 1 га площадью 0,015 га высотой 2,0м 150 $м^2$ х 2,0м =300 $м^3$ Стоимость одного часа работы самосвала 10 т(10 $м^3$) - 35 руб Стоимость часа работы погрузчика - 50 руб Погрузчик (1,5 смены, 12 часов) - 600 руб Два самосвала по 1,5 смены (по 12 часов): 2 х 35 х 12 = 840руб Итого: 1440 руб вывоз ДКР с 1 га на полигон на расстоянии 3 км

Резюме: вывоз вала ДКР составит 1440 руб/га

Уменьшение прибыли от потери обрабатываемой площади под валами ДКР составит 11,2 руб./га в год.

Вместе с тем имеются зарубежные и отечественные разработки по биологическим методам утилизации порубочных остатков. Эти разработки представляется возможным адаптировать на утилизацию валов ДКР. Так сотрудники Всесоюзного научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии и Северного научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации О.В. Свиридов, Н.А. Туев, Г.Г. Сахулин и К.К. Преображенский получили авторское свидетельство по способу разложения древесины [7]. Сущность изобретения: с разлагающихся в есте-

ственных условиях или компостах древесных остатков выращивают в течение 2-3 недель при температуре 26ºС на среде Имшенецкого с целлюлозой ассоциации микроогранизмов и полученными закваскаами обрабатывают древесину. При компостировании древесины с использованием предложенного способа разложение ускоряется в 5-10 раз [7].

Продолжаются разработки по биоутилизации порубочных остатков древесины в Республике Беларусь и за рубежом. Эти разработки основаны на искусственном заселении ксилотрофными грибами-антагонистами возбудителя корневой губки. При заселении порубочных остатков ксилотрофными грибами происходит ускоренная деструкция древесины, не допускающая развитие патогенной инфекции *Hannosum*. Метод испытан на хвойных породах и сократил время полной деструкции порубочных остатков до 3-х лет.

В РУП «Институт мелиорации» начаты исследования по адаптации применения отечественного препарата «Флебиопин» для биологической утилизации валов древесно-кустарниковой растительности на мелиорированных объектах.

Выводы:

1. Из всех рассмотренных способов утилизации валов ДКР наименее затратным является оставление валов на месте.
2. Методика биоутилизации, ускоряющей деструктуризацию древесины является инновационной и наиболее перспективной, но требующей адаптации применения к условиям мелиорации.

Литература

1. Вахонин, Н. К. Концептуальные направления повышения эффективности мелиорации / Н. К. Вахонин // Мелиорация. Современные методики, инновации и опыт практического применения : материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 19-20 окт. 2017 г. – Минск : Белорусская наука, 2017. – 193 с.
2. О государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016 - 2020 гг. : постановление Совета Министров Республики Беларусь, 16 марта 2016 г., № 196.
3. Иванов, В. П. Исследование способов утилизации растительных остатков в валах мелиоративных систем / В. П. Иванов, Т. Г. Свиридович // Болотные и постболотные агроэкосистемы, их хозяйственное и биосферное значение : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. столетию основания Кировской лугоболотной опытной станции, – Москва, 2018.
4. Окультуривание связных почв на объектах реконструкции осушительных систем : рекомендации / П. Ф. Тиво [и др.]. – Минск, 2008. – 24 с.
5. Богдевич, И. М. Методики определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич. – Минск, 2010. – 24 с.
6. Дьяконов, Н. Н. Мелиоративная география / Н. Н. Дьяконов, В. С. Аношко. – Москва : МГУ, 1995. – 252 с.
7. Способы разложения древесины : а. с. SU 17929 74 A1 / О. В. Свиридов, Н. А. Туев, Г. Г. Сахулин, К. К. Преображенский. – Опубл. 17.02 1993.

8. Савицкий, А. В. Направления биоутилизации порубочных остатков / А. В. Савицкий, Г. А. Волченкова // Микробные биотехнологии фундаментальных и прикладных аспектов : тезисы докладов 10 междунар. конф. / Институт микробиологии НАН Беларуси. – Минск, 2017. – С. 176-168.

УДК 631.6(476-13)

ПРОБЛЕМЫ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

[1]ДубровоЮ.Н., к.с.-х.н.**,** доцент, **[2]Савастеева Е.А.**

[1]УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г.Горки, Республика Беларусь,

[2]ООО «ФьюжнТех»,г. Минск, Республика Беларусь

Мелиорированные земли требуют наибольшего внимания, поддержания работоспособности водоотводящей сети. Без этого невозможно получение на таких почвах высоких урожаев. Одной из причин неудовлетворительного состояниямелиорированных земель послужило резкое сокращение средств на реконструкцию мелиоративных систем в результате распада Советского Союза. На сегодняшний день в Республике Беларусь идет реализация Государственной программы «Развитие аграрного бизнеса на 2016-2020 годы», подпрограммой «Сохранение и использование мелиорированных земель» предусмотрено восстановление ранее мелиорированных площадей, где закрытая сеть перестала эффективно работать. Реконструкция требуется на площади более 300 тысяч гектаров. Но есть и небольшое, но весьма нужное направление – новое строительство мелиоративных объектов. Это законсервированные много лет назад старые объекты, участки с высокоплодородными почвами. В результате реализации мероприятий вводятся в сельскохозяйственный оборот обновленные мелиоративные системы и вновь мелиорированные сельскохозяйственные земли. Так за 2016-2017 годы введено 76,34 тыс. гектаров, в том числе новое осушение 3,4 тыс. гектаров [1].

Преимущества осушенных земель очевидны. По данным ученых Института мелиорации НАН Республики Беларусь, своевременное выполнение ремонтно-эксплуатационных работ на мелиоративных системах дает прибавку 9 центнеров кормовых единиц с гектара. После реконструкции мелиоративных систем урожайность возрастает в 1,3-3 раза по сравнению с первоначальной.

Общая площадь осушенных земель в 2017 г. увеличилась на 1,2 тыс. га по сравнению с предыдущим годом и составила 3416,3 тыс. га. Однако площадь осушенных земель, используемых в сельскохозяйственном производстве снизилась на 2,7 тыс. и составила 2871,7 тыс. га [2].

По данным государственного земельного кадастра наблюдается устойчивая многолетняя тенденция сокращения площади сельскохозяйственных

земель и увеличения площади, занятой лесными землями и землями под древесно-кустарниковой растительностью. Начиная с 2014г., общая площадь лесных земель превышает площадь сельскохозяйственных земель. По данным на 01.01.18 площадь лесных земель в республике составляет 42,3% и превышает площадь сельскохозяйственных земель на 1,4% [3].

Процесс вывода мелиорированных земель из сельскохозяйственного оборота происходит по причине их неудовлетворительного состояния по водному режиму, деградации земель. Для природных условий, свойственных Беларуси, деградация земель может проявляться в виде водной и ветровой эрозии, химического воздействия от полигонов промышленных и коммунальных отходов, выработки осушенных торфяных почв и дерново-подзолистых почв в результате длительного использовании, а также в результате добычи полезных ископаемых, нерационального использования земель лесного фонда.

Следует отметить, что будущее состояние мелиоративных систем и в целом эффективность ведения земледелия напрямую зависит от состояния и экономической эффективности функционирования предприятий, проводящих работы на выбранных под мелиорацию объектах. В свою очередь, продуктивность деятельности растениеводческих и животноводческих предприятий напрямую зависит от качества сельскохозяйственных земель.

На сегодняшний день наблюдается тенденция к ухудшению финансового состояния мелиоративных предприятий. Причин такого состояния может быть много. Но основной причиной является монополистская система мелиорации земель, которая имеет слабые стороны.

Работы по мелиорации выполняются и одновременно контролируются одними и тем же ведомством. В мелиоративных объединениях сконцентрированы функции распорядителя и получателя бюджетных средств, проектировщика, заказчика и одновременно авторского и технического надзора. Такая система на практике не обеспечивает должного контроля расходования средств, иногда нецелесообразности их планирования. Сложившаяся система распределения финансирования мелиорации земель не способствует стимулированию развития других направлений деятельности мелиоративных предприятий. При этом из республиканского и областного бюджетов на мелиорацию выделяются значительные средства, но не всегда способные в полной мере удовлетворить требования земельных ресурсов и имеющихся на них мелиоративных систем в восстановлении.

Недостаток финансирования, выделяемого на содержание мелиоративных сетей, сказывается и на работе открытой сети. Чтобы обеспечить регулярный сток с полей излишней влаги, их надо постоянно обкашивать, не менее двух раз за сезон, а также очищать от ила. У большинства предприятийимеющийся парк автомобилей не позволяет выполнить этот вид работ в полном объеме. В результате на некоторых объектах работы не проводятся

по несколько лет, и они зарастают древесно-кустарниковой растительностью. При отсутствии должного финансирования в первую очередь проводятся культуртехнические работы по уборке растительности со значимых каналов: вблизи населенных пунктов, вдоль важнейших дорог, а также тех, через которые проходит наибольший поток воды. На землях, не включенных в программу мелиорации, значительно ухудшается пропускная способность систем, влага остается на полях, идет повторное заболачивание. И для того чтобы земли вернуть в сельскохозяйственный оборот потребуются значительно большие капитальные вложения [4].

Следует отметить, что зачастую неудовлетворительное состояние по водному режиму почвы проявляет себя там, где нарушается технологиямелиоративных и водохозяйственных работ и служит «научным» обоснованием для оправдания нерадивому производителю работ бесхозяйственного отношения к имеющимся материальным ресурсам, земле. В результате нарушаются требования технологии строительства мелиоративных систем и сооружений, некачественно ведутсястроительно-монтажные работы, недостаточно проводятся ремонтно-эксплуатационные работы по поддержанию действующих систем в работоспособном состоянии, из-за чего мелиоративные каналы зарастают, а земли заболачиваются.

Повысить эффективность мелиоративных работ можно совершенствованием строительства, эксплуатации и улучшением использования мелиорируемых земель, применением расценок на производство работ, которые должны быть пересмотрены в сторону увеличения.

