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

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Материалы Международной научно-практической конференции
ФГБНУ ВНИИМЗ,
г. Тверь, 28 сентября 2018 года

ТВЕРЬ 2018

УДК 631.6(082)
ББК П06я43
Э 94

Э 94 Эффективное использование мелиорированных земель: проблемы и решения. Материалы Международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, 28 сентября 2018 г. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2018. – 326 с.

ISBN 978-5-7609-1394-4

В сборнике представлены материалы Международной научно-практической конференции *«***Эффективное использование мелиорированных земель: проблемы и решения***»* (Россия, г.Тверь, 28 сентября 2018 г.). На конференции рассмотрены проблемы разработки и использования адаптивно-ландшафтных систем земледелия, инновационных агро- и биотехнологий на мелиорированных землях, отражены актуальные вопросы кормопроизводства в условиях осушения, показаны научно-практические аспекты повышения плодородия почв и экологизации земледелия в условиях мелиорации и ресурсосберегающего земледелия на торфяных почвах, рассмотрены основные направления эффективного использования почвенных и водных ресурсов.

УДК 631.6(082)
ББК П06я43

Материалы даются в авторской редакции.

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

ISBN 978-5-7609-1394-4

© ФГБНУ ВНИИМЗ, 2018
© Тверской государственный университет, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия и инновационные агро- и биотехнологии на мелиорированных землях

Рабинович Г.Ю. ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ И ТВЕРСКОЙ ГУБЕРНИИ. СОСТОЯНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* ……. 9

Митрофанов Ю.И., Артемьев А.Е., Гуляев М.В., Лапушкина В.Н., КазьминА.Е. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОСТИМУЛЯТОРОВ НА КАРТОФЕЛЕ. *ФГБНУ ВНИИМЗ г. Тверь, Россия* …… 14

Есаулова Л.В. РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОЙ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В РИСОВОДЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ. *ФГБНУ «ВНИИ риса», г.Краснодар, Россия* …… 18

Митрофанов Ю.И., Карасева О.В., Пугачева Л.В. ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА РАЗВИТИЕ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ РАСТЕНИЙ. *ФГБНУ ВНИИМЗ г. Тверь, Россия* …… 21

Сутягин В.П., Тюлин В.А. ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В КОРОТКОРОТАЦИОННОМ СЕВООБОРОТЕ. *Тверская ГСХА, г.Тверь, Россия* … 27

Карасева О.В., Иванов Д. А., Артемьев А.Е., Рублюк М.В., Лисицын Я.С. ВЛИЯНИЕ АГРОЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЙ И СПОСОБА ПОСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ. *ФГБНУ ВНИИМЗ г. Тверь, Россия* …… 31

Васильев А.С., Диченский А.В., Яковлева С.В., Лесных П.А., Прохоров П.С. ОПТИМИЗАЦИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В УСЛОВИЯХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ. *Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия...* 35

Кузнецов П.Н., Соловьева Л.М. ЗНАЧЕНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И ГЕРБИЦИДОВ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ. *Тверская ГСХА, г.Тверь, Россия* 38

Сорокина О.Ю. АГРОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЬНЯНОГО СЕВООБОРОТА НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ. *ФГБНУ ВНИИ льна, г. Торжок, Россия* …… 43

Васильев А.С., Прохоров П.С., Яковлева С.В., Лесных П.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОСЕВОВ ОВСА. *Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия* …… 48

Скворцов С.С. ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ. *Тверская ГСХА, г.Тверь, Россия…* 53

Сутягин В.П., Тюлин В.А. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР В СЕВООБОРОТЕ. *Тверская ГСХА, г.Тверь, Россия* …… 57

Усанова З. И., Прядеин С.Е. РОЛЬ СОРТА, ФОНА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ В НАКОПЛЕНИИ УРОЖАЯ КАРТОФЕЛЯ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ. *Тверская ГСХА, ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* …… 62

Рублюк М.В., Иванов Д.А., Карасева О.В., Хархардинов Н.А. ВЛИЯНИЕ КОМПОСТА МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА НАКОПЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В МЕЛИОРИРОВАННЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* …… 69

Митрофанов Ю.И., Пугачева Л.В., Карасева О.В., Пантелеева Т.Н. ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ДИНАМИКУ ГУМУСА В ПОЛЕВОМ СЕВООБОРОТЕ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* 72

Талашова А.В., Алехина Ю.В. ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ СОРТА «МАНИФЕСТ» ПРИ ВНЕСЕНИИ СИДЕРАТОВ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ. *УО БГСХА, г. Горки, Республика Беларусь* 78

Митрофанов Ю.И., Петрова Л.И., Первушина Н.К. НОРМЫ ВЫСЕВА СЕМЯН И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ. *ФГБНУ ВНИИМЗ г. Тверь, Россия* 82

Митрофанов Ю.И., Пугачева Л.В., Гуляев М.В., Смирнова Н.А., Лукьянов С.А., Казьмин А.Е. ЗАСОРЕННОСТЬ ОВСА ПРИ ГРЕБНИСТОМ ЛЕНТОЧНО-РАЗБРОСНОМ СПОСОБЕ ПОСЕВА НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ. *ФГБНУ ВНИИМЗ г. Тверь, Россия* 87

Смирнова Ю.Д., Кашкова А.А. ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТА ЖФБ НА РАСТЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ. *ФГБНУ ВНИИМЗ г. Тверь, Россия* 90

РАЗДЕЛ II. Проблемы кормопроизводства на мелиорированных землях

Шелюто Б.В. ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕЛЕНОЙ И СУХОЙ МАССЫ СИЛЬФИИ ПРОНЗЕННОЛИСТНОЙ НА ЧЕТВЕРТЫЙ ГОД ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ. *УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь* 94

Алехина Ю.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПОСОБОВ ПОДСЕВА В ДЕРНИНУ ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ. *УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь* 99

Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Иванова Н.Н., Васильева Е.А., Пушкина Л.В. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПИТАТЕЛЬНОСТЬ ЗЕЛЕНОЙ МАССЫ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР, ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* 102

Иванов Д.А., Карасева О.В., Рублюк М.В., Лисицын Я.С. НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДОЛГОВРЕМЕННОГО МОНИТОРИНГА УРОЖАЙНОСТИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* 108

Тюлин В.А., Сутягин В.П. ПРОДУКТИВНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВОСТОЕВ В КОРОТКОРОТАЦИОННЫХ СЕВООБОРОТАХ. *Тверская ГСХА, г.Тверь, Россия* 111

Алехина Ю.В., Дрозд Д.А. ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО ПРИ ОРОШЕНИИ. *УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» , г. Горки, Республика Беларусь* 115

Иванова Н.Н., Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Вагунин Д.А., Амбросимова Н.Н. ИННОВАЦИОННЫЕ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАСТБИЩНЫХ ТРАВОСТОЕВ НА ОСУШАЕМЫХ ПОЧВАХ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* 119

Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н., Тюлин В.А., Силина О.С., Епифанова Н.А. АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МНОГОЛЕТНИХ КОРМОВЫХ ТРАВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ. *ФГБНУ ВНИИМЗ г. Тверь, Россия* 125

Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Иванова Н.Н., Васильева Е.А. ОБМЕН АЗОТА, КАЛЬЦИЯ И ФОСФОРА В ОРГАНИЗМЕ ДОЙНЫХ КОРОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ В РАЦИОНЕ СИЛОСА БОБОВО-ЗЛАКОВОЙ ТРАВОСМЕСИ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* 130

Силина О.С., Капсамун А.Д., Тюлин В.А., Павлючик Е.Н., Епифанова Н.А. ПРОДУКТИВНОСТЬ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВОСМЕСЕЙ СЕНОКОСНОГО ТИПА НА ПЯТЫЙ ГОД ПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ СКАШИВАНИЯ. *ФГБНУ ВНИИМЗ г. Тверь, Россия* 135

Вагунин Д.А. АГРОЦЕНОЗЫ НА ОСНОВЕ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ГУМИДНОЙ ЗОНЫ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, Тверь, Россия* 140

Кузнецова С.Н. ПРОДУКТИВНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКОВЫХ И БОБОВЫХ ТРАВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ. *Тверская ГСХА, г.Тверь, Россия* 146

РАЗДЕЛ III. Плодородие почв в условиях мелиорации

Рабинович Г.Ю., Тихомирова Д.В. ИЗМЕНЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОЧВЕ ПОД КАРТОФЕЛЕМ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИМЕНЕНИИ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* 149

Окорков В.В. НЕКОТОРЫЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ КИСЛЫХ ПОЧВ. *ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», г. Суздаль, Россия* 153

Зинченко С.И. ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ В УСЛОВИЯХ ПОЧВЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ВО ВЛАДИМИРСКОМ ОПОЛЬЕ. *ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», г. Суздаль, Россия* 160

Зинченко М.К. АКТИВНОСТЬ ГИДРОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ ПРИ ИЗВЕСТКОВАНИИ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ. *ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», г. Суздаль, Россия* 164

Яковлева Л. В., Жданов С.С. РОЛЬ ИЗВЕСТКОВАНИЯ В СОХРАНЕНИИ ПЛОДОРОДИЯ ПАХОТНЫХ ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА. *ФГБНУ Ленинградский НИИСХ «Белогорка», Ленинградская область, Россия* 168

Рублюк М. В., Иванов Д. А., Анциферова О.Н., Хархардинов Н.А. ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОСЕВА ОЗИМОЙ РЖИ НА СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В ОСУШАЕМЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* 174

Шмидт И.С. ПРОБЛЕМЫ СОСТОЯНИЯ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ. *Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия* 177

Зинковская Т.С., Зинковский В.Н., Сорокина В.Н., Шахпаронян Л.А. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ОСУШАЕМЫХ ПОЧВ И ФАКТОРЫ СНИЖЕНИЯ ИХ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* 181

Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Артемьев А.Е., Первушина Н.К., Лапушкина В.Н. ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНО-ВОЗДУШНОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* 185

Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К. ВОДНО-ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ПРИ ОДИНАКОВОЙ ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ В РАЗЛИЧНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* 189

Кузьмин Е.А., Кузьмин А.Е. ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕШИВАНИЙ И ВСТРЯХИВАНИЙ НА ИЗВЛЕЧЕНИЕ РАСТВОРИМЫХ ГУМАТОВ НАТРИЯ ИЗ ПОЧВЫ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* 192

РАЗДЕЛ IV. Проблемы экологизации земледелия

Касатиков В.А., Анисимова Т.Ю. ВЛИЯНИЕ ОСАДКА ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД, ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ, УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ И ЕЁ МАКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ. *ВНИИОУ – филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ» г. Владимир, Россия* 194

Черникова О.В., Мажайский Ю.А. ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ САНАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННОГО ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ОПОДЗОЛЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ. *Академия ФСИН России, Мещерский филиал ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, г. Рязань, Россия* 199

Шельменкина Х.Х. ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЗАЦИИ КОРМОПРОИЗВОДСТВА НА ОСТАТОЧНО-ОГЛЕЕННОМ ДЕГРОТОРФОЗЕМЕ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ТАЙГИ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ. *ФГБУ «Кировская лугоболотная опытная станция», г.Киров, Россия* 202

Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К. ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСОБЕННОСТЕЙ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* 207

Троицкий В.М. ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ. *Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова (НИМИ Донской ГАУ), г. Новочеркасск, Россия* 214

РАЗДЕЛ V. Торфяные почвы и их эффективное использование

Шеин Е.В., Позднякова А.Д., Сорокина Н.В., Калнин Т.Г. НЕКОТОРЫЕ АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОРФОЗЕМОВ ЯХРОМСКОЙ ДОЛИНЫ. *Ф-т почвоведения МГУ, г.Москва, ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Почвенный институт, г.Москва, Россия* 217

Горбачёва Е.В. ХАРАКТЕРИСТИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ С ТОРФЯНО-БОЛОТНЫМИ ПОЧВАМИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ. *УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г.Горки, Республика Беларусь* 220

Шкутов Э.Н., Иванов В.П., Свиридович Т.Г. ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ ВАЛОВ ДКР НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ БИОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ. *РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Республика Беларусь* 226

Глубоковских А.Л. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗИННЫХ ТОРФЯНИКОВ ПОД КОРМОВЫЕ КУЛЬТУРЫ. *ФГБУ «Кировская лугоболотная опытная станция», г.Киров, Россия* 230

Смирнова А.В. ЭФФЕКТИВНОЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ОСУШЕННОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ. *ФГБУ «Кировская лугоболотная опытная станция», г.Киров, Россия*…… 235

Бородкина Р.А., Позднякова А.Д., Михеева Т.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФОГУМИНОВОГО КОМПЛЕКСНОГО УДОБРЕНИЯ (ТГКУ) НА ТОРФОЗЕМАХ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* …….. 240

Поздняков Л.А., Кузюбердина Д.А., Позднякова А.Д., Дуброва М.С. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ИЗУЧЕНИИ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ ОСУШЕННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Ф-т почвоведения МГУ, г.Москва …* 243

Позднякова А.Д., Поздняков Л.А., Анциферова О.Н. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Ф-т почвоведения МГУ, г.Москва, Россия* ….. 249

Широкова Е.В., Анциферова О.Н., Магарышкина Л.С. ДИНАМИКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЫ ПРИ ИНТЕНСИВНОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …….. 254

Фомичева Н.В. СОВРЕМЕННЫЙ СПОСОБ ВЫРАЩИВАНИЯ МОРКОВИ НА ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ. *ФГБНУ ВНИИМЗ г. Тверь, Россия* …….. 260

Васильева Е.А., Лукичева Н.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФА В ЖИВОТНОВОДСТВЕ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* …….. 266

РАЗДЕЛ VI. Эффективное использование почвенных и водных ресурсов

Лихацевич А.П., Латушкина Г.В., Романов И.А., Набздоров С.В. УПРАВЛЕНИЕ ОРОШЕНИЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА ДИНАМИКИ ПОЧВЕННЫХ ВЛАГОЗАПАСОВ. *РУП «Институт мелиорации», г. Минск, УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь* …….. 270

Рязанцев А.И., Антипов А.О., Ахтямов А.А., Евсеев Е.Ю. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПОЛИВЕ МНОГООПОРНЫМИ ДОЖДЕВАЛЬНЫМИ МАШИНАМИ КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ. *ФГБОУ ВО Рязанский агротехнологический университет им. П.А. Костычева, г. Рязань, ГОУ ВО МО Государственный социально гуманитарный университет, г.о. Коломна, Россия* ……. 276

Вихров В.И. ВРЕМЕННАЯ РАЗВЕРТКА ЦИКЛИЧНОСТИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ НОРМ ТРАВ БЕЛАРУСИ. *УО БГСХА, г. Горки, Республика Беларусь* …….. 280

Лагун Т.Д. СИСТЕМА КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА ИНТЕНСИВНОГО ПЛОДОВОДСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ. *УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь* …….. 285

Лукашевич В.М. РАВНОМЕРНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДОЖДЯ ПРИ ОРОШЕНИИ. *УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь* …….. 290

Лукашевич В.М. ПОТЕРИ ВОДЫ ПРИ ДОЖДЕВАНИИ. *УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г.Горки, Республика Беларусь* ….. 293

Лытов М.Н. АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ ЕДИНИЦ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРЕЦИЗИОННОГО ОРОШЕНИЯ. *ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г. Москва, Россия* …….. 297

Лытов М.Н. КОМПОНОВОЧНЫЕ СХЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ОРОШЕНИЕМ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ. *ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г. Москва, Россия* …….. 302

Капустина Т.А., Цекоева Ф.К., Медведева Е.В., Польщиков Н.А. ОЦЕНКА ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ АГРОБИОЦЕНОЗОВ С УЧЕТОМ ЦИКЛИЧНОСТИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ. *ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения», г.Коломна, Россия* …… 306

Горляк Л.О. ПЕРСПЕКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ МЕЛИОРИРУЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ПРИМЕРЕ СЕННЕНСКОГО РАЙОНА ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ. *УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь* …… 312

Левшунов И.А. ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ НА ВЕЛИЧИНУ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА. *УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь* …….. 316

Помякшева Л.В., Коновалов С.Н. КАПЕЛЬНЫЙ ПОЛИВ И УДОБРЕНИЕ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ. *ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства», г.Москва, Россия* …… 319

РАЗДЕЛ I. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия и инновационные агро- и биотехнологии на мелиорированных землях

УДК 631.58

ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ И ТВЕРСКОЙ ГУБЕРНИИ. СОСТОЯНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Рабинович Г.Ю., д.б.н., профессор

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

Значение почвенных ресурсов для планеты трудно, невозможно переоценить, учитывая тот факт, что именно благодаря этому ресурсу получила развитие наша цивилизация. На протяжении всей известной нам истории земледелия и растениеводства определяющим фактором считалось почвенное плодородие, в свою очередь зависящее от метеоусловий местности, времени ее инсоляции, изначальной структурности и состава, как самой почвы, так и подстилающей ее породы. Перечисленные признаки позволили разделить все почвенные (в более широком смысле – земельные) ресурсы на три основные группы – непродуктивные, малопродуктивные и продуктивные. Именно продуктивные земли и составляют основу агрохозяйствования развитых стран.

В Российской Федерации существенная площадь наиболее плодородных земель была отведена под пашню, а это более 60 млн. га. Следует подчеркнуть, что не все почвенные ресурсы РФ характеризуются хорошим качеством, причем происходит это не только из-за их изначально низкой продукционной способности, но также и за счет неправильной, а порою преступной эксплуатации. Так, зачастую наблюдается повсеместное использование земель сельскохозяйственного назначения для развития инфраструктуры мегаполисов, например, под офисы или производственные предприятия, что не всегда оправдано. Почвенные ресурсы России, впрочем, так же, как и во всем мире страдают от загрязнения поллютантами разного рода. Вместе с тем, не все хозяйства работают с использованием современных ресурсосберегающих интенсивных технологий, позволяющих сохранить почвенное плодородие для будущих поколений россиян.

На огромной территории нашей страны сформировались несколько типов почв: арктические, тундрово-глеевые, подзолистые, дерново-подзолистые, серые и бурые лесные, черноземы, каштановые, бурые и серо-бурые. Почвы России по гранулометрическому составу делятся на четыре вида: глинистые, суглинистые, супесчаные и песчаные. При этом самое высокое качество и благоприятная структура присущи, естественно,

черноземной почве, такую структуру еще называют зернистой, способной обеспечить этому почвенному типу рыхлость, позволяя почве приобретать наилучшие для хозяйствования свойства, в том числе оптимальные водно-воздушный и питательный режимы.

Однако ряд почв России, в том числе почвы Нечерноземной зоны, не обладают такими свойствами. При этом естественную эрозию, свойственную почвам центральных регионов Российской Федерации, дополняют негативные результаты сельскохозяйственной деятельности, при которой пашня подвергается размыву, а урожайность культур, особенно в отсутствие удобрений, резко падает. В целях снижения потерь урожайности на землях сельскохозяйственного назначения в центре России проводились и в настоящее время в той или иной мере осуществляются необходимые мелиоративные мероприятия, прежде всего, осушение, а также химическая и биологическая мелиорации. Вместе они позволяют противостоять заболачиванию, загрязнению, переуплотнению, эрозии, потере плодородия.

В 1966 г. в СССР была принята долговременная программа развития сельскохозяйственного производства, включающая мелиорацию и химизацию сельского хозяйства. За первые 15 лет действия программы в Нечерноземной зоне было осушено 3,6 млн. га земель, которые были введены в сельскохозяйственное производство после проведения необходимых культуртехнических работ. В этот период мелиорация сыграла выдающуюся роль в улучшении состояния сельскохозяйственного земельного фонда, повышении плодородия почв и увеличении продуктивности сельскохозяйственных посевов, обеспечивших высокие темпы роста сельскохозяйственного производства.

Площадь Тверской губернии, расположенной в центре Европейской части России, целиком входит в подзону дерново-подзолистых почв южной тайги и достигает 84201 км^2 или 8420,1 тыс.га [1, 2]. Основными процессами, формирующими почвенный покров, являются подзолообразование, глееобразование, заболачивание и культурное почвообразование. В связи с этим на территории области преобладают дерново-подзолистые, торфяно-подзолисто-глеевые и болотные почвы.

Среди них наибольшее распространение получили дерново-подзолистые почвы различной степени оподзоливания и гидроморфизма [3]. Моренные отложения – преимущественно суглинистые и супесчаные, а в районе Валдайской возвышенности и назандровых низинах – песчаные и супесчаные. В поймах рек Тверской губернии встречаются и аллювиальные почвы. Реакция почв здесь преимущественно кислая по всему профилю, но иногда нейтральная в нижней, иногда в средней частях профиля при наличии унаследованных карбонатов. Содержание гумуса, в составе которого преобладают фульвокислоты, варьирует от 2,13 до 4,2 %. Поглощающий комплекс не насыщен основаниями. Коэффициент дифференциации по илу в среднем колеблется от 2,0 до 3,5.

Наиболее плодородные земли находятся на востоке губернии, в Краснохолмском, Кесовогорском, Кашинском и Калязинском районах, а также на юге средней части в районе Торжка, Старицы, Зубцова и Ржева. Однако в последние десятилетия в Тверской губернии проведению культуртехнических работ уделялось слабое внимание, из-за чего происходило зарастание сельскохозяйственных угодий кустарником и мелколесьем. Вместе с тем появлялись и закреплялись грубостебельные, сорные и ядовитые травы (борщевик, например, ставший поистине бичом во многих районах области), усиливалась завалуненность полей, еще недавно используемых для возделывания различных культур, определяя их малопригодность для полеводства без проведения культуртехнических работ.

Действительно, благие намерения по использованию почвенных ресурсов в нашей области так и остаются благими. Об этом свидетельствует статья-исследование [4]. Авторы публикации, вышедшей в 2014 г., что по времени совпало с принятием губернскими властями региональной целевой программы «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения Тверской области на период до 2020 года», свидетельствуют о том, что очень значительные площади земель сельскохозяйственного назначения Тверской губернии исключены из сельскохозяйственного оборота, в плачевном состоянии находятся и мелиоративные осушительные системы, не подлежащие реконструкции, а требующие списания, так как их восстановление невозможно и нерентабельно. Кроме того, количество крупных по размеру агрохозяйств, в том числе фермерских, на этой территории, которые могли бы обеспечить прирост валового продукта, незначительно, особенно в сравнении с другими регионами центральной России.

По состоянию на 1 января 2017 года земли сельскохозяйственного назначения в структуре земельного фонда Тверской губернии составили 2575,4 тыс. га или 30,6% от общей площади земель области [2]. Отмечается, что в последние годы площадь земель сельскохозяйственного назначения постоянно уменьшалась. Ситуацию должна была переломить действующая с 2014 г. региональная целевая программа «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения Тверской области на период до 2020 года» [5]. Важнейшими направлениями программы являются:

– создание условий для сохранения и восстановления фонда мелиорируемых земель;

– введение в сельскохозяйственный оборот ранее неиспользованных мелиорированных земель;

– создание условий по предотвращению выбытия из сельскохозяйственного оборота земель сельскохозяйственного назначения;

– развитие сельскохозяйственного производства, особенно кормопроизводства для развивающегося животноводства;

– восстановление плодородия почв средствами комплексной мелиорации;

– улучшение социально-экономических условий жизни сельского населения и т.д.

Значительная часть земель сельскохозяйственного назначения находится (по состоянию на 1 января 2017 г.) в собственности граждан – 56,3% от общей площади данной категории земель, в собственности юридических лиц – 12%, в государственной и муниципальной собственности – 31,7%. Площадь земельных участков, находящихся в собственности крупных сельскохозяйственных предприятий, агрохолдингов (основных сельхозтоваропроизводителей), постепенно увеличивается.

В настоящее время в Тверской губернии имеется 257,8 тыс. га осушенных земель, в том числе сельскохозяйственных угодий – 250,8 тыс. га [6]. В составе осушенных сельскохозяйственных угодий пашня занимает 179,6 тыс. га, кормовые угодья – 71 тыс. га, многолетние насаждения – 0,2 тыс. га. В области имеются и орошаемые земли, но их всего 5,2 тыс. га. В целом мелиорированные земли включают 823 объекта осушения и 31 объект орошения.

Поскольку земельный (почвенный) фонд Тверской губернии характеризуется низким уровнем естественного плодородия, а региональные программы зачастую пробуксовывают, необходимо принятие новых комплексных программ, включающих целую систему агротехнических и мелиоративных мероприятий, направленных на повышение отдачи от земель сельскохозяйственного назначения. Вне всякого сомнения, важнейшая роль в разрешении данной ситуации принадлежит аграрной науке, использование достижений которой позволит в корне переломить создавшуюся ситуацию, при этом возможно, с одной стороны, следует оценить и принять к реализации новейшие технологии, а с другой стороны, может быть, вернуться к старому опыту хозяйствования в столь непростой для земледельца гумидной зоне.

Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственного использования мелиорированных земель (ныне ФГБНУ ВНИИМЗ), созданный на базе Калининской государственной сельскохозяйственной опытной станции в 1977 г., как раз и был призван оценить целесообразность проведения мелиоративных мероприятий путем изучения последствий глобального осушения обширных территорий, не только в Тверской губернии, но и в целом в Нечерноземной зоне РФ. В 80-х гг. в институте был развернут и в настоящее время полноценно функционирует опытный полигон, являющийся единственным в Нечерноземной зоне, на котором и выполняется основной объем экспериментальных научных исследований на осушаемых землях, призванный изменить отношение к почве – нашему главному богатству, источнику жизни.

Достижения ученых ФГБНУ ВНИИМЗ известны как в России, так и за рубежом. К основным разработкам института, тем, что называется, «на

слуху», среди которых есть и удостоенные самых высоких наград и признания, относятся:

1) Приемы агромелиоративной обработки почвы, направленные на регулирование водно-воздушного режима осушаемых почв и адаптивную интенсификацию земледелия.

2) Ресурсосберегающие технологии обработки почвы на осушаемых землях, включающие использование новых комбинированных почвообрабатывающих агрегатов для основной и предпосевной обработок почвы, особенно на легких песчаных, супесчаных слабооглеенных почвах.

3) Адаптивно-организованные севообороты на осушаемых землях с обоснованием их количества, типов и видов.

4) Энергоресурсосберегающая технология возделывания яровых зерновых культур на осушаемых землях, обеспечивающая повышение урожайности на 0,6-0,8 т/га до уровня 3-4 т/га и снижение денежных затрат на 18,0-21,0%.

5) Технология возделывания озимой ржи на профилированной поверхности, позволяющая получать на осушаемых землях урожаи зерна на уровне 4-6 т/га.