В настоящее время принимают решительные меры для ускорения научно-технического прогресса и повышения качества мелиоративных работ. Для этих целей намечают повысить уровень механизации и автоматизации производственных процессов, внедряют технологии, где качество работ не зависит от усилий рабочих.

В строительстве дренажа внедряют бестраншейную технологию. Там, где не подходит бестраншейный способ и при недостатке оборудования, используют узкотраншейную технологию с применением полиэтиленовых труб со специальным фильтрующим материалом.

Для повышения осушительного действия дренажа намечают резко увеличить применение глубокого рыхления и кротования не только на тяжелых почвах, но и на средних и даже легких (легкие суглинки и супеси). Потребность глубокого рыхления и кротования в дальнейшем намечают определять по степени уплотненности почвы. Эффективным мероприятием является глубокое рыхление с одновременным внесением пылевидных известковых материалов с помощью рыхлителей, позволяющего значительно продлить эффективность рыхления.

Уплотнение почвы почвообрабатывающими и уборочными машинами можно значительно уменьшить оструктуриванием пахотного и подпахотного слоев почвы. Для этой цели будет шире внедряться технология внутрипочвенного внесения жидкого навоза.

Своевременное внесение в оптимальные сроки необходимого количества минеральных и органических удобрений и соблюдение технологии производства, позволяет на осушенных землях получать до 70 центнеров кормовых единиц с гектара.

На снижение продуктивности мелиорированных земель влияет снижение доз вносимых минеральных удобрений в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь. Следует предположить, что при дальнейшей отрицательной динамике по внесению минеральных удобрений, в том числе на мелиорированные земли, удержать положительный агрохимический баланс по запасам питательных веществ в почве будет крайне сложно. Помимо недостатков в агротехнике возделывания сельскохозяйственных культур, на снижение продуктивности этих земель влияет неудовлетворительное состояние самих мелиоративных систем [5].

Кроме того, зачастую сельхозпроизводители нарушают культуру земледелия. В результате нарушаются оптимальные агротехнические сроки посева и уборки сельскохозяйственных культур, снижается их урожайность, уменьшается продуктивность мелиорированных земель.

Одним из приоритетных направлений ведения сельскохозяйственного производства на мелиорированных землях, в том числе на землях с торфяными почвами является применение безотвальной обработки почвы и точного земледелия. Применение разнообразной энергосберегающей техники, которая построена по принципу бережливого землепользования, позволит соблюдать технологии возделывания сельскохозяйственных культур, повысить экономическую эффективность производства.

Следует шире применять и совершенствовать интенсивные технологии выращивания сельскохозяйственных культур. Тогда будут максимально использованы условия, созданные мелиорацией земель, что, в свою очередь, повысит эффективность мелиоративных работ. В период ограниченного финансирования или ожидания будущей реконструкции или строительства мелиоративных систем важно использовать культуры, устойчивые к периодическим подтоплениям и избыточной влаге. На мелиорированных торфяниках зарекомендовала своей эффективностью бесплужная обработка почвы, при которой растительные остатки не запахиваются, а остаются на поверхности, частично распределяясь во всем гумусовом горизонте. В таком случае применима технология, в основу которой положено мульчирование почвы.

На основании вышесказанного можно сделать вывод о том, чтоэффективность мелиоративных работ во многом зависит от уровня использования мелиорируемых земель. При высоком уровне их использования в передовых

хозяйствах и отдельных районах урожайность сельскохозяйственных культур значительно больше проектной.

Литература

1. Государственная программа развития аграрного бизнеса Республики Беларусь на 2016 – 2020 годы: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 11 марта 2016 года № 196. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http:/www.economy.gov.by/ru/. – Дата доступа: 10.09.2019.
2. Статистический сборник: сельское хозяйство Республики Беларусь / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2017 – 230 с.
3. Мониторинг земель. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://belgiprozem.by/o_company/structura/monitoring2017.pdf. Дата доступа: 19.09.2019.
4. КГК: Монополистская система мелиорации земель в Беларуси неэффективна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://agriculture.by/news/apk-belarusi/kgk-monopolistskaja-sistema-melioracii-zemel-v-belarusi-nejeffektivna. – Дата доступа: 19.09.2019.
5. Дуброва Ю.Н. Современное состояние и использование мелиорированных земель южной части Республики Беларусь / Ю.Н. Дуброва, Е.А. Савастеева, Л.Е. Рыбалко, А.С. Кукреш // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – Новочеркасск: ФГБНУ «РосНИИПМ», № 1 (69), январь – март 2018 г. – С. 175 – 180.

УДК 502.504

АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВ И НЕДОСТАТКОВ ПРИМЕНЕНИЯ ФИТОРЕМЕДИАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРАКТИКЕ МЕЛИОРИРОВАНИЯ ГОРОДСКИХ ЗЕМЕЛЬ

[1]ГальченкоС.В., к.б.н., доцент**, [2]МажайскийЮ.А.,** д.с.-х.н., профессор**, [1]ЧердаковаА.С.,** к.б.н

[1]ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет им. С.А. Есенина», [2]Мещерский филиал ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г. Рязань, Россия

В связи с возрастающими темпами загрязнения городских почв тяжелыми металлами появилась потребность в их очищении. Одним из самых выгодных и наиболее простых способов является способ фиторемедиации. Самые первые научные информирования в данной сфере были сформированы в 50-х годах в Израиле. Однако более широкое распространение этой методики произошло только в 80-х годах XX века.

Фиторемедиация (*от греч.* "фитос" – растение, "ремедиум" – восстанавливать) – совокупность методов очистки грунтов, вод и атмосферного воздуха с помощью зеленых растений. В этой технологии употребляются только естественные явления, природное функционирование растений. Суть метода заключается в том, что зеленые растения могут извлекать из окружающей среды различные элементы и концентрировать ихв своих тканях.

Способность растений к накоплению тяжелых металлов различно, и зависит от их физиологических и биохимических особенностей растений,

заложенных на генетическом уровне. Принципы очищения разнообразны. Растения воздействуют на окружающую среду разными способами: Основные из них:

1) всасывание корнями воду с растворенными в ней химическими элементами и соединениями, которые в дальнейшем участвуют в процессе жизнедеятельности растений (ризофильтрация);
2) поступающие вещества накапливаются в органах растений, в том числе опасные вещества – тяжелые металлы, радиоактивные элементы (фитоэкстракция);
3) в процессе транспирации с листьев растений испаряется вода и летучие химические вещества (фитоволатилизация);
4) химические соединения принимают участие в биологических процессах растений, вследствие чего переходят в менее подвижную и активную форму (фитостабилизация);
5) процесс фитодеградации, то есть разложения органической части растениями и микроорганизмами;
6) процесс стимулирования роста и развития микроорганизмов, которые принимают активное участие в процессе очистки (фитостимуляция).

На данный момент в окружающей среде органические поллютанты в основном представлены веществами антропогенного происхождения, то есть привнесенные извне, посредством функционирования производств. Это означает, что для большей части живых организмов они представляются чужеродными (ксенобиотиками); также многие из этих веществ ядовиты и могут вызывать канцерогенез. Фиторемедиация эффективно применяется для очищения от тяжелых металлов, нефти и нефтепродуктов (углеводороды, бензин, бензол, толуол, полициклические ароматические углеводороды), некоторых органических растворителей (например, трихлорэтилен, который наиболее часто распространён в составе подземных вод при их анализе), пестицидов (гербицид атразин), а также от некоторых неорганических поллютантов, выступающими как макроэлементы (нитраты, фосфаты), микроэлементы (Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn), несущественные для растения элементы (Cd, Co, F, Hg, Se, Pb, V, W) и радиоактивные изотопы (U238, Cs137 и Sr90).

Фиторемедиационные технологии могут применяться для очищения твёрдых, жидких и воздушных объектов. Фиторемедиация загрязнённых земель и осадочных пород уже сейчас эксплуатируется для очищения военных полигонов, земель сельхозугодий, промышленных районов и других загрязненных земель.

Применение способа фиторемедиации имеет много положительных сторон, которые объясняют преимущества его применения. Рассмотрим некоторые из них.

В первую очередь, стоит отметить экономическую сторону данного вопроса. Известно, что фиторемедиация является одним из самых выгодных способов, вследствие малых затрат на его реализацию. Стоимость семян различных растений варьируется, однако остается достаточно бюджетной.

Фиторемедиация обходится примерно в 2-4 раза дешевле, чем изъятие, транспортировка восстановление или захоронение загрязненного почвенного горизонта и засыпка новой почвы. Например, для очищения 50 см слоя почвы потребуется 400 тыс. долларов, а для применения фиторемедиации – от 60 до 100 тыс. долларов.

Эффективность способа также является одним из важнейших преимуществ. Как уже было отмечено ранее, качество очистки с помощью фиторемедиации не уступается традиционным методам.

Немаловажным является простота применения способа. Необходимо лишь высадить растения в загрязненной зоне, или в местности наиболее подверженной воздействию. А затем собрать «загрязненный урожай» и утилизировать его как III класс опасности, или переработка этих растений для получения биотоплива. Также существует теоретическая возможность извлечения из растений ценных элементов (серебро, никель, медь и другие), которые они смогли накопить в своих тканях и органах, что тоже положительно характеризует применение фиторемедиационных технологий в будущем. В настоящее время в некоторых странах проводятся экспериментальные исследования в данном направлении.

Еще одним преимуществом является экологическая безопасность применения способа. Так как тяжелая техника при неправильной ее эксплуатации, изъятие грунта, нарушение целостности ландшафтов может оказать негативное влияние на окружающую среду или привести к серьезным последствиям – к нарушениям экосистем или их деградации. Метод фиторемедиации безопасен, не наносит вреда экосистемам.

Несмотря на все преимущества фиторемедиационных технологий, существует и ряд ограничений для их применения.

Растения-аккумуляторы должны быть высажены в зоне загрязнения. Только в этом случае они могут оказать воздействие на поллютант. Таким образом, особенности почвы, уровень токсичности и климат не должны отрицательно влиять на рост растений. Если почва токсична, ее можно изменить на более пригодную для роста посредством внесения почвенных добавок.

Очищение ограничено уровнем глубины корней, так как растения могут очищать почвенный горизонт только на глубину роста своих корней. Корни травянистых растений достигают глубины до 50 см, хотя растения аридных районов могут достигать глубины 15 и более метров. Предел глубины корней преодолевается путём глубокой посадки в скважины (до 12 м глубины) или накачивая загрязнённую воду для полива растений. Однако для травянистых растений глубина очистки составляет 0,7-2 м. Это значит, что невозможно исключить попадание поллютантов в грунтовые воды.

Фиторемедиация имеет длительный процесс очистки по времени. Очистка путём аккумуляции растениями занимает годы. Например, период полуудаления тяжелых металлов составляет для цинка 70-510 лет, а для кад-

мия 13-1100 лет, при этом временной промежуток варьируется в зависимости от типа почв, ее механического состава и других характеристик. Стоит отметить, что применять фиторемедиационные технологии можно исключительно в период вегетации растений.

Эффективность фиторемедиации зависит от интенсивности загрязнения. Наибольший эффект достигается при низком или среднем загрязнении. Поэтому фиторемедиация перспективна в использовании для очищения окружающей среды урбанизированных территорий (в частности селитебных зон), а также для рекультивации полигонов ТКО.

Таким образом, фиторемедиационные технологии являются одним из современных способов очищения урбанизированных почв от загрязнения тяжелыми металлами. Важными преимуществами фиторемедиации являются эффективность, низкая себестоимость затрат и простота в его реализации, а также неразрывность пользы и красоты растений в городских пейзажах. Однако есть ряд ограничений при использовании данного метода. Обустройство клумб в урбанизированных условиях с учетом влияния высаживаемых растений на окружающую среду и на здоровье населения – значимая задача муниципальных служб по благоустройству территорий.

Литература

1. Брюзгина, А. Л. Фиторемедиация, как способ очистки почв, загрязненных Cu, Ni, Zn [Электронный ресурс] // Научное сообщество студентов XXI столетия. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ: сб. ст. по мат. XIII междунар. студ. науч.-практ. конф. – 2013. – № 13.
2. Гальченко, С. В. Фиторемедиация городских почв, загрязненных тяжелыми металлами, декоративными цветочными культурами / С. В. Гальченко, Ю. А. Мажайский, Т. М. Гусева, А. С. Чердакова // Вестник Рязанского государственного университета им. С.А. Есенина. - 2015. - №4 (49). - С. 144.
3. Титов, А. Ф. Физиологические основы устойчивости растений к тяжелым металлам: учебное пособие. Петрозаводск, 2011. – 215 с.
4. Тугов, А. Н. Энергетическая утилизация ТКО в России // Научно-практический журнал «ТБО: Твердые бытовые отходы. Термическая утилизация отходов». – 2018. – №10 (148). – С. 8.

УДК 631.154: 612.014. 4

ХИМИЧЕСКОЕ И БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОГРАНИЧЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГИГАНТСКОГО БОРЩЕВИКА И ВОЗМОЖНОСТЬ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ, КАК КОРМА ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ

Кудрявцев Н.А., д.с.-х.н., **Орлов Д.Н., Веженков Д.В., Крутин А.В.**

Институт льна – филиал ФГБНУ ФНЦ ЛК, г. Торжок, Россия

Введение

Известно, что во многих регионах России проявляется растение, кото-

рое может вызвать «биологическую и гуманитарную катастрофу», - гигантский борщевик /в основном борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* [L.] Manden)/. Там, где он растет – нарушается природный баланс: резко уменьшается количество других видов растений, становится опасным существование животных и людей.

Борщевик когда-то считался перспективной кормовой культурой и возделывался во многих регионах Российской Федерации. При феноменальной способности к размножению самосевом он превратился в злостного засорителя сельскохозяйственных территорий и земель несельскохозяйственного пользования, стал очень вреден для жизни человека. Опасным для человека и всей природы борщевик делают ядовитые вещества, которые содержатся в его соке и выделяются в атмосферу.

Основной мерой противодействия распространению этого опасного растения раньше считалось его скашивание, но оно оказалось малоэффективно. Проводятся успешные исследования по уничтожению борщевика химическим методом. Для этой цели используются гербициды из класса сульфонилмочевин (например, Анкор), характеризующихся высокой эффективностью уничтожения нежелательных растений при высокой степени безопасности для человека и природы.

Другая широкомасштабная проблема современности связана с тем, что на планете Земля становится недостаточно полноценной калорийной еды животного происхождения. Некоторые традиционные отрасли современного животноводства явно не обеспечивают своей продукцией потребности населения. Состояние и динамика животноводства, как во всем мире, так и в нашей стране, и в отдельных ее областях – неустойчивы. Вероятно, многим людям может грозить перспектива голода. В связи с этим, некоторые ученые предлагают увеличить объем использования в рационе питания человека блюд, например, из насекомых. Известно, что они гораздо эффективнее, чем млекопитающие и птицы, преобразуют растительную массу – в животную.

В Греции, Италии, Франции и некоторых других странах широкие круги населения (не только гурманы) традиционно с древних времен употребляют в пищу моллюсков, в частности улиток. Такой полноценный диетический продукт животного происхождения, деликатес, вероятно, может качественно дополнить меню и россиян. Кроме того, улитки являются сырьем для производства ряда перспективных медицинских и косметических препаратов.

С другой стороны, напомним, что площади распространения борщевика, например, в Тверской области грандиозны.

Объекты и методы исследований.

Объекты исследований: гигантский борщевик, гербициды, брюхоногие моллюски, как биологические агенты, ограничивающие распространение борщевика, и, как культивируемые животные («мелкий рогатый скот»).

Основная часть наших экспериментов выполнена на базе Института льна в Торжокском районе Тверской области. Изучая брюхоногих моллюсков, мы помнили о первой научной работе великого биолога Н.И. Вавилова [1], еще в начале прошлого века, показавшего слизней и улиток, как очень серьезных фитофагов [4]. Площади распространения гигантского борщевика определялись по «Методике учета засоренности» [2]. Фитофаги этого растения изучались с использованием определителей видов насекомых и моллюсков [5]. Опыты по разработке биологических мер ограничения вредоносности борщевика, а параллельно - по вскармливанию этим растениям моллюсков - проведены в соответствии с классическими методическими рекомендациями по научной агрономии [3].

Результаты исследований и их обсуждение.

Результаты полевых испытаний показали высокую эффективность гербицидов (Анкор /100-300 г/га/ и др.) по уничтожению, остановке роста и снижению массы растений борщевика (рис.1). Показатели биологической эффективности по всем срокам обработки при учетах через 45 суток составляла 92 - 98%. При учетах в конце периода вегетации борщевика (осенью) полученный эффект сохранился и даже усилился.

Контроль (без обработки). Делянка, обработанная гербицидами.

Рис. 1. Делянки одного из опытов по выявлению эффективности гербицидов для уничтожения растений борщевика

По поручению Правительства Тверской области от 20.05.15 г. «О мерах борьбы с неконтролируемым распространением борщевика…» в 2015 году мы провели работу по уничтожению очагов распространения этого ядовитого растения, опасного для жизни человека, на отдельных участках территории города Торжка и Торжокского района.

Например, для демонстрации эффективных мер его уничтожения были обработаны опасные заросли борщевика в Торжке на улице Белинского (между торговым зданием и ВОС /д. 10/) по разработанной институтом технологии. Обработка участка была проведена 25.05.2015. Исходный внешний вид вегетирующих растений борщевика иллюстрируют рис. 2.

Обработанные растения сразу прекратили рост. Через две недели они начали желтеть и увядать. Спустя месяц растения борщевика практически погибли, их масса значительно уменьшилась (рис. 3). До конца периода вегетации 2015 г. возобновления его роста не отмечено.

За весь период вегетации 2016 г. на этом участке не обнаружено ни одного экземпляра растений борщевика. Состояние контролируемой территории в сентябре 2016 г. иллюстрирует рисунок 4.

Рис. 2. Вегетирующие растения борщевика на прилегающем к проезжей части улицы Белинского краю участка (г. Торжок, 25.05.2015 г.)

Рис. 3. Внешний вид участка через месяц после внесения гербицидов – растения борщевика погибают, их масса значительно уменьшилась

Рис. 4. Отсутствие растений борщевика на прилегающем к проезжей части улицы Белинского краю участка, обработанного в прошлом году гербицидами (г. Торжок, 29.09.2016 г.)

И в период вегетации 2017 г. на опытном участке не обнаружено растений борщевика. Контролируемую территорию летом и осенью 2017 г. заселил в основном мелколепестник канадский (рис. 5). В 2018 и 2019 гг. тоже растения борщевика на данном участке не проявлялись.

Следовательно, демонстрационная обработка показала возможность высокоэффективного уничтожения и сдерживания отрастания борщевика.

Рис. 5. Состояние участка в конце периода вегетации 2017 г. Растений борщевика не обнаружено. Выросли другие (неопасные для человека) виды растений, в основном – мелколепестник канадский.

На территориях Тверской области были частыми повреждения растений борщевика несколькими видами брюхоногих моллюсков, особенно сильные – сетчатым слизнем (*Agriolimax reticulatus* Müll). Его особи (длиной до 70мм, серой окраски, с мелкими пятнами на щитке и спине) выедали отверстия на листьях. Их крупные жилки эти моллюски оставляли (рис. 6).

Рис. 6. Повреждения листьев борщевика моллюсками

Употребление человеком голых слизней - в качестве непосредственной пищи, разумеется, вызывает вопросы, хотя, как говорится, – «слизень – это улитка, которая не выплатила ипотеку». Может быть, особым деликатесом для гурманов окажется «икра» - яйца слизней.