6) Технология ускоренной переработки отходов животноводства в высокоэффективные экологически чистые удобрения – КМН, рекомендуемые для повсеместного применения и великолепно зарекомендовавшие себя на землях мелиоративного фонда. По результатам проведенной ФГБНУ «Росинформагротех» и Минсельхозом РФ экспертизы завершенных научных разработок была отнесена к наилучшим доступным технологиям.

7) Ферментационно-экстракционная технология производства и применения высокоэффективных жидкофазных биосредств (ЖФБ), способных на 10-40 % увеличивать урожаи и на 15-20 % улучшать микробиологические и агрохимические свойства почв, обеспечивая сохранение и восстановление почвенного плодородия

8) Технология получения нового жидкого гуминового биосредства (БоГум), использование которого в качестве удобрения способствует росту урожаев (до 30 %) и сохранению плодородия почв.

9) Новый биопрепарат, предназначенный для использования в качестве закваски при силосовании кормовых трав, выращиваемых в условиях биологической интенсификации земледелия, снижающий себестоимость кормов по сравнению с химически консервированным силосом в 2 раза и себестоимость животноводческой продукции снижается на 10-15%.

10) Способы эффективного применения средств биологической мелиорации осушаемых земель.

11) Способы формирования высокопродуктивных кормовых агрофитоценозов на осушаемых пахотных и луговых землях с использованием новых сортов многолетних трав.

12) Ресурсоэкономичная технология возделывания козлятника восточного на осушаемых землях, обеспечивающая продуктивность травостоев 8-11 т/га к.ед., энергонасыщенность 1кг сухой массы до 9,4-10,5 МДж, содержание сырого протеина 20-23%, экономию дорогостоящих азотных удобрений, сохранение и повышение плодородия почв.

Такой внушительный, но далеко не полный перечень наших разработок и достижений, вне всякого сомнения, может быть использован для возрождения эффективного хозяйствования в Нечерноземной зоне Российской Федерации. Ведь, если хотя бы часть разработок отечественных ученых не пылилась на полках институтских библиотек, вопрос о том, как повысить коэффициент отдачи почвы, в том числе той, где ранее были проведены весьма дорогостоящие мелиоративные мероприятия, вообще бы не стоял. И если сейчас, не мешкая, начать думать о нашей земле, о ее потребностях, отдача будет обязательно. И это стоит делать хотя бы потому, что мы все в ответе перед нашими потомками.

Литература

1. Добровольский Г. В., Урусевская И. С.География почв: Учебник. – М.: Изд-во МГУ; Наука, 2006. – 464 с.
2. Захаричева Е.Б. Земельный фонд Тверской области. – URL: https://pandia.ru/text/80/341/92072.php.
3. География Тверской области. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/
.4. Кулаков А.В., Монгалева К.С. Использование земельных ресурсов крестьянскими фермерскими хозяйствами Тверской области // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 11-1. – С. 137-139.
5. Региональная целевая программа «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения Тверской области на период до 2020 года». – 2014.
6. О мелиорации земель сельскохозяйственного назначения Тверской области. Правительство Тверской области, официальный сайт. – URL: https://тверскаяобласть.рф/novosti/?print=y&ELEMENT_ID=61308.

УДК 631

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОСТИМУЛЯТОРОВ НА КАРТОФЕЛЕ

Митрофанов Ю.И., к.с.-х.н., **Артемьев А.Е.,** к.с.-х.н.,
Гуляев М.В., к.с.-х.н., **Лапушкина В.Н., Казьмин А.Е.**
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Как известно, одним из основных элементов технологий возделывания сельскохозяйственных культур, и в частности картофеля, является борьба с вредными видами. Применяемые различные комбинации пестицидов, как правило, при высокой эффективности, оказывают отрицательное воздействие и на растения, что приводит к задержке и затормажива-

нию ростовых процессов и снижению интенсивности роста и развития растений.

Для ослабления токсичности многих препаратов в настоящее время в производстве широкое применение находят физиологически активные вещества, оказывающие регуляторное воздействие на рост, развитие и изменение многих метаболических процессов в растении, которые усиливают его адаптационные свойства к стрессовым ситуациям после ожогов гербицидами, воздействия заморозков, засухи и т.п.

Наши исследования по подбору биостимуляторов и регуляторов роста для широкорядной грядово-однострочной технологии выращивания картофеля проводились с целью повышения ее эффективности путем целенаправленного воздействия на продуктивность растений картофеля через активизацию столонообразования и увеличение количества клубней на кусте в соответствии со структурной моделью продуктивности посадок картофеля.

Для этого в 2012-2017гг. была дана оценка целому ряду биологических препаратов и стимуляторов, в т.ч. Вигор-форте, Изабиону, Гумату «Плодородие», Мивал-Агро, Аквамиксу, Акварину 5. Исследования проводились на опытном поле ФГБНУ ВНИИМЗ (Тверская область, объект мелиорации «Губино»). Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая, глееватая, осушаемая закрытым гончарным дренажем. Расстояние между дренами 20м, глубина их заложения – 0,9-1,1м. Глубина пахотного слоя 22-25см, содержание в пахотном слое гумуса 2,1-2,3%, pH- 5,4-5,5, обеспеченность обменным калием и доступным фосфором – повышенная.

В 2012-2013гг. были проведены испытания нового корректирующего биологического комплекса Вигор-форте. В опытах норма расхода препарата Вигор-форте при обработке клубней составляла 15г/т (норма расхода рабочей жидкости 10л/т), при опрыскивании вегетирующих растений – 50г/га. Расход рабочей жидкости при опрыскивании растений составлял 300 л/га. Опыты по испытанию указанных препаратов были заложены на широкорядных однострочных посадках сорта картофеля Удача. Уход за посадками осуществлялся по принятой технологической схеме.

Результаты исследований с различными комбинациями применения Вигор-форте (клубни, растения, клубни + растения) показали, что этот препарат также оказывает положительное влияние на рост, развитие растений и формирование урожая: высота растений увеличилась на 10 см, по сравнению с контролем, урожайность – на 6,4-12,2% в зависимости от варианта опыта (табл.1).

Лучшие результаты в среднем за 2 года были получены на вариантах с обработкой клубней перед посадкой – прибавка составила 3,7т/га или 11,1%, дополнительное опрыскивание посевов достоверного увеличения урожайности, по сравнению со вторым вариантом, не дало – прибавка к контролю составила 4,0 т/га или 12,2%. Только опрыскивание вегетирую-

щих растений, по сравнению с обработкой клубней, было менее эффективным – прибавки урожая были существенно меньше – 2,1-2,9 т/га или 6,4-8,8%. При этом эффективным было опрыскивание посадок только в фазу роста стеблей при их высоте 8-15см.

Таблица 1 – Эффективность обработки клубней и посадок картофеля биологическим регулятором роста Вигор-форте

№ п/п	Вариант опыта	Урожайность, т/га			Прибавка урожая в % к контролю
		2012 г.	2013 г.	в среднем за 2 года	
1	Без обработки (контроль)	28,0	37,6	32,8	100,0
2	Обработка клубней при посадке	32,0	41,0	36,5	111,3
3	Обработка клубней + опрыскивание растений при высоте 8-15 см	32,2	39,2	35,7	108,8
4	Обработка клубней + опрыскивание растений при высоте 8-15 см + в фазу бутонизации	35,0	38,6	36,8	112,2
5	Опрыскивание растений при высоте 8-15 см	30,9	38,9	34,9	106,4
6	Опрыскивание растений при высоте 8-15 см + опрыскивание в фазу бутонизации	31,6	39,8	35,7	108,8
7	Опрыскивание растений в фазу бутонизации.	30,1	34,9	32,6	99,1
	$НСР_{05}$ т/га	2,4	2,1		

Опрыскивание растений в фазу бутонизации, а также дополнительное второе (двойное) опрыскивание растений в эту фазу были не эффективными. Анализ структуры урожая картофеля показал, что обработка посадочных клубней препаратом Вигор-форте увеличивает количество растений перед уборкой на 4,3-13,6% и количество клубней в кусте на 20% по сравнению с контролем. Опрыскивание растений препаратом Вигор-форте увеличивало только количество клубней.

В 2013-2017гг. были проведены опыты с применением препарата Изабион, представляющим собой жидкое органо-минеральное удобрение на основе аминокислот и пептидов. Обработка им посадок картофеля увеличивала урожай в среднем за 5 лет на 5,0т/га или 20,7% (табл.2).

Таблица 2 – Влияние препарата Изабион на урожайность картофеля

Вариант		Годы, сорт					Среднее за 5 лет
		2013 Скарб	2014 Дельфине	2015 Аврора	2016 Алладин	2017 Гала	
Без обработки (контроль)		18,9	23,0	29,1	21,3	28,8	24,2
Изабион		23,4	21,8	36,7	27,3	36,8	29,2
к контролю:	±	+4,5	-1,2	+7,6	+6,0	+8,0	+5,0
	%	123,8	94,8	126,1	128,2%	127,8	120,7

Примечание: 2013-2015гг. – двухкратное опрыскивание растений в фазу бутонизации и цветения, 2016-2017гг. – однократное в фазу бутонизации; норма расхода препарата – 1,5 л/га; 2017г.- посадка 2-х строчная

Повышение урожайности, как показал анализ структуры урожая, произошел за счет увеличения количества клубней в кусте на 30% и увеличения массы 1 клубня на 30,5%(табл.3).

Таблица 3 – Влияние препарата Изабион на структуру урожая картофеля, среднее за 3 года

Вариант опыта	Количество клубней с 1 куста, шт.	Масса клубней с 1 куста, кг	Масса 1 клубня, г	Товарность, %
Контроль	10,1	0, 56	55,4	76,2
Изабион – 1,5-3,0 л/га	13,0	0,94	72,3	76,9

Положительные одногодичные данные были получены также при применении на посадках картофеля таких препаратов как Аквамикс, Акварин 5, гумат «Плодородие».

Расчеты эффективности применения на картофеле стимуляторов роста показал, что все рассмотренные в статье препараты обеспечивают высокие прибавки урожая и высокую окупаемость дополнительных затрат, связанных с их применением. Прибавки урожая колеблются в пределах 6,4-23,6%, окупаемость затрат в расчете на 1 рубль затрат от 6,7 до 16,1 руб. (табл.4).

Таблица 4 – Экономическая эффективность применения на картофеле стимулирующих препаратов

Препарат	Прибавки урожая		Стоимость дополнительно полученной продукции, руб.	Дополнительные затраты, руб.	Окупаемость дополнительных затрат, руб./руб.
	ц/га	%			
Изабион*	50,0	20,7	40000	6000	6,7
Вигор-форте	37,0** 21,0	11,3 6,4	29600 16800	2087 1676	14,2 10,0
Аквамикс	69,0	23,6	55200	5464	10,1
Акварин 5	48,0	16,2	38400	2813	13,7
Гумат	24,0	11,3	19200	1389	16,1

Примечание: * Изабион – норма расхда -1,5л/га, расчет сделан на 2-х кратное опрыскивание - в фазу бутонизации и цветения;

** Числитель – обработка клубней, знаменатель – опрыскивание растений при высоте 8-15см

При расчете дополнительных затрат были суммированы технологические затраты на обработку препаратом, стоимость препарата, затраты на уборку дополнительно полученной продукции. Расчет стоимости дополнительной продукции проведен с учетом выхода товарных клубней (80%) при цене картофеля – 1000 руб. за 1ц клубней. Наиболее высокую окупаемость затрат обеспечивали Гумат и Вигор-форте, прежде всего за счет дешевизны препаратов. Однако наиболее высокий дополнительный доход (разница между стоимостью дополнительной продукции и дополнитель-

ными затратами) обеспечивали Аквамикс, Изабион и Акварин 5– 34,0-49,7 тыс. руб. с 1 га картофеля.

Таким образом, биологически активные препараты, стимулирующие ростовые процессы и образование клубней, усиливающие устойчивость растений к неблагоприятным условиям внешней среды следует рассматривать в качестве важнейшего фактора повышения эффективности выращивании картофеля на осушаемых землях. Для обработки вегетирующих растений рекомендуется применять Аквамикс, Акварин 5, Изабион, для обработки клубней Вигор-форте.

УДК 633.18:631.58(470.62)

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОЙ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В РИСОВОДЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Есаулова Л.В., канд. биол. наук

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», г. Краснодар, пос. Белозерный, 3, Россия

Рис одна из наиболеераспространенных крупяных культур на земном шаре, основной продукт питания более чем трети населения Земли; произрастает преимущественно в тропических и субтропических районах. В настоящее время его посевы размещаются в 116 странах мира на площади 165 млн. га (по данным ФАО), годовое производство зерна в мире составляет около 745млн.т [1].

Среднемировая урожайность риса в 2015-2017 гг. составила 4,3-4,4 т/га. При среднем потреблении рисовой крупы на душу населения около 53 кг в год этот показатель в Азии составляет 80 кг (от 13-15 кг в Турции и Пакистане до 160 кг/год – в Лаосе, Бангладеш, Мьянме и даже 240 кг – Брунее). В Европе среднедушевое потребление в год составляет около 5 кг (от 2 кг – в Бельгии и Румынии, до 15 кг – в Португалии и Албании). Среднестатистический россиянин потребляет около 4,5 кг риса в год. Крупа входит в основную группу продуктов питания и этим определяется ее роль в обеспечении продовольственной безопасности страны.

В России, в отличие от других стран, постоянным спросом пользуются крупы всего ассортимента крупяных культур – из риса, гречихи, овса, проса, гороха, пшеницы и кукурузы [2].