В ландшафтах Тверской области РФ после дождей мы нередко встречали и улиток, аналоги которых являются признанной сверхпищей для греков, французов и других народов. Улитки вида большой завиток /*Helix aspersa* L./ питаются и растениями борщевика (рис. 7).

Рис. 7. Начало питания молодой улитки борщевиком

Размеры моллюсков, вскормленных на этом гигантском растении, по сравнению с найденными на других травах, в среднем были достоверно выше. Предварительные переговоры с людьми, которые широко и с удовольствием употребляют улиток, показали, что моллюски, питавшиеся борщевиком, любителей изысканных блюд пока не смущают и по своим качествам, по их мнению, «еще как пригодны в пищу». Первоначально возможен сбор улиток и «икры» моллюсков-аборигенов, переселенных на борщевик. На перспективу реально организовать своего рода фермы вблизи борщевика и пастбища для выращивания «стандартных улиток», которые уже признаны деликатесом.

Колоссальные количества растительного корма (огромные заросли борщевика, образовавшиеся в России) было бы грандиозно использовать для широкомасштабного разведения деликатесных моллюсков. Такое «улитководство» - получение натурального животного ценного белкового продукта, валютного товара - при попутном ограничении распространения опасных растений борщевика - заинтересовало деловых людей. Однако тема требует продолжения системного изучения с привлечением к экспериментам специалистов по пищевым производствам и экологической безопасности.

Изучаем мы и другие меры биологического ограничения распространения гигантского борщевика. Реальные результаты в этом плане получены в связи с применением против него топинамбура и кипрея (Иван-чая).

Выводы.

1. Наши наблюдения показали возможность искоренения гигантского борщевика химическим способом (с применением системных гербицидов), который применим возле дорог и на промышленных территориях.
2. В ландшафтах Тверской области слизни и улитки питаются растениями борщевика, ограничивая его распространение.

Литература

1. Вавилов Н.И. Голые слизни (улитки), повреждающие поля и огороды в Московской губернии. / Н.И. Вавилов //-М.: Губернская земская управа. -1910. – 55 с.
2. Доспехов Б.А. Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов. - М.: Агропромиздат. - 1987. - 384 с.
3. Кирюшин Б.Д. Постановка опытов и статистико-агрономическая оценка их результатов / Б.Д. Кирюшин // Методика научной агрономии. Часть 2. - М.: МСХА. -2005. - 200 с.
4. Кудрявцев Н.А. Исследования Н.И. Вавилова и наши эксперименты по теме «Голые слизни (улитки)…» / Н.А. Кудрявцев, Л.А. Зайцева, Е.Н. Кудрявцева, Т.Е. Рогачева // В кн. «Идеи Н.И. Вавилова в современном мире»: тезисы докладов международной конференции. – С.-Пб.: ВИР. -2017. – С.14.
5. Соболев А.С. Практикум по сельскохозяйственной энтомологии / А.С. Соболев. - М. -1961. - С. 197 - 202.

УДК 004.67

ОСНОВНОЙ ПОДХОД СОЗДАНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

Позднякова А.Д.[1], к.б.н., **Поздняков Л.А.**[1,2], к.б.н.,
Анциферова О.Н.[1], к.с.-х.н.

[1]*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г.Тверь, Россия*
[2] *Факультет почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова, г.Москва*

Востребованность цифровой картографической продукции в последнее время значительно возросла. Все большее число пользователей топографической информации обращают внимание на преимущества использования в своей работе цифровых карт.

За последнее время нами были опробованы различные программные средства отечественных и зарубежных производителей. Наиболее популярны программы фирмы ESRI (ArcVew, ArcMap), программы MapInfo, Surfer. В настоящей работе показаны возможности картирования в программах MapInfo и Surfer. Для примера использованы данные электрического сопротивления торфяных почв участка "Ближний", расположенного на территории Яхромской долины (поймы) в Дмитровском районе Московской области [1]. Измерения электрического сопротивления проводились с использованием специально разработанного портативного прибора «Landmapper», а также GPS - приемник фирмы «Garmin».

Для редактирования сканированных карт и для их допечатной обработки использовались графические редакторы общего назначения PhotoShop и PaintShop.

С помощью прибора GARMIN GPS-72 были определены координаты основных граничных точек участков. Растровая (полученная сканированием) карта участка «Ближний» с помощью программы MapInfo была оцифрована, «привязана» к географическим координатам, полученным прибором GPS. Эта карта является базовой. Накладывая на нее растровые (сканированные) карты с отмеченными точками отбора образцов в разные годы исследований, можно определить географические координаты этих точек и работать с данными агрохимических анализов в этих точках.

Имея базовую (оцифрованную) карту исследуемых участков, можно так же в дальнейшем отбирать образцы в точках с заданными координатами – то есть проводить мониторинг свойств в конкретной точке. Возможно так же непосредственно в поле с помощью навигатора определить координаты точек отбора образцов, чтобы потом поместить их на карту для последующего анализа по специальным компьютерным программам. В дальнейшем с этими данными удобно работать: проводить сравнение свойств, рисовать графики, диаграммы и всевозможные карты.

Анализ данных в программе Surfer

Программа Surfer позволяет нарисовать изолинии распределения свойств по площади. Конечно это не точное распределение, а с некоторым усреднением и обобщением, но все же позволяет проследить динамику и выявить закономерности изменения тех или иных свойств исследуемых почв.

Изолинии проводились программой Surfer после предварительного пересчета данных на узлы прямоугольной сетки (Grid). Интерполирование и экстраполирование может осуществляться разными методами. В программе имеется целый набор из 12 различных методов такого пересчета. Во всех методах число линий сетки по вертикали и горизонтали можно выбрать по желанию. Минимальные и максимальные значения координат XY должны совпадать с аналогичными у базовой карты, чтобы карта изолиний полностью покрывала базовую. В результате такого пересчета создается grid-file, в котором хранится информация о распределении того или иного свойства по узлам построенной сетки, то есть по площади покрывающей исследуемый участок.

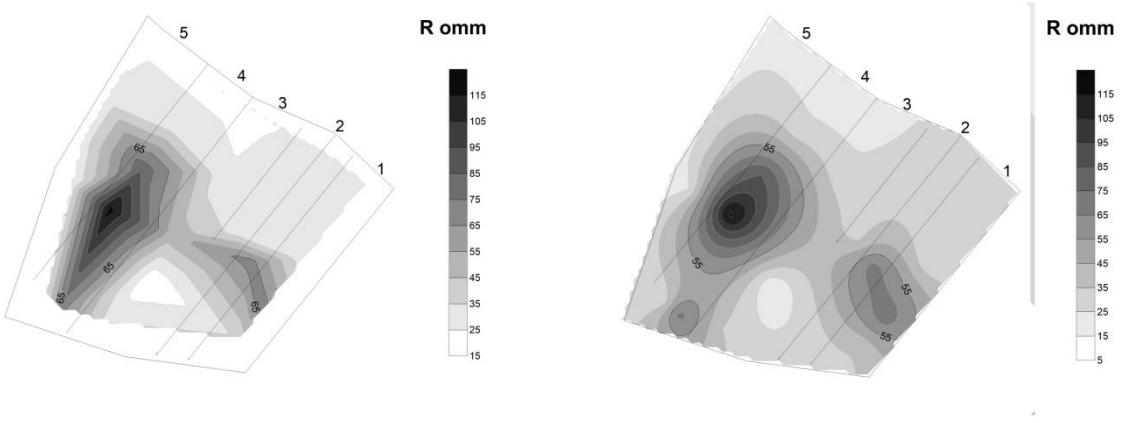
Шкала изменения свойств выбирается одинаковой для каждого года и каждого слоя, чтобы можно было сравнивать результаты.

Наиболее популярны методы Triangulation with Linear Interpolation и метод Kriging.

Триангуляция с линейной интерполяцией (Triangulation with Linear Interpolation) является точным интерполяционным методом. Суть этого метода заключается в следующем. Исходные точки данных соединяются таким образом, что результирующая поверхность покрывается «лоскутным одеялом» из граней треугольников. При этом ни одна из сторон треугольника не пересекается сторонами других треугольников. Каждый треугольник определяется тремя исходными экспериментальными точками. Значения функции в узлах регулярной сети попадающих внутрь этого треугольника принадлежат плоскости проходящей через вершины треугольника. Таким образом, имеем карту изолиний, покрывающую область, ограниченную крайними точками обследования (рис. 1А)

Второй популярный метод Криге (Kriging) – это геостатистический метод построения сети. Данный метод пытается выразить тренды, которые предполагаются в ваших данных. Например, точки высокого уровня предпочтительнее соединять вдоль гребня, а не изолировать с помощью замкнутых горизонталей типа «бычий глаз». Изолинии в этом методе сглаженные, а не ломанные как в предыдущем методе (рис.1Б). Kriging наиболее популярный метод, используемый многими исследователями. Однако, есть некоторые нюансы его применения для различных областей обследования [2]. Аналогичные карты можно строить по любым свойствам и наблюдать их изменение по площади и во времени. Программа Surfer для этих целей под-

ходит идеально. Она позволяет выбрать способ построения сетки и пересчета исходных данных на узлы этой сетки, выбрать красочное заполнение промежутков между изолиниями, выбрать интервал таких изолиний и т.д.