Рис – стратегическая культура для Кубани, доля региона в производстве риса в Российской Федерации составляет 81%. В течение последних пяти лет валовой сбор риса в Краснодарском крае стабилизировался на уровне 750-850 тыс. тонн при средней урожайности 6,2 т/га.

Наивысшие результаты достигнуты Краснодарским краем благодаря эффективной селекционной работе, быстрой своевременной сортосмене и

внедрению адаптивных сортовых комплексов с учетом агроландшафтного районирования [3].

Несмотря на ощутимые успехи науки, потенциальный уровень урожайности современных сортов сельскохозяйственных культур остается неизменным на протяжении последних десятилетий. В начале века в европейских странах получали по 6,0 т/га риса, на этом показателе рост урожайности в рисосеющих странах мира остановился.

Практика селекции показала, что основные пути повышения урожайности культур: изменение морфотипа, увеличение фотосинтетических показателей отдельного листа; использование молекулярно-генетических методов. Так «Зеленая революция» позволила в 60-х годах значительно увеличить урожайность риса за счет изменения морфотипа растений, применения сортов, отзывчивых на высокие дозы удобрений, расширения орошаемых площадей.

Однако существует ряд экономических и экологических проблем в рисоводческой отрасли Краснодарского края. В последние годы произошло увеличение затрат на энергоресурсы, водные ресурсы, на мелиоративные мероприятия, что привело к снижению рентабельности производства риса. Кроме того, наблюдается тенденция засоления, снижения плодородия почв и агроресурсного потенциала рисовых полей.

Для дальнейшего динамического развития рисоводческой отрасли необходимо учитывать два основных момента: разработку рациональной структуры посевов на основе агроландшафтного подхода, включающую формирование сортовых комплексов и расширение генетических основ для увеличения продуктивности и адаптационных возможностей сорта.

Существующая система земледелия далеко не в полной мере отвечает принципам рационального природопользования и охраны природной среды.

Увеличение продуктивности рисовых оросительных систем при возрастающем спросе за счет расширения посевных площадей, роста количества вносимых минеральных удобрений и средств химической защиты стало практически невозможным. Очевидно, что при многообразии почвенно-климатических условий и организационно-технических возможностей в рисосеющиххозяйствах различной формы собственности, не существует единого технического или технологического решения проблем, удовлетворяющего все условия.

В связи с этим, разработка и внедрение элементов адаптивно-ландшафтной системы земледелия в рисоводческой отрасли Краснодарского края,направленной на повышение эффективности использования земель рисовых оросительных систем,является актуальной задачей [4].

Применение адаптивно-ландшафтной системы земледелия на практике позволит решить проблему обеспечения высокой продуктивности культур рисового севооборота, эффективного использования земель, со-

хранения и воспроизводства почвенного плодородия. Через адаптированную технологию возделывания сельскохозяйственных культур реализуются все разработанные звенья системы земледелия, которые позволяют получить экологически обоснованный экономический успех в современных условиях хозяйствования.

Целью данной работы является разработка методики формирования сортовых комплексов риса для агроландшафтных районов Краснодарского края, оптимизация сортовой структуры посевов в рисоводческих хозяйствах путем подбора сортов, обеспечивающих реализацию их биологического потенциала в производственных условиях, с целью изучения новых и перспективных сортов риса кубанской селекции в различных почвенно-климатических условиях.

Реализация биологического потенциала сортов существенно возрастает при размещении их в условиях, наиболее полно отвечающих их требованиям. В этой связи важным аспектом организации рисоводства становится дифференциация зоны рисоводства Краснодарского края на агроландшафтные районы, агроэкологическая группировка земель внутри них с различной степенью генерализации в зависимости от поставленной задачи. Поэтому необходимо выявить наиболее урожайные сорта для каждого агроландшафтного района посредством экологического, а затем производственного сортоиспытания.

Сотрудниками ФГБНУ «ВНИИ риса» проведена группировка земель на уровне поля (массива) рисовой оросительной системы (РОС) для внедрения новых сортов риса в конкретных хозяйствах. Выявлено пять категорий агроландшафтных районов в зоне рисосеяния Краснодарского края: от I – наиболее благоприятных, до V – не пригодных для произрастания земель. Ключевым фактором в разделении почв на категории выступают почвенные условия района возделывания культуры. Итогом проведенной работы является составление карт агроэкологических категорий земель рисовых агроландшафтов Кубани для рассматриваемых культур севооборота.

Установлено, что наилучшим предшественником для риса в севообороте является люцерна, незаменимая в хозяйственном, агротехническом и мелиорирующем отношениях. Она же обладает наибольшей толерантностью к условиям среды, большинство территорий рисовых агроландшафтов относятся к I категории для этой культуры.

Эффективность использования земель рисовых оросительных систем низовий р. Кубани, в первую очередь, определяется продуктивностью основной культуры, в связи с чем, разработка адаптивных сортовых комплексов, сортовых агротехнологий, обеспечивающих получение стабильно высоких урожаев риса, является одним из приоритетных направлений в научном обеспечении этой отрасли АПК.

На основе полученных данных по размещению сортов риса в хозяйствах пяти агроландшафтных районов (стародельтовый, переходнодельто-

вый, младодельтовый, долинный, внедельтовый) дельты реки Кубани за 2013-2017 гг. и анализа результатов экологического и производственного сортоиспытаний разработаны адаптивные сортовые комплексы для каждого агроландшафтного района с учетом почвенно-климатических и экономических условий конкретных хозяйств.

Таким образом, современное развитие рисоводческой отрасли Краснодарского края и в целом Российской Федерации характеризуется переходом от традиционных методов проектирования и эксплуатации оросительных систем к созданию адаптивно-ландшафтной системы, основанной на принципах прецизионного земледелия и отвечающей требованиям экологической устойчивости, экономической целесообразности, а также социально-экономическим интересам.

Литература

1. Гаркуша, С.В. Проблемы отрасли рисоводства в Российской Федерации и пути их решения/ С.В. Гаркуша, Л.В. Есаулова, В.И. Госпадинова[Текст] //Достижения науки и техники АПК. 2015. Т.29. № 12. С.10-12.
2. Зенкова, А.Н. Современный подход к качеству продуктов крупяного производства в свете требований по безопасности продуктов питания/ А.Н. Зенкова, В.П. Каминский, Е.Н. Сокол[Текст]//Нивы России. Сборник материалов конференции. - Барнаул. - 25-27 октября 2005г.- с. 87-88.
3. Ковалев, В.С. Селекция и сортосмена риса в Краснодарском крае: состояние и перспективы/В.С. Ковалев [Текст]//Материалы Всероссийской школы молодых ученых «Экологическая генетика культурных растений» – Краснодар: ВНИИ риса, 2011.- с. 207-209.
4. Кирюшин, В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. – М.: «Колос», 1996. – 367 с.

УДК 631

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА РАЗВИТИЕ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ РАСТЕНИЙ

Митрофанов Ю.И., к.с.-х.н.,
Карасева О.В., к.с.-х.н., **Пугачева Л.В.,** к.с.-х.н.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Обработка почвы является одним их основных факторов, определяющих характер развития и распространения корней растений в почве. Влияние того или иного приема обработки на урожайность культур, эффективное плодородие почвы, развитие корневых систем растений определяется степенью их воздействия на свойства и режимы почвы, на агрофизическое состояние почвенной среды и корнеобитаемого слоя[1,2,3,5,6,7]. Наиболее благоприятные условия для формирования корневых систем создаются при наличии мощного окультуренного пахотного слоя почвы. Ос-

новным направлением создания глубокого корнеобитаемого слоя почвы является применение эффективных приемов и технических средств углубления пахотного слоя почвы, разноглубинных систем обработки почвы в севооборотах и др. Создание благоприятных условий для формирования у растений хорошо развитой корневой системы является важным условием повышения продуктивности сельскохозяйственных культур.

Цель настоящей работы – изучить влияние отдельных приемов обработки почвы на развитие корневых систем полевых растений в севообороте на осушаемых минеральных почвах.

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 севообороте зернотравяном: 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 [4]. 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/см3. Наименьшая влагоемкость в пахотном слое почвы – 25,4 в % от веса и 33,8 % от объема почвы при объемной массе равной 1,33 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.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Системы разноглубинной обработки почвы в севооборотах были смоделированы с участием разных приемов углубления корнеобитаемого слоя почвы и четырех глубин обработки: 10-12 , 20-22, 28-32 и 40-45 см. Увеличение глубины обработки почвы проводилось путем рыхления подпахотного слоя без активного примешивания подпахотного слоя к пахотному, разовой припашки 8 см подпахотного слоя с двойным оборотом пласта и внесением органических удобрений в вовлеченный в обработку слой почвы, специальной 3-х ярусной вспашки на глубину 40-45 см со сменой местами подзолистого и иллювиального горизонтов. Рыхление подпахотного слоя на глубину 30-32см проводилось плугом с вырезными корпусами, мелкая обработка – дисковой бороной и лемешным лущильником, средняя и глубокая вспашка обычным плугом и фрезой, ярусная вспашка – 3-х ярусным плугом (ПТН-40).

Исследования показали, что глубокие обработки создавали для развития корневых систем более благоприятные условия по объемной массе и твердости почвы. В среднем по 5-и культурам наиболее мощную корневую систему растения формировали на варианте со вспашкой плугом с вырезными корпусами – в слое 0-40 см масса растительных остатков была на

14,8% больше, чем на контроле. В слое 0-20см этот вариант превосходил контроль на 7,1%, а в слое 20-40 – на 72,5% (табл.1).

Таблица 1 – Влияние приемов углубления пахотного слоя почвы на воздушно – сухую массу растительных остатков и корней полевых культур, ц/га

Слой почвы, см	Вариант	Культура					Среднее по 5 культурам	В % к контролю
		горохо-овсяная смесь	озимая рожь	овес	ячмень с подсевом мн.трав	мн. травы		
0-20	1	23,4	40,2	41,4	66,9	82,0	50,9	100,0
	3	23,4	41,3	43,3	68,5	81,0	51,4	101,0
	4	27,3	42,3	45,7	78,5	78,8	54,5	107,1
	6	21,1	35,0	44,5	70,5	85,6	51,3	100,8
	10	25,2	39,8	43,7	71,6	78,8	51,8	101,8
20-40	1	4,1	6,6	8,6	9,8	4,6	6,9	100,0
	3	4,1	5,6	7,6	11,1	3,9	6,5	94,2
	4	5,9	11,2	13,5	17,5	11,7	11,9	172,5
	6	5,8	8,2	12,3	15,1	9,8	10,6	153,6
	10	6,3	10,3	11,5	15,0	9,4	10,2	147,8
0-40	1	27,5	48,9	50,0	76,9	86,6	57,9	100,0
	3	27,5	46,9	50,9	79,5	84,9	57,9	100,0
	4	33,2	56,9	59,2	96,0	90,5	66,4	114,8
	6	26,8	46,3	56,8	85,6	95,4	61,9	107,0
	10	31,5	53,4	55,2	86,6	88,2	61,5	106,3

Примечание: мн. травы в среднем по 2 годам пользования;

Варианты: 1 – вспашка на 20-22см (контроль), 3 – вспашка на 20-22 см под горохо-овсяную смесь и лемешное лущение на 10-12см под другие культуры; 4 – вспашка плугом с вырезными корпусами (ВК) на 30-32 см, 6 – вспашка на 28-30 см, 10 – трехъярусная вспашка на глубину 40-45 см под горохо-овсяную смесь и вспашка на 20-22см под другие культуры

Следует отметить, что в слоях 0-10, 0-20 и 0-40см воздушно-сухая масса включает, кроме корней, пожнивные и поукосные остатки растений (условно корневая масса), в слоях 10-20, 20-30 и 20-40см только корни. У озимой ржи, как показали исследования, воздушно – сухая масса корней в слое 0-40 см при вспашке плугом с вырезными корпусами, по сравнению с обычной вспашкой, увеличилась на 8,0 ц/га или 16,4 %, в слое 20-30 см (глубина дополнительного рыхления) – на 69,7 %.

На развитие и характер распределения корневых систем большое влияние оказывают погодные условия и режим увлажнения почвы. В засушливые годы растения формировали значительно более мощную и глубокую корневую систему, чем во влажном. У озимой ржи в слое 0-40см корней в засушливом году было в 2,2 раза больше, чем во влажном. На контроле их доля в слое 20-30 см возрастала с 9,8 до 15,1 % от их общей массы в слое 0-40 см, на варианте со вспашкой плугом с вырезными корпусами на 30-32 см с 14,2 до 22,2 % (рис.1).