А Б

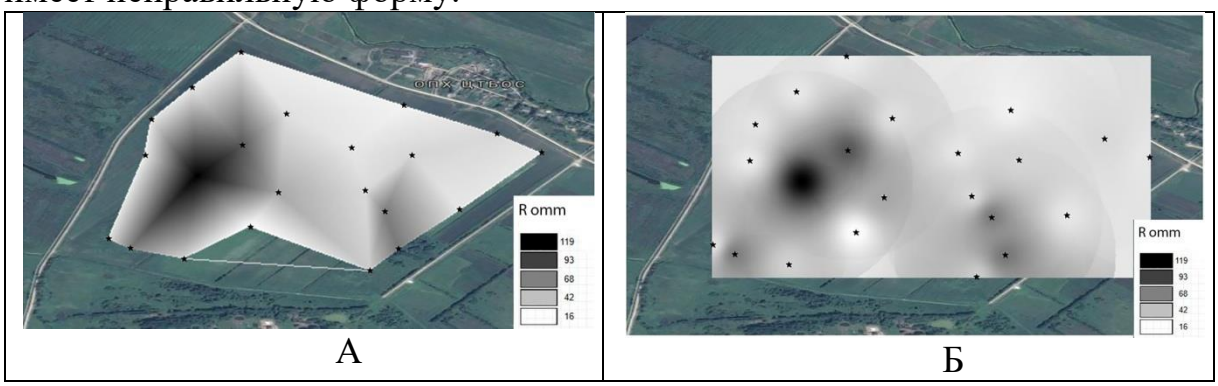
Рис. 1. Пример построения карт распределения электрического сопротивления торфа на участке "Ближний" в 2016 году. Метод Triangulation with Linear Interpolation (А) и метод Kriging (Б)

Тематические карты программы MapInfo

В программе MapInfo можно строить так называемые тематические карты. Среди них есть возможность построения карт поверхностей только двумя способами: методом триангуляции нерегулярных сетей (Triangulated Irregular Network - TIN) (рис.2А) и методом взвешенных обратных дальностей (Inverse Distance Weighting - IDW) (рис.2Б).

В методе TIN карта строится внутри области, ограниченной крайними точками наблюдения, аналогично методу Triangulation with Linear Interpolation программы Surfer. Карты (рис.1А и 2А) очень похожи, но первая карта «угловатая», а вторая размытая.

В методе IDW сетка Grid, по которой проводятся изолинии, выбирается прямоугольная, что несколько неудобно, если область обследования имеет неправильную форму.



А Б

Рис. 2. Распределение удельного электрического сопротивления по площади участка "Ближний" 2016 г. Построение методом TIN (А) и методом IDW (Б)

Иногда полезнее использовать для анализа данных другую тематическую карту, где величина символа тем больше, чем больше значение измеренной величины в данной точке (рис.3).

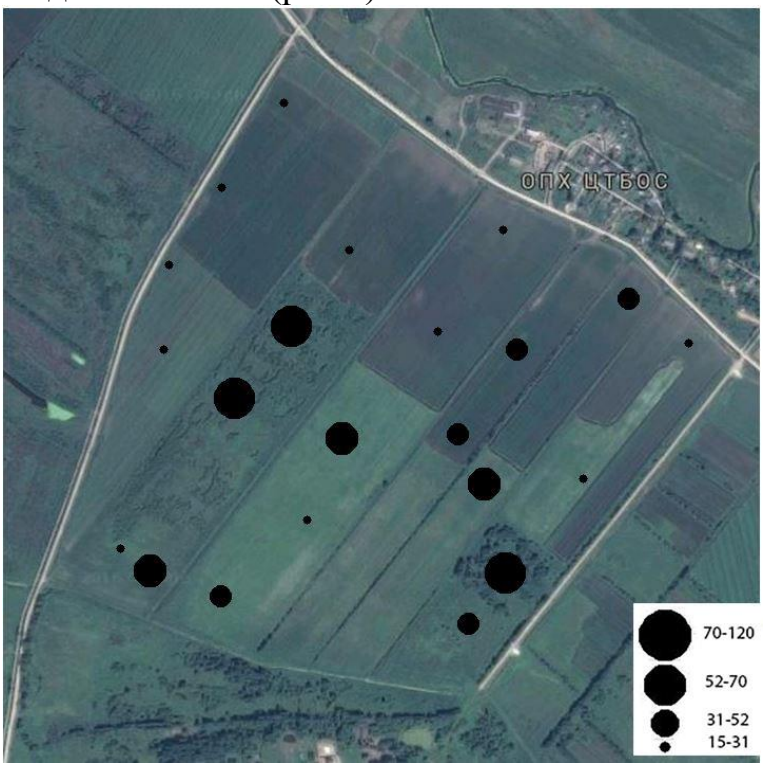


Рис. 3. Распределение электрического сопротивления в пахотном горизонте (2016)

В этом случае соблюдена и точность представления данных, и наглядность изображения. Кроме того, эта тематическая карта подойдет для случая, когда точек исследования на выбранном участке мало для построения изолиний покрывающих всю площадь.

Если нужно сравнить данные разных лет и слоев, то, как и в случае построения изолиний, нужно выбирать одну и ту же шкалу измерения.

Таким образом, структура почвенного покрова и состав почв любого района, в частности, Яхромской поймы, а также особенности его трансформации могут прослеживаться и с привлечением «старых» карт, информация которых интегрируется с новыми данными при помощи современных ГИС-технологий. Выбор метода представления данных в виде карты зависит от количества данных, наличия соответствующей программы и предпочтений исследователя.

Литература

1. *Поздняков А.И., Ковалев Н.Г. и др*. Торф и эутрофные торфоземы при длительном сельскохозяйственном использовании. Тверь: ТвГУ, 2014. 356 с. ISBN 978-5-91229-86-2
2. *Позднякова А.Д., Поздняков Л.А., Анциферова О.Н* Выбор наилучшего представления данных при картировании почв// Инновационная наука. 2017. № 5. С. 73-77. https://elibrary.ru/item.asp?id=29221914

УДК 63. 631.1

ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ В РАЗВИТИИ КОНВЕРГЕНТНОЙ ПЛАТФОРМЫ «УМНОЕ СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО»

Медведев А.В., н.с.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», г. Волгоград, Россия

Актуальность. Прогнозы развитиямирового сельского хозяйства, формируемые на регулярной основе с использованием технологий форсайт-прогнозирования, показывают, что вектор разработок и внедрения инноваций в большей мере связан с IT-технологиями и открытиями в смежных областях знаний. Анализ отраслевыхрынков позволяет определить области предпринимательского действия, направления вложения инвестиций. Агропромышленный комплекс – один важных секторов национальной экономики, в котором формируются ресурсы для развития других отраслей и предпринимательства, определяются основы формирования конвергентной платформы будущих производств и организаций бизнеса. Цель развития АПК Российской Федерации на период до 2030 года – обеспечить продовольственную безопасность страны и стать мировым поставщиком продуктов питания высокой степени переработки. Статистический и прогнозный анализ с использованием международных баз данных позволяет определить основные направления развития «умного сельского хозяйства», предложить инструменты развития крупного и малого предпринимательства на конвергентной платформе.

С учетом возможных сочетаний мировых и российских трендов XXI века рассматриваются различные сценарии развития умного сельского хозяйства, определяютсядоминирующие бизнес-модели, IT-технологии. В ФГБНУ ВНИИОЗ (г.Волгоград) разрабатывается концепция создания научно-образовательного Центра мирового уровня –«LandReclamation – inthenameofthe», формируется образ конвергентной платформы «умного сельского хозяйства». [1,2]. Уровень развития регионовзависит от совокупности потенциалов, которые обеспечивают воспроизводство егопроизводительныхсил. Весомым конкурентным компонентом является предпринимательский потенциал сельского хозяйства, который создает продукты питания, открывает новые рабочие места, обеспечивает повышениежизненного уровнянаселения. Многоаспектность экономической категории «потенциал», значительные различия в определении сущности «предпринимательского потенциала сельского хозяйства» и его участия в формировании конвергентной платформы умного сельского хозяйства обусловливают перспективность данного исследования [3]. В функциональном плане предпринимательский потенциал сельского хозяйства является комплексом социально-экономических функций, характеризующих трудовую, производ-

ственную, инвестиционную, инновационную и инфраструктурную составляющие АПК. В целевом аспекте предпринимательский потенциал сельского хозяйства – возможности для достижения целей конкретного сельского бизнеса. В известной методологии исследования «Globalentrepreneurshipmonitor» под «предпринимательским потенциалом нации» понимается совокупность физических лиц в возрасте от 18 до 64 лет, которые рассматривают возможность или уже начали заниматься предпринимательской деятельностью. Это могут быть молодые предприниматели (early-stageentrepreneurialactivity), собственники нового бизнеса (newbusinessowner-manager), предприниматели, имеющие бизнес с достаточно высоким доходом (establishedbusiness-owner)[2]. Исследование показывает, что под предпринимательским потенциалом сельского хозяйства следует понимать – комплексное, обусловленноеприродными, экономическими, социальными и институциональными факторами явление, отражающее совокупность многообразныхусловий предпринимательской деятельности на сельских территориях. Для эмпирического анализа и моделирования предпринимательского потенциала сельского хозяйства, как сложной природно-экономической категории, требуется конкретизация его составляющих и необходимость дальнейшего исследования.

Методы исследования. При подготовке статьи использовались логические методы, основанные на экспертных оценках; статистические данные в форме пригодной для адекватного и однозначного измерения показателей; скоринговые методы оценки предпринимательского потенциала сельского хозяйства; технологии формирования конвергентной платформы умного сельского хозяйства.

Рассуждение. По оценкам ООН, в результате роста численности населения Земли, повышения качества жизни, к 2050 году глобальное производство продукции сельского хозяйство должно вырасти на 70% по сравнению с 2000-ми годами XX века, что будет означать производство дополнительных 940 млн т зерновых, 200-300 млн т мяса в год. Поскольку для выращивания мясного и молочного скота, необходимо зерно и зеленые корма, то это потребует значительногоувеличения нагрузки на экосистемы и приведет к уменьшению устойчивости агроландшафтов, что в свою очередь, вызовет снижение качества земельных ресурсов, в частности, уменьшение гумуса в почвах [1,4].