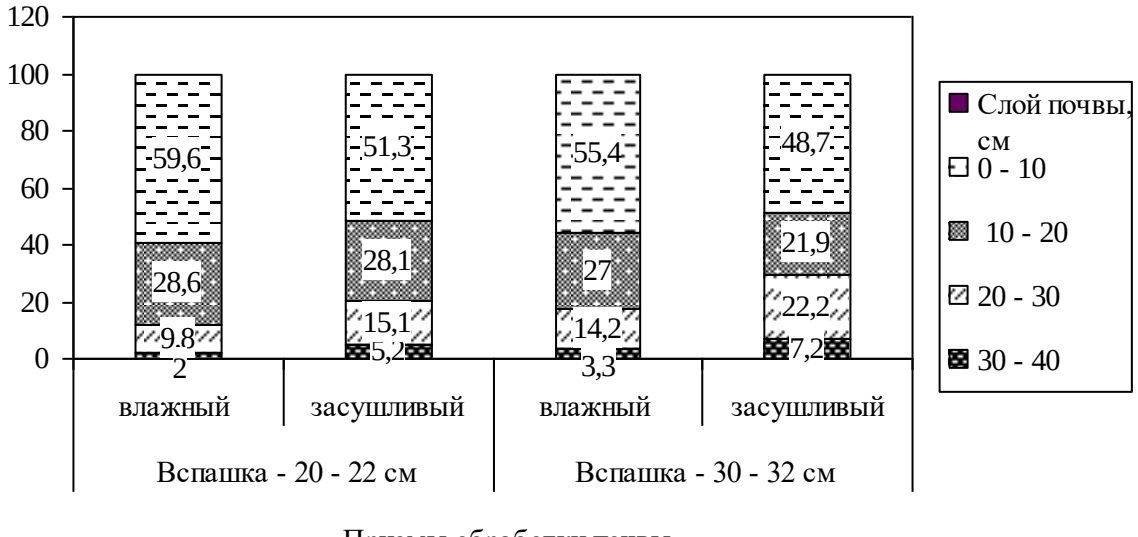


Рис.1. Распределение корневой системы озимой ржи по слоям почвы в разные по погодным условиям годы, в % от общей массы

Мелкие обработки, вследствие более сильной дифференциации пахотного слоя по физическим, агрохимическим и биологическим параметрам, приводят к увеличению, по сравнению с обычной вспашкой, массы растительных остатков и корней в верхнем (0-10см) слое почвы (на 2,8 ц/га воздушно -сухой массы) и уменьшению их количества в нижней части (10-20см) гумусового слоя - на 1,7 ц/га и подпахотном (20-30см) горизонте - на 2,7 ц/га (рис.2).

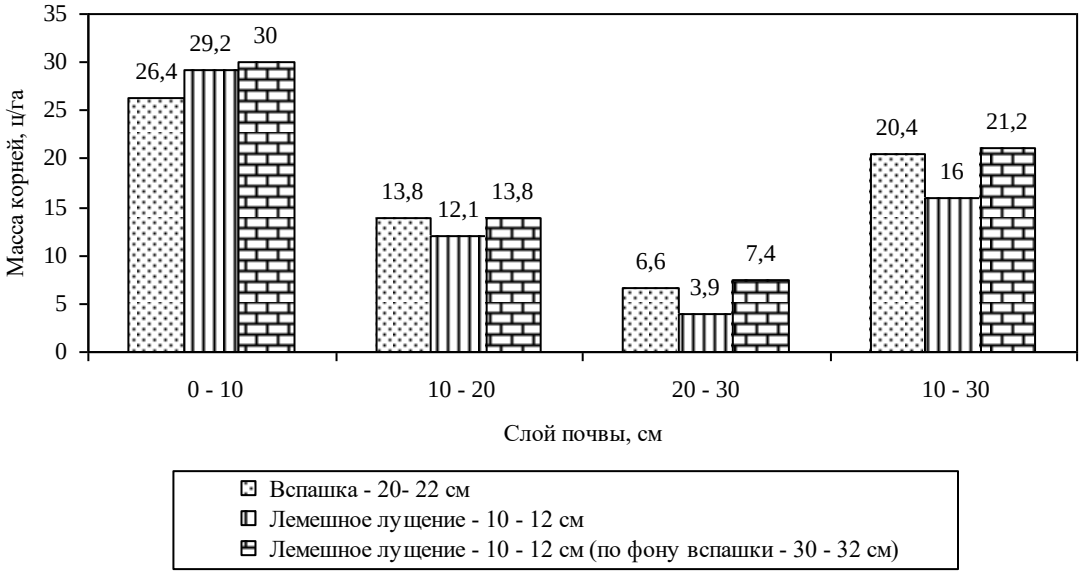


Рис.2. Влияние приемов мелкой обработки почвы на развитие корневой системы озимой ржи

Исследования показали, что на развитие корневой системы при мелкой обработке положительное влияние оказывает глубокая обработка почвы под предшественник ржи. По фону вспашки плугом с вырезными корпусами в паровом поле под однолетние травы масса корней при мелкой обработке под рожь в слое 10-30см увеличивалась на 5,2 ц/га (32,5 %), по равнению с этим же вариантом, но при обычной вспашке под предшественник.

На овсе и ячмене мелкие обработки существенного влияния на количество и распределение растительных остатков в слое 0-40 см, по сравнению с контролем, не оказали. Глубокие обработки способствовали повышению массы корней, прежде всего в слое 20-40см, и более равномерному их распределению по профилю почвы. Основная масса растительных остатков поступала в пахотный слой.

У многолетних трав общая масса корней под влиянием глубоких обработок в слое 0-40 см увеличилась в среднем на 1,6-8,6 ц/га. Основная масса корней от 82,3 до 94,6% (в среднем по травам 1 и 2 г.п.) располагалась в пахотном слое. Глубокие обработки способствовали большему проникновению их корней в слой 20-40 см. В слое 20-40см масса корней под влиянием глубоких обработок, по сравнению с контролем, увеличилась в 2 -2,5 раза. На вариантах вспашки на 28-30 см, вспашки на 30-32 см с вырезными корпусами и последействии трехъярусной вспашки количество корней (травы 1 г.п.) в слое 20-40 см составляло 9,6-13,2%, с мелкими и средними обработками 3,1-4,5%, что в 3 раза меньше, чем при глубоких обработках.

В целом наблюдается определенная взаимосвязь между массой корней и урожаем культур. На вариантах с большей массой корней урожайность выше. Увеличение общей массы растительных остатков при вспашке плугом с вырезными корпусами на 8,5 ц/га, в среднем по 5 культурам, равноценно внесению 3,0 т/га навоза.

Таким образом, применение глубоких обработок способствует увеличению массы корней в подпахотных горизонтах и формированию более глубоких корневых систем у полевых культур, применение мелких обработок, наоборот, создает условия для формирования более поверхностных корневых систем, увеличивая массу корней в слое 0-10 см. Вовлечение в обработку подпахотных горизонтов путем их рыхления без интенсивного примешивания к пахотному слою почвы следует рассматривать в качестве способа, направленного на создание более глубокого корнеобитаемого слоя, на улучшение условий для формирования корневых систем полевых культур на осушемых минеральных почвах.

Литература

1. Абашев В.Д. Совершенствование системы обработки почвы на осушаемых почвах / Современные проблемы использования мелиорированных земель и повышения их плодородия: материалы Международной научно-практической конференции ГНУ

ВНИИМЗ Россельхозакадемии, г.Тверь, 27-28 июня 2013 г. Тверь: Твер. Гос. Ун-т, 2013. С. 130-134
2. Бондарев А. Г. Теоретические основы и практика оптимизации физических условий плодородия почв //Почвоведение. -1994, № 11. -С.10-15.
3. 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.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. -М.: Колос, 1979. 416с.
5. Кирюшин В. И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия //Земледелие.- 2006.- №5. -С.12-14.
6. Макаров И.П., Кошкин П.Ф. Эффективность минимизации обработки дерново-подзолистых почв Кировской области /Тр. ВАСХНИЛ «Вопросы обработки почвы». – М.: Колос. - 1979.
7. Митрофанов Ю.И.,Чарушкина О.В. Эффективность приемов основной обработки почвы под картофель и овес в полевом севообороте на осушенных землях / Сб. научных трудов ВСХИЗО «Агротехника основных зерновых культур в нечерноземной зоне РСФСР». М:, 1982.

УДК:631.582

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В КОРОТКОРОТАЦИОННЫХ СЕВООБОРОТАХ

В.П.Сутягин, д.с.-х.н., профессор, **В.А.Тюлин,** д.с.-х.н., профессор
ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», г.Тверь, Россия

Агротехнология зерновых культур в РФ разработана достаточно подробно. Установлено, что она зависит от многих факторов, прежде всего, от ресурсных и экологических условий. Комплексный подход позволил Пермским учёным определить перспективы развития сельскохозяйственного землепользования [1]. В республике Татарстан обоснованы свои основные агротехнологии производства продукции растениеводства. Намечены пути их совершенствования [2]. Перспективы совершенствования систем севооборотов и удобрения обосновал Кирюшин В.И. на основе адаптивной интенсификации агротехнологий. [3].

Во Всероссийском научно-исследовательском институте мелиорированных земель (ВНИИМЗ) проведена научно-исследовательская работа по совершенствованию агротехнологий в различных ландшафтно-экологических условиях [4]. Продолжение исследований позволило проанализировать влияние компонентов природной среды в адаптивном земледелии на кормовые смеси и зерновые культуры [5]. Учёными Всероссийского научно-исследовательского института мелиорированных земель (ВНИИМЗ) представлены типовые модели ландшафтно-мелиоративной системы земледелия [6].

Высокие агротехнологии рассчитаны на достижение максимального урожая зерновых культур и получение прибыли при ограничении техногенных факторов [7]. Большинство исследований признают, что основным техногенным фактором, влияющим на урожайность, является внесение минеральных удобрений. Так, в Пермской ГСХА на основе факториальных схем с удобрениями предложены режимы минерального питания сельскохозяйственных растений [8].

Цель наших исследований – определить влияние уровня агротехнологий на урожайность зерновых культур кормового севооборота в условиях Тверской области.

Опыт проводился на опытном поле кафедры ботаники и луговых экосистем ТГСХА на дерново-среднеподзолистых супесчаных почвах с содержанием гумуса 2,0-2,5 %, фосфора 150-220 мг/кг, калия 90-120 мг/кг почвы. Опыт закладывался в четырёхкратной повторности методом рендомизации повторений и расщеплённых делянок по вариантам с выводным полем, развёрнутом во времени и пространстве.

Площадь делянки под культурой составляла 288 м^2. Площадь делянки второго порядка (удобрения) составляла 24 м^2, третьего порядка (гербициды) – 12 м^2.

Объекты исследований – севооборот с короткой ротацией, предмет исследований культуры севооборота на разных фонах минерального питания без применения гербицидов и их внесением.

Схема опыта. Фактор А – Культуры зернопаротравяного севооборота: 1) занятый пар (вика/овес), 2) овёс с подсевом клевера 3) клевер 1 г.п. 4) клевер 2 г.п. – 5) тритикале.

Фактор В – 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).

Фактор С – гербициды: 1) Без гербицидов (б/г); 2) Применение гербицида в посевах овса «Гербитокс» («агритокс») 1-2 литра на гектар (1,5 л/га), в посевах ячменя «Гранстар» 12-20 грамм на гектар.

Учет урожая проводили сноповым методом по две площадки по 1м^2 с каждой повторности.

Исследования проводились на опытном поле Тверской ГСХА согласно тематике кафедры ботаники и луговых экосистем.

Цель исследований: определить научно-обоснованную систему удобрений для повышения продуктивности севооборота с короткой ротацией. В настоящей работе представлены результаты исследований по овсу посевному.

Результаты исследований. Удобрения и гербициды оказали определённое влияние на продуктивность зерновых культур. Данные таблицы 1

показывают, что наиболее продуктивной культурой является овёс, далее по убыванию идёт тритикале и викоовёс.

Таблица 1. Продуктивность зерновых культур, т/га (2016-2018 гг)

	Фон	Овёс зерно	Тритикале зерно	Викоовёс сухая масса	среднее
Б/гербицидов	0	2,25	1,79	1,45	1,83
	N24P24K24	2,77	1,90	1,62	2,10
	N48P48K4848	3,22	1,98	1,91	2,37
Гербициды	0	2,63	2,25	1,72	2,20
	N24P24K24	3,47	2,20	1,95	2,54
	N48P48K48	3,80	2,49	2,01	2,77
НСР 05		0,26	0,26	0,33	0,31

Для более детального анализа продуктивности культур нами проведено вычленение роли удобрений и гербицидов в культурах короткоротационного севооборота. Данные таблицы 2 показывают влияние удобрений на прибавку кормовых единиц при внесении удобрений.

Таблица 2. Влияние удобрений на прибавку урожая культур, %.

Фон	Овёс	Тритикале	Викоовёс	среднее
0	100	100	100	100
N24P24K24	28	2	12	14
N48P48K4848	44	10	24	26

Анализ таблицы 2 свидетельствует о том, что наиболее отзывчивой культурой является овёс, где внесение по 24 кг/га д.в. азота, фосфора и калия способствуют повышению продуктивности на 28 %, а викоовёс на 12 %, тритикале на 2%. Двойная доза минеральных удобрений повышает продуктивность овса на 44%, а тритикале на 24 %. В среднем одинарная доза азота, фосфора и калия повышает продуктивность севооборота н 14%, а двойная доза на 26 %.

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что применение гербицидов оказало влияние на продуктивность культур короткоротационного севооборота.

Таблица 3. Влияние гербицидов на прибавку урожая культур, %

Фон	Овёс	Тритикале	Викоовёс	среднее
Б/гербицидов	100	100	100	100
Гербициды	20	23	15	19

Результаты анализа таблицы 3 показывают, что наибольшая прибавка продуктивности получена при внесении гербицидов в посевах тритикале – 23 %. На овсе прибавка составила 20 %. Наши исследования подтвердили исследования С.А. Воробьёва (1975) о достаточно высокой устойчивости и конкурентоспособности овса к уровню засорения посевов. В среднем продуктивность культур повысилась на 19 %.

Заключение. Внесение удобрений и гербицидов значительно изменяет продуктивность культур. Культуры севооборота по реакции на удобрения расположились в следующем убывающем ряду: овёс, викоовёс, тритикале. Применение удобрений в дозе по 24 кг/га д.в. азота, фосфора и калия повышает продуктивность зерновых культур на 14 %, а в дозе по 48 кг/га – на 26%. Внесение гербицидов повышает продуктивность зерновых культур на 19 %.

Литература

1. Пшеничников А.А. Прогноз использования земель сельскохозяйственного назначения Пермского края. // Агротехнологии 21 века. -Пермь, 2015. С. 98-103.
2. Амиров М.Ф. Агротехнологии зерновых культур. / М.Ф Амиров, И.Р. Валеев, А.Р Валиев и др. //Система земледелия Республики Татарстан. -Казань, 2014. С.18-140.
3. Кирюшин В.И. Агротехнологии. / В.И. Кирюшин, С.В. Кирюшин. - Санкт-Петербург, 2015. – 464с.
4. Тюлин В.А. Дифференциация агроприемов в условиях ландшафтного земледелия /В.А. Тюлин, О.В. Карасева, Л.И. Петрова, Р.А. Салихов, Д.А. Иванов. // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук.– 2001.-№3. –С.61-63.
5. Ковалев Н.Г. Анализ компонентов природной среды при разработке моделей ландшафтно-адаптивных систем земледелия /Ковалев Н.Г., Тюлин В.А., Иванов Д.А., Озолин В.Е. // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. –2000. -№4. –С.50-54
6. Ковалев Н.Г. Формирование адаптивно-ландшафтной системы земледелия /Ковалев Н.Г., Тюлин В.А., Иванов Д.А. // Земледелие. – 1999. -№5. –С.22-23.
7. Цугленок Г.И. Разработка агртехнологии эффективного снижения численности и вредоносности сорных растений / Г.И. Цугленок, Н.С. Косулина, О.А. Курносенко. //Проблемы современной аграрной науки. -Красноярск, 2014, С.33-35.
8. Мурыгин В.П. Влияние срока и дозы азотной подкормки на урожайность озимых культур / В.П.Мурыгин, В.А.Попов, С.Л. Елисеев. //Агротехнологии 21 века. -Пермь, 2015, -С.76-80.
9. Воробьёв, С.А. Севообороты интенсивного земледелия / С.А.Воробьев. –М.: Колос, 1979. -214 с.

УДК 631. 6 (470), 651. 53.04.

ВЛИЯНИЕ АГРОЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЙ И СПОСОБА ПОСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ

Карасева О.В., к.с.-х.н., **Иванов Д.А.,** чл.-кор. РАН, д.с.-х.н., профессор, **Артемьев А.Е.,** к.с.-х.н., **Рублюк М.В.,** к.с.-х.н., **Лисицын Я.С.**
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

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. В этом плане интересно применение разбросного посева озимой ржи в различных агроландшафтных условиях. Обоснованием применения разбросного способа посева является более равномерное распределение семян по площади питания, возможность эксплуатации угодий в сырые годы и на переувлажненных почвах, получения экономической выгоды. Чаще отмечается более высокая эффективность использования разбросного посева озимой ржи, т. к. при осеннем посеве лимитирующий фактор как влажность почвы может быть благополучно решен.

С целью сравнительной оценки влияния агроландшафтных условий, разбросного и рядкового способов посева на урожайность озимой ржи в 2017 г. был заложен поисковый опыт на стационаре ФГБНУ ВНИИМЗ, расположенном в 4 км восточнее г. Твери 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°.

Изучение влияния агроландшафтных компонентов и способов посева на продуктивность озимой ржи сорта «Дымка» проводилось на трансекте – узком поле длиной 1300 м, разделенном на продольные параллельные полосы шириной 7,2 м под каждую культуру севооборота. Агроэкологическая трансекта пересекает все 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; транзитные (Т) местоположения центральных частей склонов, характеризующихся 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) агромик-

роландшафты плоской вершины с вертикальным нисходящим током влаги и ее аккумуляцией в микро-понижениях.

Почвенный покров опыта представлен дерново-подзолистыми глееватыми и глеевыми почвами на двучленных отложениях различной мощности. Южный склон характеризуется преобладанием песчаных и супесчаных почв, северный – супесчаных и легкосуглинистых разностей. Почвы агроэкологического стационара осушены регулярным гончарным дренажем с междренным расстоянием от 20 до 40 м.

Измерения продуктивности и других параметров агроландшафта производились в точках опробования, различающихся только в природном отношении и регулярно расположенных вдоль трансекты на расстоянии 40 м друг от друга. В пределах конкретной полосы технологические воздействия однотипны. Основная обработка включала вспашку на 20-22 см, предпосевная – культивацию в два следа с боронованием. Посев осуществлялся зернотравяной дисковой сеялкой по прикатанной почве. Учет урожая проведен сплошным методом зерновым комбайном.

Опыт заложен на двух полях: 1. Тестовом – бывшем выводном поле, где 17 лет возделывали травосмесь (клевер, тимофеевка, ежа сборная, райграс пастбищный и люцерна), а потом три года проводился уравнительный посев горчицы; 2. Контроле – одном из полей зернотравяного севооборота.

В 2017 году на тестовом поле проведен посев озимой ржи разбросным методом (со снятыми семяпроводами сеялкой СЗТ-3,6) с последующей заделкой семян боронами. На контроле озимая рожь была посеяна традиционно. Кроме способа посева, технология выращивания ржи на тестовом и контрольном полях не различалась. Удобрения перед посевом не вносились, проведена только подкормка аммиачной селитрой (1 ц/га) в фазу кущение – трубкование.

Наблюдения за глубиной заделки семян при однотипной технологической схеме основной и предпосевной обработок почвы не выявило различий по способам посева и вариантам АМЛ. Глубина заделки семян составила 1,2-1,4 см, на что оказали влияние обильные осадки начала сентября 2017 г.

В период осеннего развития 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 отмечено самое низкое количество растений, но при этом масса одного растения более высокая. Нами выявлена прямая связь массы растения с его высотой: чем выше растение, тем больше его вегетативная масса (табл. 1).

Таблица – 1. Влияние агромикроландшафтных условий и способа посева на осеннее развитие озимой ржи, 2017 год

Показатель	Способ посева	Вариант опыта (Агромикроландшафты)						
		Т-Аю	Тю	Э-Тю	Э-А	Э-Тс	Тс	Т-Ас
Всхожесть, %	Разбросной	66,4	76,7	80,5	79,8	86,4	49,1	49,8
	Рядковый	57,3	72,4	54,9	70,7	77,6	52,7	50,2
Кол-во растений, шт/м	Разбросной	365	422	443	439	475	270	274
	Рядковый	315	398	302	389	427	290	276
Масса 1 растения, г	Разбросной	0,520	0,640	0,721	0,699	0,774	0,738	0,762
	Рядковый	0,619	0,906	0,861	0,732	0,728	0,762	0,762
Высота растений, см	Разбросной	14,7	17,4	17,8	18,6	16,9	17,5	18,0
	Рядковый	16,3	18,6	18,4	16,7	16,8	17,4	16,8

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. Нами отмечена прямая связь массы растения с его высотой: чем выше растение, тем больше его вегетационная масса (табл. 2).

Таблица – 2. Влияние агромикроландшафтных условий и способа посева на весеннее развитие озимой ржи, 2018 год

Показатель	Способ посева	Вариант опыта (Агромикроландшафты)						
		Т-Аю	Тю	Э-Тю	Э-А	Э-Тс	Тс	Т-Ас
Перезимовка, %	Разбросной	77,3	74,9	52,1	65,8	55,6	94,4	89,4
	Рядковый	94,6	77,9	93,1	61,4	63,0	69,7	77,9
Кол-во растений, шт/м	Разбросной	282	316	231	289	264	255	245
	Рядковый	298	310	281	239	269	202	215
Масса 1 растения, г	Разбросной	2,461	3,235	5,570	5,055	3,939	5,600	5,973
	Рядковый	4,597	5,716	6,406	8,089	5,551	8,554	7,411
Высота растений, см	Разбросной	52,1	59,1	74,0	73,0	73,1	83,5	87,9
	Рядковый	68,3	80,4	82,5	52,1	76,8	93,4	94,8

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

Таблица – 3. 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		

В условиях 2017-2018 г.г. применение разбросного способа посева озимой ржи подтвердило целесообразность его применения; прибавка урожая составила в среднем 2,0 ц/га. Наиболее существенное прибавление урожая отмечено на вариантах с элювиальными процессами (в верхних частях ландшафта (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 приводил к более интенсивному поверхностному стоку. В других микроландшафтах, лежащих ниже по склонам, характер увлажнения почв зависит не только от погодных условий, но и от воздействия на них потоков влаги из более высокорасположенных геохимических позиций, что сглаживает временную изменчивость урожая. Неэффективным этот способ посева оказался в транзитно-аккумулятивном и транзитном вариантах южного склона; потери здесь составили от 3,7 до 7,7 ц/га по сравнению с контролем (рядковым способом посева). Проведенная трехфакторная математическая обработка урожайности озимой ржи не выявила взаимосвязи способов посева с почвенными и агроландшафтными вариациями. Но нами отмечены достоверные колебания урожая по АМЛ (фактор А) и способам посева (фактор В) при дисперсионном двух факторном анализе.

Итак, можно сказать, что на верхних частях моренных холмов 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. Плохинский Н.А. Биометрия /Н.А. Плохинский. – М.: МГУ им. Ломоносова, !970. – 367 с.

УДК 633.854.54:631.53.048:631.811 (470.331)

ОПТИМИЗАЦИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В УСЛОВИЯХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

Васильев А.С., к.с.-х.н., доцент, **Диченский А.В.,** к.с.-х.н., доцент,
Яковлева С.В., Лесных П.А., Прохоров П.С.
ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», г. Тверь, Россия

Лен масличный является одной из наиболее перспективных технических культур разностороннего использования [1; 2]. Современные сорта льна масличного способны накопить урожайность семян при благоприятных условиях выращивания до 3,0 и более т/га с содержанием масла до 53,0% [1; 3; 4; 5]. Повышенная адаптивность новых сортов льна масличного к абиотическим и биотическим стрессорам позволяет успешно возделывать данную культуру на севере Центрального района Нечерноземной зоны – в условиях высокой вариативности почвенно-климатических условий [1; 5]. Особое место в эффективном выращивании льна масличного уделяется разработке действенных агроприемов, позволяющих повысить устойчивость и продуктивность растений. К числу подобных приемов, в полной мере, могут быть отнесены создание оптимального по густоте стояния агроценоза, посредством коррекции нормы высева, а также использование высокотехнологичных регуляторов роста [1; 2].

Целью работы нашей было изучить особенности формирования продуктивности льна масличного сорта Северный под влиянием различных норм высева и способов применения биопрепаратов.

Комплексные исследования были проведены в 2016-2017 гг. в двух полевых однофакторных опытах на базе Тверской ГСХА. Агрохимическая характеристика почв экспериментальных участков до закладки опытов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почв

Показатель	Опыт №1	Опыт №2
Почва	Дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая	Дерново-среднеподзолистая супесчаная
Легкогидролизуемый азот (по Корнфилду), мг/кг	56,7-60,2	66,2-70,1
Подвижный фосфор (по Кирсанову), мг/кг	280,4-299,1	267,2-277,3
Обменный калий (по Кирсанову), мг/кг	121,5-124,8	106,8-117,1
$pH_{сол}$	5,78-6,12	5,62-5,85
Гумус , %	1,83-1,92	1,74-1,87

В опыте №1 изучали нормы высева льна масличного: 1 – 4,0; 2 – 5,0; 3 – 6,0; 4 – 7,0; 5 – 8,0 (контроль); 6 – 9,0; 7 – 10,0 млн. всхожих семян/га.

В опыте №2 изучали обработки семян и растений льна масличного биопрепаратами: 1 – без обработки; 2 – обработка семян Азотовитом (на основе бактерий *Azotobacter chroococcum,* ООО «Промышленные инновации»); 3 – обработка семян Фосфатовитом *(Bacillus mucilaginosus*); 4 – обработка семян Азотовитом и Фосфатовитом; 5 – обработка растений Азотовитом; 6 – обработка растений Фосфатовитом; 7 – обработка растений Азотовитом и Фосфатовитом. Фолиарная обработка растений проводилась в фазу «елочки» в комплексе с внесением гербицидов. Расход каждого из препаратов составлял по 0,3 л – для семян в 10 л воды/т, для посевов в 200 л воды/га. Норма высева в опыте составляла 8 млн. всхожих семян на 1 га.

Учетная площадь делянки 36 м^2, повторность – четырехкратная. Размещение вариантов – методом рендомизированных повторений.

Уровень агротехники льна масличного был общепринятым для региона. Предшественником льна в 1-ом опыте выступал овес, во 2-ом опыте – озимая рожь. В системе предпосевных мероприятий вносилась азофоска в дозах $N_{60}P_{60}K_{60}$. Уход за растениями состоял из опрыскивания посевов в фазу «елочки» баковой смесью гербицидов Магнум (0,007 кг/га) + Гербитокс-Л (0,6 л/га) + Квикстеп (0,8 л/га).

Агроклиматические условия в годы исследований соответствовали среднемноголетним значениям и благоприятствовали формированию урожайности.

В опытах были выполнены все запланированные наблюдения и определения в соответствии с существующей методикой [6].