Если не произойдет инновационное обновление АПК, то среднегодовые приросты продуктивности сельского хозяйства будут на уровне не более 1,7%, а темпы роста численности населения могут достичь – 1,8% (сейчас – 1,13%), что может стать причиной социально-экономических потрясений. Россия планируетувеличить присутствие на мировых рынках сельскохозяйственной продукции, а драйвером для этого может стать конвергентная платформа – «умное сельское хозяйство». Приоритетными рынками

сбыта российской продукции в ближайшее время могут статьстраны Ближнего и Среднего Востока, Южной и Юго-Восточной Азии, Центральной Африки, а также государственных объединений ЕврВзЭс и Брикс. Растущая концентрация населения в городах ведет к обострению проблемы бесперебойного снабжения населения продуктами питания [1,5].

Это потребует поиска новых решений на конвергентной *платформе «умное сельское хозяйство»*. Конвергенция (от лат. *convergo* «сближаю») – процесс сближения разных направлений и типов бизнеса на поводу использования ресурсов АПК. Определенную роль в активизации аграрного предпринимательства могут сыграть органы управления городскими и сельскими поселениями [7]. Создавая соответствующую нормативно-правовую базу, развивая инфраструктуру, они будут способствовать появлению и продвижению новых форм аграрного предпринимательства. Первая предпринимательская аграрная ферма в черте города Сингапура была построена фирмой SkyGreens. В 38-ярусной постоянно вращающейся башне бизнесмены выращивают салат, грибы, свеклу, рукколу, редис; разводят дождевых червей и рыбу. Получаемые продукты является экологически чистыми, поскольку не применяются пестициды. Вертикальные теплицы называют прототипами *пищевых центров городских сообществ* (CommunityFoodCenters), которые могут давать работу представителям малого бизнеса: владельцам кафе и магазинов [3].

Для повышения эффективности хозяйствования российские предприниматели могут привлекать новинки «умного сельского хозяйства» со всего мира [4, 6, 7]. Немаловажную роль в управлении техникой играет российская система глобальной навигации ГЛОНАСС, которая уже составляет конкуренцию американской системе GPS (GlobalPositioningSistem). Системы навигации позволяют узнать точное местоположение сельскохозяйственной техники на полях, определить уровень их загруженности и эксплуатации. Для мониторинга сельскохозяйственных угодий могут применяться беспилотные летательные аппараты – дроны. С их помощью производится мультиспектральный анализ, дающий представления о вегетационной активности растений в течение дня, делаются выводы о нормах полива, внесения удобрений и средств защиты растений [7, 8, 9].

С помощью дистанционного зондирования предприниматель может составлять технологические карты полей, прогнозировать будущие урожаи. Применение программно-аппаратного комплекса «ESCORT», который в настоящее время разрабатывается в ФГБНУ ВНИИОЗ, позволит достичь эффективного управления бизнесом, оптимизировать работу парка сельскохозяйственной и поливной техники, использование земель, прогнозировать урожайность и полив растений, сохранить устойчивость агроландшафтов.

Открытая архитектура, масштабируемость, гибкость ПАК «ESCORT» позволит решать сложные задачи по управлению производством [9, 10, 11].

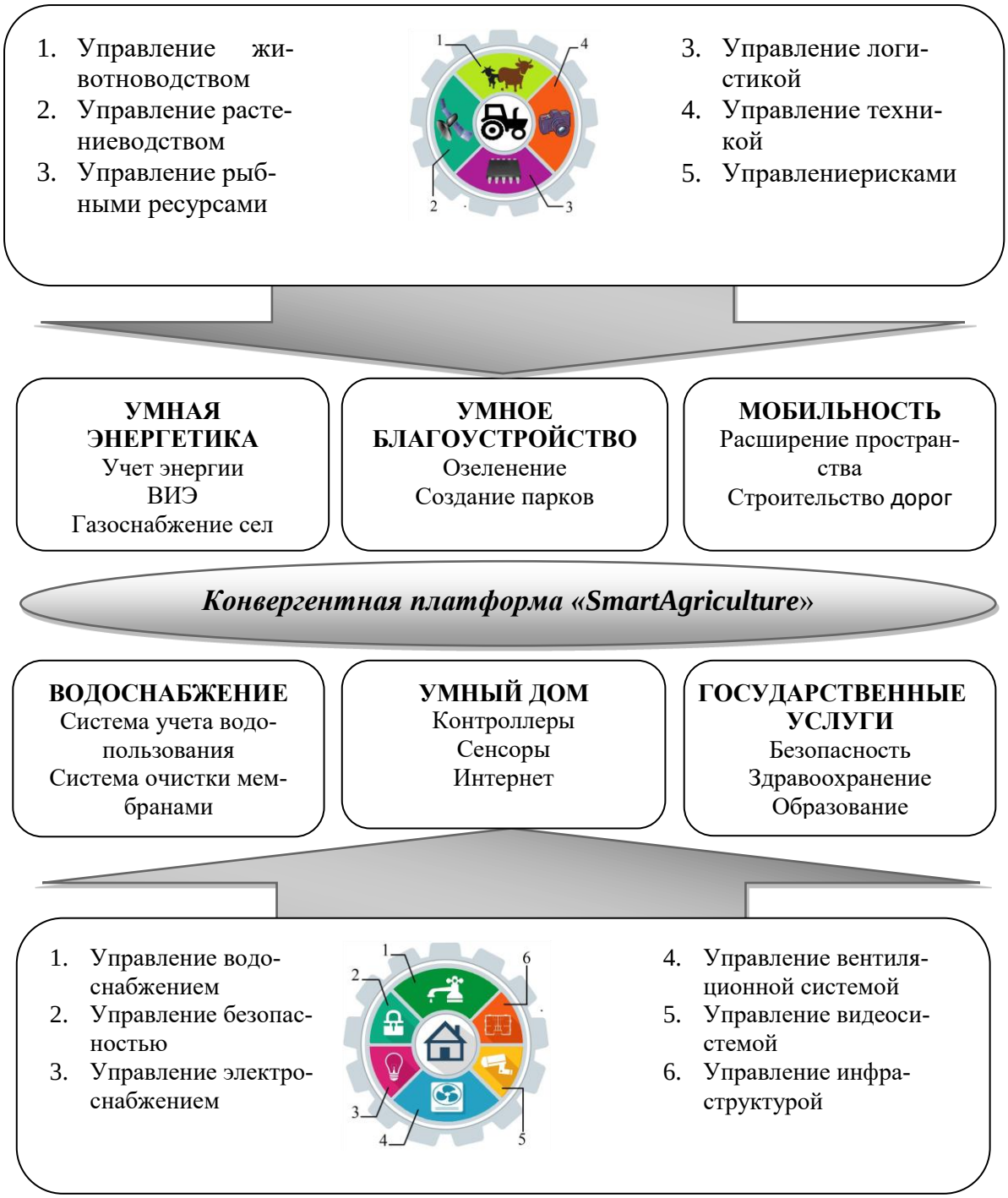


Рис. 1. Схема конвергентной платформы развития сельскохозяйственного производства и сельских территорий

Так данные из системы спутникового мониторинга для лучшего восприятия могут представляться в виде графиков, таблиц, диаграмм, использоваться в системах учета 1С: Бухгалтерия. Использование GPS-навигации на оросительной и полевой технике позволяет обрабатывать поля размером до 300 га земли [7, 11].

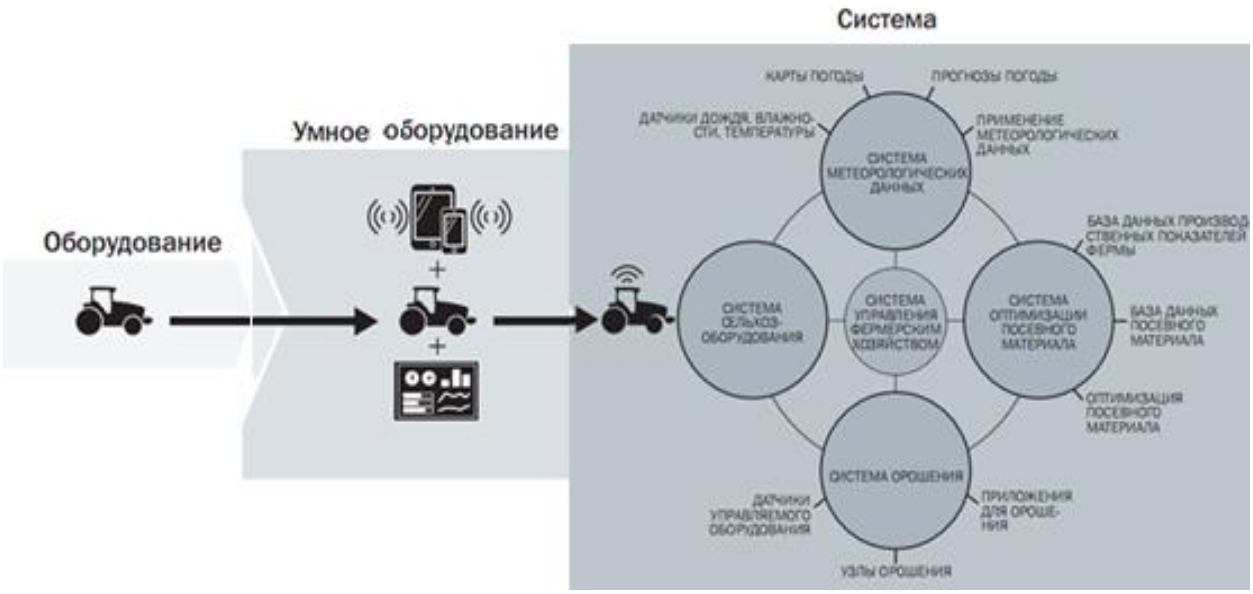


Рис. 2. Изменение границ применения «умного сельского хозяйства»