Установлено, что наибольшая продуктивность растения, равная 0,478 г, была накоплена при использовании нормы высева 9 млн. всх. семян, где густота продуктивного стеблестоя льна масличного составляла 5190 тыс. стеблей/га (таблица 2). При более низких нормах высева крупность семян уменьшалась, но при этом возрастало их количество, а также обилие коробочек, что свидетельствует о разном ходе формирования генеративных органов при изменении густоты стояния растений. С технологической точки зрения, для льна масличного образование умеренного количества выполненных и полновесных семян является более предпочтительным по сравнению с формированием высокого числа слаборазвитых и низкокачественных.

Таблица 2 – Структура урожая и продуктивность льна масличного при разных нормах высева

Норма высева, млн.шт./га	Число продуктивных стеблей, шт./м^2	В расчете на 1 растение				Семян, т/га	Волокна, т/га
		продуктивная кустистость, ед.	число коробочек, шт.	число семян, шт.	масса семян, г		
4	399	1,19	11,4	60,4	0,368	1,56	0,61
5	454	1,15	10,2	57,7	0,389	1,79	0,66
6	482	1,13	9,7	55,1	0,406	1,90	0,74
7	488	1,11	9,4	52,3	0,423	1,98	0,79

8 (контроль)	504	1,10	9,0	50,4	0,459	2,21	0,89
9	519	1,10	8,8	47,8	0,478	2,36	0,83
10	531	1,07	8,2	42,3	0,450	2,22	0,83
$НСР_{05}$	7	0,02	0,2	0,6	0,013	0,07	0,04

Улучшение параметров структуры урожая при создании оптимального по плотности агробиоценоза способствовало накоплению более высокого урожая продукции. Выявлено, что максимальная урожайность маслосемян, равная 2,36 т/га были получены при посеве льна с нормой высева 9 млн. всх. семян/га. Увеличение, равно как и уменьшение нормы высева, не способствовали росту сбора продукции. Наряду с указанным, наибольшая урожайность короткого льноволокна (0,89 т/га), являющегося при выращивании льна масличного побочной продукцией, была накоплена при использовании нормы высева 8 млн. всх. семян/га.

Несколько иная тенденционность формирования элементов структуры урожая наблюдалась при использовании биопрепаратов (таблица 3). Максимальные показатели структуры урожая (густота продуктивного стеблестоя – 543 шт./м^2 и масса семян с 1-го растения – 0,409 г) были получены при фолиарном применении комплекса биопрепаратов, что обусловлено их взаимодополняющим эффектом. Более высокие урожаеобразующие параметры способствовали достижению оптимальных уровней продуктивности льна, как по семенам (2,13 т/га), так и короткому волокну (0,70 т/га). Уровень прибавок урожайности льносемян от применения биопрепаратов колебался по вариантам от 0,11 до 0,64 т/га. При раздельном использовании препаратов большей преимущественностью отличался Азотовит, за счет усиления азотного питания растений и формирования на этом фоне более крупных генеративных органов.

Таблица 3 – Структура урожая и продуктивность льна масличного под влиянием биопрепаратов

Вариант обработки	Число продуктивных стеблей, шт./м^2	В расчете на 1 растение				Семян, т/га	Волокна, т/га
		продуктивная кустистость, ед.	число коробочек, шт.	число семян, шт.	масса семян, г		
Без обработки	474	1,13	9,8	53,1	0,322	1,49	0,61
Обработка семян Азотовитом	469	1,15	10,3	55,6	0,361	1,66	0,65
Обработка семян Фосфатовитом	455	1,15	10,1	54,5	0,357	1,60	0,66
Обработка семян Азотовитом и Фосфатовитом	472	1,17	10,5	57,8	0,387	1,78	0,68
Обработка растений Азотовитом	493	1,16	10,4	56,8	0,377	1,79	0,66
Обработка растений Фосфатовитом	482	1,17	10,6	55,4	0,374	1,69	0,67
Обработка растений Азотовитом и Фосфатовитом	543	1,18	10,8	58,6	0,409	2,13	0,70
$НСР_{05}$	6	0,02	0,1	0,7	0,016	0,05	0,03

Таким образом, при возделывании льна масличного сорта Северный на дерново-среднеподзолистых почвах севера Центрального Нечерноземья следует использовать норму высева, равную 9 млн. всх. семян/га, что обеспечивает накопление урожайности льносемян на уровне 2,36 т/га с сбором масла 0,77 т/га, протеина 0,43 т/га и выходом короткого волокна 0,83 т/га.

В системе ухода за посевами льна масличного следует использовать фолиарную обработку в фазу «елочки» комплексом биопрепаратов Азотовит (0,3 л/га) и Фосфатовит (0,3 л/га) в 200 л/га воды, что позволяет получать 2,13 т/га семян (+42,9% к варианту без обработки), 0,64 т/га масла (+16,4%), 0,37 т/га протеина (+27,6%) и 0,70 т/га короткого льноволокна (+14,7%).

Рекомендуемые агроприемы направлены на расширение средств позитивной коррекции продукционного процесса льна масличного и будут, в дальнейшем, использованы при разработке высокоэффективных агротехнологий его возделывания.

Литература

1. Айиссотоде, Й.З. Продуктивность сортов льна масличного в зависимости от нормы высева в условиях Ленинградской области: дис. … к. с.-х. наук / Й.З. Айиссотоде. – Санкт-Петербург, 2017. – 123 с.
2. Пукалова, Е.Н. Влияние различных форм и доз микроудобрений на урожайность и качество семян льна масличного на дерново-подзолистых почвах: автореф. дис. … к. с.-х. наук / Е.Н. Пукалова. – Минск, 2018. – 19 с.
3. Diederichsen, A. Comparaison of genetic diversity of flax. (Linum usitatissimum L.) between Canadian cultivars and world collection // Plant Breeding. – 2001. – V.120. – P. 360–362.
4. Oomah, B.D. Flaxseed as a functional food source // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2001. – V.81. – P. 889-894.
5. Кроль, Т.А. Сравнительное изучение роста и продуктивности сортов льна масличного в условиях Центрального региона РФ: автореф. дис. … к. с.-х. наук / Т.А. Кроль. – Москва, 2010. – 18 с.
6. Лукомец, В.М. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / В.М. Лукомец. – Краснодар: ВНИИМК, 2010. – 327с.

УДК 633.112.9 + 631.811+631.555+632.954

ЗНАЧЕНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И ГЕРБИЦИДОВ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

Кузнецов П.Н., д.с.-х.н., профессор, **Соловьева Л.М.,** аспирант

ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», г. Тверь, Россия

В последние годы, тритикале является одной из ведущих зерновых культур, посевные площади которой планомерно расширяются. 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 [4].

В настоящее время, одним из перспективных и в достаточной мере эффективным направлением в повышении уровня урожайности является использование стимуляторов роста растений. Они нетоксичны и безопасны для человека и окружающей среды, ввиду своего происхождения. Применение стимуляторов роста растений оправдано не только своей экологичностью и высокой эффективностью, но и экономически целесообразно за счет того, что для обработки растений требуется небольшое их количество [1]. В современной агрономической практике гуминовые продукты, производимые из различного органического сырья (торфов, углей, органических отходов, вермикомпостов), применяются для стимулирования роста и развития растений, а так же как вещества, обладающие защитными свойствами. Они способны улучшать усвоение растениями питательных элементов, повышать устойчивость растений к климатическим и биотическим стрессам, улучшать свойства почвы. В ряде случаев, гуматы усиливают и воздействие средств химизации [5].

Значительный ущерб зерновому хозяйству, на данном этапе, наносит сорная растительность, как непосредственно влияя на рост и развитие злаковых культур, используя влагу и элементы питания на создание биомассы, так и косвенно, задерживая уборку зерновых колосовых, засоряя ворох трудноотделимыми примесями, требующими дополнительных затрат на чистку зерна. Сорняки, развиваясь в условиях жесткой конкуренции, за длительный период эволюции выработали целый комплекс защитных биологических особенностей, способствующих сохранению того или иного вида. Это и высокая семенная продуктивность, и различные приспособления, обеспечивающие широкое распространение семян, и их высокая жизнеспособность, и т.д.

Для эффективного решения проблемы засоренности посевов современный гербицид, применяемый на зерновых культурах, должен обладать высокой биологической эффективностью против широкого спектра двудольных сорняков и мягким действием на саму культуру, поскольку озимые ранней весной уже находятся в состоянии стресса после перезимовки, временной нехватки минерального питания, а также возможных весенних заморозков [3]. Такими качествами и обладают гербициды ЭллайЛайт и Дианат, выбранные нами для испытания на озимой тритикале.

Наши исследование проводилось на опытном поле Тверской ГСХА в двухфакторном полевом опыте в севообороте кафедры Технологии производства, переработки и хранения продукции растениеводства в 2016-2017 гг. Предшественник – горохо-овсяная смесь. Высевался сорт Немчиновская 56. Опыт заложен на двух фонах основной обработки почвы (обычная вспашка на глубину 20-22 см, двукратная обработка тяжелой дисковой бороной на глубину 10-12 см).

Повторность в опыте – четырехкратная. Величина делянки 40 м² (при длине 10 м, ширине 4 м). Учетная площадь – 20 м². Обработка посевов гербицидами ЭллайЛайт и Дианат проводилась в фазу массового кущения с рекомендуемыми нормами расхода.

Определение количества общих стеблей перед уборкой показало, что по вспашке оно варьировало в пределах 217-396шт/м², дискованию – 211-354шт/м², однако по обоим фонам основной обработки почвы наиболее высокое число растений наблюдалось 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. При опрыскивании растений стимулятором роста Сила Жизни, численность продуктивного стеблестоя варьировала по фонам обработки почвы в пределах – 251-264шт/м², что на 67-73 шг/м² больше контрольной величины. Наиболее высокое количество продуктивных стеблей (331-339 шт/м²) зафиксировано при комплексной обработке биостимулятором Биоплант Флора с гербицидом ЭллайЛайт. Сочетание данных обработок положительно отразилось и на основных элементах структуры урожая. Так, по годам по приемам основной обработки почвы, длина колоса здесь колебалась в пределах – 14,6-15.7 см, количество зерен в колосе – 57-61 шт, масса зерна с колоса – 3,47-3,69 г, что превысило настоящие величины на 2,8 см, 5-6 шт. и 0,83-0,93 грамма соответственно, или на 3,8-4,1 ц/га выше контрольного показателя.

Изучаемые стимуляторы роста оказали существенное действие на величину урожая. При опрыскивании посевов тритикале стимулятором роста Биоплант Флора, урожай зерна по приемам обработки почвы находился на уровне 43,6-45,7 ц/га, стимулятором роста Сила Жизни – 43,9-44,9 ц/га. Тем не менее, максимальному выходу зерна способствовала обработка растений стимулятором роста Биоплант Флора в комплексе с гербицидом ЭллайЛайт: по вспашке – 48,9 ц/га, дискованию – 46,0 ц/га. Следует заметить, что по фону вспашка, урожайность культуры была на 1,7 ц/га выше в сравнении с дискованием. Такое явление, возможно, связано с тем, что при более глубокой плужной обработке создаются лучшие условия для роста и

развития корневой системы озимой тритикале, а, следовательно, и растений в целом, что способствует формированию максимального урожая.

Выявлено, что в наших условиях 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 проведения исследований установлено, что на засоренность посевов в большей степени повлияли гербициды, в меньшей – приемы основной обработки почвы. При проведение вспашки количество сорняков, в фазу кущения озимой тритикале составило 137шт/м^2, при дисковании несколько ниже – 124шт/м^2. К моменту уборки, данное явление заметно изменилось при явном общем снижении засоренности агрофитоценоза – 58 и 60шт/м^2 соответственно.

Химическая прополка 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.

Непосредственно, перед проведением химической прополки гербицидом «Дианат» численность сорняков в той части поля, где проводилась вспашка, составляла 134-145 шт/м^2, дискование – 117-129шт/м^2. Обработка гербицидом снизила засоренность до 30-34 шт/м^2 и 32-34шт/м^2, или соответственно на 72,7-73,6 и 76,6-77,6%. Помимо этого отметим, что применяемые в опыте гербициды ЭллайЛайт и Дианат способствовали уничтожению малолетней сорной растительности на 90 %. Причем, такие сорняки как звездчатка средняя и фиалка полевая, были уничтожены на 100%, а многолетние сорняки, такие как осот полевой, бодяк полевой, на 60-70%, что явилось одной из причин наиболее высокой урожайности.

Необходимо отметить, что определение уровня засоренности посевов озимой тритикале перед уборкой показало, что в отдельных вариантах опыта, численность сорняков была несколько выше в сравнении с просчетами после обработки химическими препаратами. Такое явление, по-видимому, связано с появлением и отрастанием новых сорняков в полевом растительном сообществе.

Максимальный сбор зерна был получен на вариантах с применением гербицида ЭллайЛайт в сочетании со стимулятором роста Биоплант флора, который по вспашкебыл на уровне – 48,9, дискованию – 46,5 ц/га. Прибавка урожая зерна по отношению к контролю соответственно составила 5,1 и 3,9 ц/га. Заметим, что обработка посевов тритикале гербицидом Дианат способствовала наибольшей прибавке урожая – 2,6ц/га по вспашке и 2,7 ц/га при дисковании в комплексе с вышеуказанным биостимулятором.

Таким образом, улучшая условия роста и развития растений, стимуляторы роста, особенно Биоплант Флора, содействуют повышенному сбору зерна. Эффективность данного стимулятора возрастает при взаимодействии с гербицидами. Возможно, такое 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 снижению засоренности посевов. Все это, безусловно, отразилось и на величине урожая.