Дальнейшее развитие IT – технологий позволит предпринимателям перейти в сферу «искусственного интеллекта», использованиямультиагентных платформ адаптивного планирования, что позволит управлять ресурсами сельского хозяйства в реальном времени с минимальным участием человека. Данный подход позволит предпринимателям снизить затраты на производство агропродукции, а также сократить сроки ее последующей реализации. Наиболее популярными мультиагентными система являются: JADE (JavaAgentDevelopmentFramework); JACK (IntelligentAgents – Java); MadKIT, CogniTAO (платформа, ориентированная на управление роботами). Для крупных предпринимателей преимущества мультиагентного подхода вполне очевидны – это сокращение сроков решения проблем по управлению бизнесом. Для решения задач автоматизации управления ресурсами предприятий в реальном времени в последнее время разрабатывается большое количество интеллектуальных программных систем нового поколения, построенных на основе мультиагентных технологий, которые позволяют автоматизировать полный цикл управления мобильными ресурсами в реальном времени. Вместе с тем, переход к умному сельскому хозяйству происходит в России относительно медленно [12, 13]. По оценкам аналитической организации FutureMarketInsights к 2026 году рынок цифровой экономики достигнет отметки – 40 млрд. $. Компания HUAWEI полагает, что к 2020 году рынок «умного сельского хозяйства» (сельскохозяйственных роботов, точного земледелия, умных сенсорных датчиков, AIoT-приложений, BigData) достигнет объемов – 26,8 млрд. $. Ведущая роль в поставке на рынок умной техники останется за компаниями: JohnDeere, Trimble, Inc, RavenIndustries, AGCOCorporation, Ag Leader, AutonomousSolutions (США), FarmersEdge (Канада), CLAAS (Германия). По прогнозам МСХ РФ к 2020

году 30% крестьянско-фермерских хозяйств будут активно использовать технологии Интернета вещей в закупках и продажах. На российском рынке основными поставщиками «умных товаров» будут являться организации: «Сеть868», «СтрижТелематика», ЗАО «КБ Панорама», ЗАО «ИЦ ГЕОМИР», ГК «Когнитивные технологии», «Беспилотные технологии [12-14].

Выводы. Агробизнес в России достиг определенной зрелости, о чем свидетельствуют стабилизация уровня инвестиций в сельское хозяйство и рост конкуренции среди производителей сельхозпродукции. В сельском хозяйстве будет набирать обороты рост объемом применения современных IT-технологий, в том числе систем сбора, хранения и обработки данных. Конвергентная платформа SmartAgriculture – это набор технологий и продуктов, обеспечивающих развитие сельского хозяйства (мелиорации) на уровне организации. Конвергентная платформа позволит развивать аграрное предпринимательство, реализовывать умные решения при эксплуатации ресурсов и техники. Предприниматели, с помощью специально разработанной архитектуры, гарантирующей совместимость аппаратных и программных продуктов, сумеют обеспечить развитие новых видов бизнеса и услуг.

Литература

1. Medvedeva L. N. Green Technologies: The Basis for Integration and Clustering of Subjects at the Regional Level of Economy / V. V. Melikhov, A. A. Novikov, L. N. Medvedeva, O. P. Komarova // Integration and Clustering for Sustainable Economic Growth. – Springer International Publishing AG, 2017. – P. 365–382.
2. Украинцева, И. В. Предпринимательская деятельность и ее особенности в сельском хозяйстве / И.В. Украинцева, А.И. Авдеева А. И // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2017. – Т. 23. – С. 100–103. – URL: http://e-koncept.ru/2017 /770442 .htm .
3. Медведева, Л.Н. Аграрное предпринимательство в среднем городе: пути развития МСП / Л.Н. Медведева //В сборнике: 17-я Научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ВПИ (филиал) ВолгГТУ. Сборник материалов конференции. – 2018.– С. 277-28
4. О прогнозе научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года: Приказ М-ва сел. хоз-ва Рос. Федерации от 12 января 2017 г. № 3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http: docs.cntd.ru/document/456038646, 2018.
5. Пахомова А. А. Критерии оценки инновационно-инвестиционных проектов в агробизнесе / А. А. Пахомова, А. С. Роскошная // Вестник ЮРГТУ (НПИ). – 2017. – № 2 – С. 70–75.
6. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации»: утверждена распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р / [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://static.government.ru
7. Белых, Д.В «Умная техника» и «умные технологии» в обеспечении развития сельского хозяйства / Л.Н. Медведева, Д.В. Белых // В сборнике: «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования». III Международная научно-практическая Интернет-конф. – 2018. – С. 1349 –1353.

8. Medvedeva, L. N Meliorative institutional environment – area of state interests / L. N. Medvedeva, V.N. Shchedrin, S. M. Vasilyev, A. V. Kolganov, L. N. Medvedeva, A. A. Kupriyanov // Espacios. – 2018. Vol. 39. – № 12. – P. 28. Available at: URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35456749
9. Ретюнских, С. Н. Анализ стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы / С. Н. Ретюнских // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки № 8(24) 2018 Alley-science.ru – С. 596-602. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_36327470_94079415.pdf , 2019.
10. Медведева, Л.Н. Использование зеленых технологий как условие экономического роста в регионах России и возможность создания кластеров инновационного типа: монография / [Л. С. Шаховская, Л. Н. Медведева, Е. Г. Попкова и др.]; Под ред. Л. С. Шаховской, Л. Н. Медведевой; Волгоградский гос. техн. ун-т. – Волгоград: ВолгГТУ, 2016. – 243с.
11. Медведева, Л.Н. Цифровая экономика – драйвер для обеспечения нового уровня жизни и интересов сельских пенсионеров / Л.Н. Медведева, М.А. Тимошенко // Инновации и инвестиции. – 2018. – № 11. – С. 281-286.
12. Плотников, А.С. Зеленые сельские поселения - курс на новое качество жизни / Л.Н. Медведева, А.С.Плотников, Ю.И.Сизов //Научные труды ВЭО. 2016. №199. С.445-464.
13. Медведева, Л. Н. Использование умных технологий в сельском хозяйстве на конвергентной платформе smart agriculture / Л.Н.Медведева, Д.В.Белых, А.С.Роскошная // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2018. № 1 (69). С.89-94.
14. Медведева, Л.Н. Применение форсайт-технологий в обосновании развития мелиорации с использованием ресурсосберегающих и энергоэффективных технологий / Л.Н.Медведева, Е.Б. Колбачев, Г.Т. Балакай, А.А. Пахомова, А.С. Роскошная, Д.В. Белых // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. – 2018. – № 3. – С. 24-37.

УДК 622.331

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НОВОГО СПОСОБА ОСУШЕНИЯ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПЕСЧАНЫХ ДРЕН

Кузьмин Е.А., к.т.н., **Кузьмин А.Е.**
ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия

Одной из проблем эффективного использования почвенных и водных ресурсов является рекультивация или приспособление выработанных торфяных месторождений (ВТМ) для производства сельскохозяйственной продукции, устройства зон отдыха и т.п. Выработанные торфяные месторождения представляют собой выровненные массивы полей (карт) размером 0,5х3 км с остаточным слоем торфа не менее 0,5 м с рабочей системой водопонижения до 0,5-1 м, которая обеспечивается картовыми канавами определенной глубины, нарезанных через 20-40 м, конкретные размеры которых зависят от гидрогеологических характеристик ВТМ. Эффективным методом использования таких массивов является способ частичного заполнения канав определенным слоем песка с последующей досыпкой их торфом, грунтом и

т.п. до уровня поверхности ВТМ, т.е. получается по сути массив, пронизанный песчаными дренами. Эксплуатация таких полей возможна при УГВ 0,5-1 м от поверхности земли, т.к. 0,5 м – это минимальное УГВ, при котором возможно передвижение механизмов по поверхности ВТМ, а 0,7-1 м – необходимой УГВ в вегетативный период развития растений. Ниже приводится гидромелиоративный расчет водопропускной способности такой песчаной дрены и междренного расстояния для конкретного случая. Основными методами расчета дренажа являются теоретический (гидромеханический) и эмпирический. Первый основан на использовании закономерностей движения грунтовых вод в почвенных массивах с определением притока воды к дренам в основном по формуле Дюпюи, который и будет использован в данной работе. Большинство существующих методов расчета дренажа разработано для условий однородного строения водоносной толщи, хотя на практике это встречается редко. Расчет ведем по притоку воды к дренам по формуле Дюпюи для однородных фильтрационных сред на горизонтальном водоупоре [1]:

$$q = \frac{k}{2L}(H^2 - h_0^2), \qquad (1)$$

где k – коэффициент фильтрации, L – длина влияния дрены, которая определяется по формуле: $L=\frac{(H-h_0)}{J_{ср}}$; H – мощность водоносного слоя, h_0 – глубина воды в дрене, $J_{ср}$ – среднее значение уклона кривой депрессии, зависит от крупности грунта, для песчаных грунтов 0,015 [1]

Мы имеем несовершенную квадратную песчаную дрену 2 0,7х0,7 м, расположенную в нижнем пылеватом песке 3 под слоем верхового торфа 1 мощностью 1м, см. рис. 1. Приближенный гидравлический расчет такой дрены предложен Р.Р. Чугаевым [1]. Предположено, что линия тока в точке сопряжения дна дрены со стенкой, принимается за начало координат и совпадает осью O_x, рис. 1. В действительности она располагается чуть ниже оси O_x.

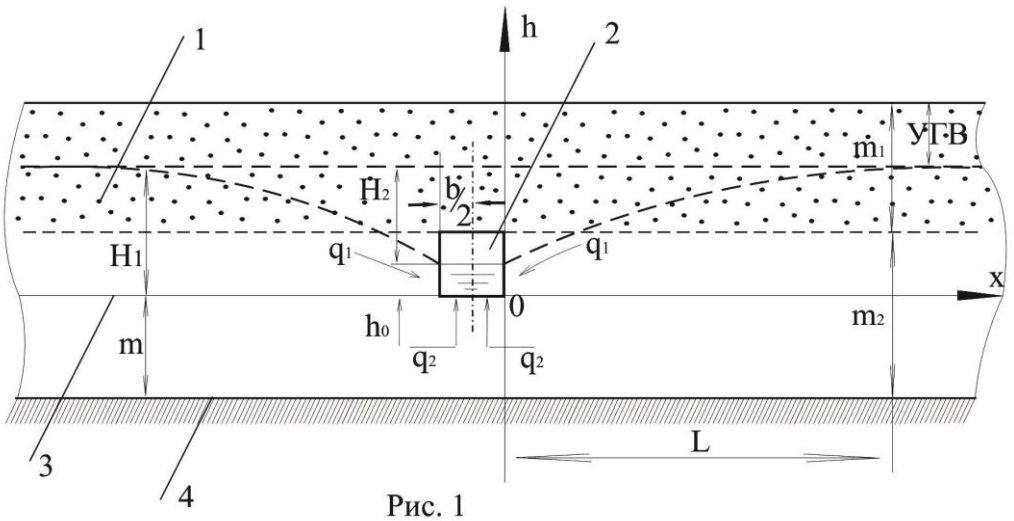


Рис. 1

Таким образом можно разделить горизонтальной плоскостью, проходящей через дно дрены, всю мощность на 2 части: верхнюю (торф) и нижнюю (песок), ниже лежит водоупор 4 рис. 1. Ось O_x является условной линией водоупора. Питание несовершенной дрены q_1 идет через боковые стенки, так и через дно. Из верхней части вода поступает в песчаную дрену через боковые грани, расчет идет также, как для совершенной дрены по формуле (1) по притоку на 1 погонный метр дрены. Расчет притока воды на половину ширины дна дрены q_2 производят в предположении, что из нижнего слоя грунтовые воды поступают в дрену под напором, равным превышению УГВ над уровнем воды в дрене: $H_2=m_1+m_2-0{,}7м-m-h_0=1+1{,}7-0{,}7-1-0{,}2=0{,}8(м)$, где m=1м,$m_2$=1,7м, m=1м, h_0 – уровень воды в дрене = 0,2м (опытные данные), рис. 1. Тогда $q_2=КxH_2xq_r$, где q_r – приведенный расход, определяемый по графику в зависимости от соотношений:

$\mathcal{L}=\frac{L}{L+\frac{b}{2}}$; $\beta=\frac{L}{m}$, L – длина влияния дрены, при уровне воды в дрене 0,2м и J=0,015 имеем: $L=\frac{(H_2-h_0)}{J_{ср}}=\frac{(0{,}8-0{,}5)}{0{,}015}=20$, тогда $\mathcal{L}=\frac{20}{20+0{,}35}=0{,}98$; $\beta=\frac{20}{1}=20$.

по графику [1] имеем $q_2\approx0$.

Приток по формуле (1) для верхней части залежи:

$q_1=\frac{K}{2L}(H^2-h_0^2)$, где К=0,15 м/сут, $H=m_1+m_2-0{,}7-m=1{,}0+1{,}7-0{,}7-1=1(м)$; h_0 – заполнение дрены водой -0,5м. L – длина влияния дрены определяется по $L=(H-h_0)\ J_{ср}=(1-0{,}5)x0{,}015=33$, где $J_{ср}$ принимаем по табл. (Н.М. Константинов и др. с.393) равным 0,015.

$К_ф$ по опытным данным для верхнего слоя торфа составляет 0,15м/сут.

После подстановки в формулу имеем:

$q_1=\frac{0{,}15}{2x33}(1^2-0{,}5^2)=0{,}0015м^2/сут$

Приток к дрене с 2-х сторон на 1 погонный метр:

$q_1=0{,}0015м^2x2=0{,}0030м^2/сут$

При длине дрены 500м ежесуточный приток будет:

$q=0{,}0030x500=1{,}5(м^3/сут)$

При двустороннем притоке грунтовых вод равномерно по всей длине к песчаной дрене проходит и движение через нее вдоль к валовым каналам. Если предположить, что отток по дрене идет влево и вправо поровну, то путь фильтрации через песок будет: 500:2=250м. Коэффициент фильтрации крупнозернистого песка по опытным данным ~ 50м/сут. По табличным данным: 1-50 м/сут [2]. Сечение квадратной дрены забитой песком 0,7х0,7м, то

при пористости 0,4 вода фактически может фильтроваться через площадь: 0,7х0,7х0,4=0,196 ($м^2$).

При полном заполнении водой дрены вода будет идти фактически через квадрат площадью 0,443х0,443=0,196 ($м^2$) со скоростью 50 м/сут, за сутки пройдет – 9,8$м^3$, по 9,8/2=4,9($м^2$) в каждую сторону дрены.

При паводке при полном заполнении сечения дрены водой и торфяного слоя УГВ будет равен нулю, тогда приток будет равен (L=20, L=(H-h_0)/0,013≈20.

$$q=\frac{0,15}{2x20}(1^2-0,7^2)=0,00190м^2/сут$$

При 2-х стороннем притоке на 250м дрены, 0,0019х2х250=0,95 ($м^2$/сут), что меньше пропускной способности дрены 4,9$м^3$/сут, которая больше расхода и при уровне воды в дрене 0,2м:1,2:2=0,6 ($м^2$/сут)

Таким образом при полном влагонасыщении затопленной залежи отток составит 0,95 $м^2$/сут, осушение до УГВ 0,7-1м займет какое-то время, когда затопление допускается для древесных культур 25-50 сут. [3].

Расчет расстояния между дренами осуществляется по многочисленным приближенным формулам и в основном для однородной толщи осушаемого грунта. В данном случае имеется 2-х слойная залежь, состоящая из слоя торфа мощностью 1м, ниже – слой песка толщиной 1,7м, лежащий на суглинке-водоупоре, рис. 1.

Проверяется эта система: смогут ли песчаные дрены сохранять УГВ 0,7м от поверхности залежи при междренном расстоянии 17м. Расчет идет по формуле Ш.И. Брусиловского для расчета междренного расстояния в 2-х слойных грунтах [4]:

$$E=2\left\{\sqrt{\frac{K_1(H_l-m_2)^2+K_2[2m_2(H_l-m_2)+(m_2^2-h_1^2)]}{\varepsilon}+(2\Phi)^2}-2\Phi\right\}$$

где $К_1$, $К_2$ – коэффициенты фильтрации для верхнего слоя (торф, $К_1$=0,15м/сут) и нижнего (пылеватый песок, $К_2$=0,11 м/сут) слоя; m_1, m_2 – мощности верхнего и нижнего слоев (m_1=1м, m_2=1,7м); m – глубина дрены от водоупора, 1м; m_t – среднее по пространству и времени положение УГВ в полосе между дренами, 1,6м; h_1 – УГВ над водоупором у дрены 1,5м, H_l – расчетный уровень грунтовых вод посередине между дренами – 2м; Ɛ - суммарное испарение по испарителю Топольницкого или табличные данные, 3мм/сут; Ф – фильтрационное сопротивление (функция Н.К. Гиринского) определяется при $m<m_2$, $m_t\leq m_2$ по формуле:

$$\Phi=0,366m_t\times lg\frac{m_t}{\pi d\sin\frac{\pi(4m+d)}{4m_t}},$$

где d –диаметр дрены, встречающийся в формулах расхода, можно приближенно заменить для дрены прямоугольной формы на $d\approx0,5b_0+h_k$ (где b_0 – ширина по дну, h_k – высота прямоугольной дрены) [5].

Получается d=0,5 х 0,7+0,7=1,05(м) где d – диаметр дрены принимаем 1,0м

После подстановки данных в формулу получаем:

$$\Phi = 0{,}366 \times 1{,}6 \times lg \frac{1{,}6}{3{,}14 \times 1{,}0 \sin \frac{3{,}14(4 \times 1 + 1{,}0)}{4 \times 1{,}6}} \approx -0{,}0563$$

Тогда Е будет равно:

$$E = 2\left\{\sqrt{\frac{0{,}15(2-1{,}7)^2 + 0{,}11[2 \times 1{,}7(2-1{,}7) + (1{,}7^2 - 1{,}5^2)]}{\varepsilon} + (2 \times -0{,}0563)^2} + 0{,}11\right\} = 2 \times 8{,}12 = 16{,}3\text{м}$$

У нас в наличии расстояния между песчаными дренами – 17м, что говорит о хорошем совпадении данных расчёта и фактическом междренном состоянии.

Таким образом, песчаные дрены размером 0,7х0,7м, расположенные в 2-х слойной выработанной торфяной залежи на глубине 1м полностью отводят воду из выработанной торфяной залежи с сохранением УГВ величиной 0,7м в междренном расстоянии.

Изменяя размеры сечения дрен с учетом того, что водопропускная способность таких дрен на порядок выше притока грунтовых вод к ним, можно уменьшать и размеры сечения дрен, и толщину песчаной засыпки в них до оптимальных параметров, проверяя их работу соответствующими расчетами.

Литература

1. Константинов Н.М., Петров Н.А., Высоцкий Л.И. Гидравлика, Гидрология, Гидрометрия, учебник для вузов, М.: Высшая школа, 1987, с. 392-394.
2. Кац Д.М. Гидрогеология, М.: Колос, 1969, с. 127.
3. Маслов Б.С., Минаев Н.В., Губер К.В. Справочник по мелиорации, М.: Госагропромиздат, 1989, с. 94.
4. Шкинкис Ц.Н. Гидрологическое действие дренажа, Ленинград: Гидрометеоиздат, 1981, с. 198.
5. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации под редакцией Е.С. Маркова, М.: Колос, 1981, с. 263.

Научное издание

ВЫСОКОПРОДУКТИВНОЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЕ АГРОХОЗЯЙСТВО НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ

Материалы международной научно-практической конференции
ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 30 сентября 2019 г.

Отпечатано с авторских оригиналов

Подписано в печать 06.11.2019. Формат 60x84 $^{1}/_{16}$.
Усл. печ. л. 21,09. Тираж 200. Заказ № 443.
Редакционно-издательское управление
Тверского государственного университета.
Адрес: 170100, г. Тверь, Студенческий пер. 12, корпус Б.
Тел. РИУ (4822) 35-60-63