Анализ содержания в зерне озимой тритикале кормовых единиц (к.е.) показал, что в максимуме их наблюдалось при обработке гуминовым препаратом «Биоплант Флора» и гербицидом «ЭллайЛайт» – 5290,0-5623,5 кг к.е./га, что на 448,5-586,5 кг выше контрольной величины.

Одним из основных показателей, определяющих ценность продукции, является наличие в ней протеина. Вышеуказанное сочетание обработок содействовало содержанию данного показателя качества 4818,0-5379,0 кг/га, тогда как па контроле он не превышал 4631,0-5050,0 кг/га.

В заключении отметим, что продуктивность озимой тритикале сорта «Немчиновская - 56» была несколько ниже потенциально возможной. Это на наш взгляд, связано с не совсем благоприятными условиями перезимовки. Однако некорневые подкормки стимуляторами роста Биоплант Флора и Сила Жизни способствовали, в большинстве случаев, особенно в сочетании с гербицидной обработкой, лучшим условиям роста и развития растений, показателям структуры урожая, наиболее высокому сбору зерна настоящей культуры.

Литература

1. Данилов А.В. Влияние стимуляторов роста на урожайность и качество продукции зерновых культур / А.В. Данилов // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2017. – Т.3. – №1 (9). – С. 28-32
2. Кочурко В.И. Технология возделывания озимой тритикале: Лекция. / В.И. Кочурко – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2001. – 40с.
3. Неробов А. Оптимальный выбор гербицидов на озимые культуры / А. Неробов // Агро-информ. – 2013. – № 2 (172). – 37с.
4. Чернышова Э.А. Сравнительная характеристика технологических качеств зерна сортов озимой тритикале / Э.А. Чернышова, А.Г. Мякиньков, А.А. Соловьев // Известия ТСХА. – 2015. – № 3. – С.16-24.
5. Якименко О.С. Применение гуминовых продуктов в РФ: результаты полевых опытов (обзор литературы) / О.С. Якименко [Электронный ресурс], – http://www.jbks.ru/assets/files/content/2016/issue18/article-4.pdf - статья в интернете.

УДК 631.821.1: 631.559: 633.521

АГРОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЬНЯНОГО СЕВООБОРОТА НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ

Сорокина О. Ю., д.с.-х.н., профессор
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт льна», г. Торжок, Россия

В современных условиях развитию интенсивной системы возделывания льна-долгунца и других культур льняного севооборота препятствует низкий уровень плодородия дерново-подзолистых почв, обусловленный главным образом недостаточной насыщенностью их органическими удобрениями и резким снижением известкования кислых почв, которые занимают до 31 % пашни НЗ России [1]. На дерново-подзолистой почве бездефицитный баланс гумуса поддерживается при среднегодовой норме органических удобрений в севообороте 12-15 т/га, в то время как в последние годы вносят только около 2 т/га органических удобрений. Известкование проводят еще в меньшей степени [2].

Для льняного севооборота в целом оптимальный уровень реакции создается и поддерживается в зависимости от механического состава дерново-подзолистой почвы: на легко- и среднесуглинистой – 5,3-5,6 и на тяжелосуглинистой – 5,5-5,8. В практике земледелия нашей страны наиболее распространен метод расчета дозы извести по гидролитической кислотности [3].

Наши исследования, проведены на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, где было проведено осушение закрытым дренажем. Через десять лет почва характеризовалась следующими показателями перед закладкой опыта: P_2O_5 –248, K_2O – 89 мг/кг (Кирсанов); pH $_{KCl}$ 4,8; Нг – 3,8; Но – 0,15; S – 4,0 мг-экв/100 г; Al – 0,98 мг/100 г; подвижные микроэлементы цинк – 0,77, медь – 0,42, бор – 0,28 мг/кг почвы. Чередование культур: занятый пар (горчица белая), овёс, травы 1 г.п., травы 2 г.п., ячмень, лён-долгунец.

Применяли метод расщепленных делянок. Делянки первого порядка – дозы торфонавозного компоста (ТНК) 10 и 20 т/га севооборотной площади, что соответствует физической норме 70 и 140 т/га, внесенные в пару. Делянки второго порядка – различные способы расчета доз извести в льняном севообороте. Расчет доз извести был проведен на каждую делянку в соответствии с её агрохимическим состоянием. В среднем по 3-м закладкам опыта: при расчете дозы извести по 0,5 Нг – 2,7 т/га на фоне 70 т/га ТНК и 2,8 т/га – на фоне 140 т/га ТНК, до оптимального уровня pH – 5,2 и 4,4 т/га соответственно. Известкование провели под осеннюю культивацию, с посевом на следующий год овса с подсевом трав.

Рассматривая изменения параметров кислотности во времени (годы проведения исследования), на делянках, где известь не вносили, отметили, что изменение актуальной кислотности было незначительным, в то время как гидролитическая кислотность колебалась по годам от 2,9 до 4,5 на одинарном фоне органики и от 3,0 до 4,3 мг-экв/100 г на двойном фоне органики. В связи с этим доза извести, рассчитанная по pH, будет более стабильная при расчете в любой год, чем доза извести, рассчитанная по гидролитической кислотности, так как колебания этих показателей по годам значительны и зависят от времени отбора образца на анализ и погодных условий.

Известкование почвы позволило уже в первые два года после внесения снизить кислотность: так pH_{KCl} увеличилась до 5,7-6,3; сумма поглощенных оснований – до 6,8-8,1, гидролитическая кислотность снизилась – до 1,9-2,1, обменная кислотность – до 0,015-0,022 мг-экв/100 г; содержание алюминия – до 0,047-0,083 мг/100 г. Известкование привело к увеличению емкости катионного обмена (ЕКО) за счет увеличения степени насыщения поглощающего комплекса основаниями. Наиболее сильные изменения отмечены при применении дозы извести из расчета по нормативу до доведения pH до оптимальной величины. Степень насыщенности основаниями (V) в первый год действия извести в этом варианте стала 80,5 %. Меньшая доза извести (расчет по 0,5 Нг) в меньшей степени изменила V до 67,8 %, а без известкования стало 46 %.

К пятому году последействия извести содержание подвижного алюминия (наиболее отрицательно влияющего на развитие льна) снизилось на 77 % (при применении большей дозы), – на 42 % (при дозе 0,5 Нг), в то время как на не известкованном фоне – увеличилось на 11,8 % в сравнении с исходным содержанием.

После проведенного известкования расчетными дозами на шестой год последействия только актуальная кислотность возвратилась к исходным показателям, в то время как V, S, ЕКО, Нг и особенно содержание алюминия остаются в более оптимальных величинах для возделывания культур льняного севооборота.

Дозы извести, рассчитанные по нормативу ее затрат на сдвиг реакции до оптимального уровня pH, превосходят дозы, рассчитанные по 0,5 гидролитической кислотности в 1,5 раза. Агрономическая эффективность известкования была близкой при обоих способах расчета доз извести как по отдельным культурам, так и в целом за севооборот. Окупаемость 1 т извести прибавками урожая за 5 лет выше при меньших дозах (расчет по 0,5 гидролитической кислотности) – 5,3-4,6 ц з.ед./га в сравнении с большей дозой (расчет по нормативу до оптимальной величины pH) – 4,6-2,0 ц з.ед./га на 1 т $CaCO_3$.

Внесение дозы торфонавозного компоста (ТНК) 20 т/га севооборотной площади позволило увеличить продуктивность льняного севооборота

на 14,3 ц з.ед./га, однако энергозатраты на его внесение в этом случае возрастают на 147289 МДж/га и КПД (биоэнергетический коэффициент полезного действия) этого приема составил 0,1 ед., что энергетически не оправдывает затрат на дополнительное внесение 10 т/га ТНК.

С энергетической точки зрения целесообразнее внесение одинарной дозы ТНК (10 т/га) и проведение известкования умеренной дозой (расчет по 0,5 Нг). Продуктивность пятипольного севооборота в этом случае составила 156,6 ц з.е./га, как и при удвоении дозы торфонавозного компоста без известкования – 156,4 ц з.е./га (табл. 1). При этом энергозатраты снижаются в 1,8 раза.

Изменение среды корнеобитания под влиянием применения органических, минеральных удобрений и извести отражается на поступлении питательных элементов и направленности биохимических процессов, в результате которых формируется урожай и его химический состав.

Анализ химического состава молодых растений овса показал, что известкование увеличило содержание азота на 0,2-0,6 % (абсолютных), что составляет 7-20 % всего содержания азота в этой фазе развития овса.

Таблица 1. Сравнительная эффективность известкования на фоне внесения торфонавозного компоста, среднее по трем закладкам

Показатели	ТНК, т/га севооборотной площади					
	10			20		
	0	1	2	0	1	2
Урожай, ц з.е./га : овса	38,4	43,3	43,3	42,4	46,2	44,0
сена трав 1 г.п.	20,8	23,0	22,7	22,8	25,0	25,6
сена трав 2 г.п.	22,4	24,1	24,6	24,7	27,0	26,4
ячменя	21,6	24,7	26,1	24,6	27,2	26,4
льна-долгунца	38,9	41,5	42,8	41,9	44,1	42,8
Продуктивность за 5 лет, ц з.е. /га	142,1	156,6	159,9	156,4	169,5	165,2
Оплата 1т $CaCO_3$ допол. урожаем, ц з.е./т		5,2	3,4		4,6	2,0
Энергозатраты на внесение ТНК, МДж/га	147289	147289	147289	294578	294578	294578
Энергозатраты на внесение извести, МДж /га		16101	32222		16101	28809

Примечание. 0 – без извести, 1 расчет дозы по 0,5 Нг (2,8 т/га на обоих фонах), 2 – расчет дозы по нормативу до оптимальной величины pH (5,2 т/га извести на фоне 10 т/га ТНК и 4,4 т/га извести на фоне 20 т/га ТНК)

Наибольшее увеличение содержания азота отмечено при внесении большей дозы извести (расчет до оптимальной pH). Это увеличение поступления азота при известковании отмечалось и в зерне овса увеличением сырого протеина (табл. 2).

Таблица 2. Содержание элементов в овсе и клевере в зависимости от доз извести и ТНК, среднее по трем закладкам, % воздушно-сух. в.

	ТНК -70 т/га		ТНК – 140 т/га	
	Без извести	5,2 т/га $CaCO_3$	Без извести	4,4 т/га $CaCO_3$
Овес (фаза кущения)				
Азот	2,6	2,9	3,1	3,2
Фосфор	0,76	0,75	0,76	0,76
Калий	5,9	6,3	6,0	6,3
Овес (зерно)				
Азот	1,85	1,97	2,02	2,49
Фосфор	1,03	1,12	0,98	1,21
Калий	0,47	0,50	0,51	0,51
Кальций	0,11	0,10	0,11	0,10
Сырой протеин	11,6	12,3	12,6	15,6
Клевер (сено)				
Азот	3,30	3,50	3,62	3,74
Фосфор	0,77	0,78	0,80	0,84
Калий	2,34	2,82	2,23	3,03
Кальций	0,50	1,5	0,5	1,5
Сырой протеин	20,6	21,9	22,6	23,4

Содержание элементов питания в конечной продукции – зерне овса, сене трав сохраняют генотипическое соотношение элементов свойственное каждому виду. Отмечено положительное действие известкования и внесение ТНК на увеличение содержания азота и фосфора, которые входят в состав белка и отвечают за качество продукции. При известковании на поля вносится большое количество кальция. Содержание его в зерне овса было в пределах нормы и мало отличалось от его содержания в контроле, в то время как содержание кальция в клевере заметно возросло при внесении извести.

На пятый год после внесения извести содержание кальция в растениях льна (фаза развития «ёлочка») незначительно выше на 0,10 -0,15% на одинарном фоне ТНК и – на 0,07-0,12% (абсолютных) на двойном фоне ТНК в сравнении с не известкованным фоном.

При более высокой дозе извести (расчет по нормативу доведения pH до оптимальной величины) отмечено снижение содержания микроэлемента бора в фазу «ёлочка» (в среднем за 3 года) на 1,0 -2,3 мг/кг в.с.м., несмотря на применение борных удобрений под лен-долгунец, что в условиях жаркой погоды может привести к проявлению заболевания льна бактериозом.

Заключение

Из вышеизложенного следует, что применение повторного известкования на фоне органических (10 т/га севооборотной площади) является действенным фактором повышения урожайности культур льняного севооборота (овса, ячменя, многолетних трав). С повышением доз известковых и органических удобрений урожайность несколько повышается, но снижается эффективность этих приемов.

После проведенного известкования расчетными дозами через 6 лет только актуальная кислотность возвращается к исходным показателям, в то время как, степень насыщенности основаниями, сумма поглощенных оснований, ёмкость катионного обмена, гидролитическая кислотность и особенно алюминий остаются в более оптимальных величинах для возделываемых культур льняного севооборота.

Внесение половинной дозы извести расчет по гидролитической кислотности позволило в среднем за ротацию севооборота получить по 31,3-33,9 ц з.е./га, а каждая внесенная тонна извести за 5 лет окупила себя 5,3-4,6 ц з.е. основной продукции.

Исходя из анализа продуктивности льняного севооборота и учитывая энергозатраты на внесение извести, а также окупаемость 1 т $CaCO_3$ дополнительным урожаем, наиболее рациональным при повторном известковании является расчет дозы извести в льняном севообороте на среднесуглинистой почве по 0,5 Нг, что составляло 2,7- 2,8 т/га извести.

Увеличение продуктивности 5-летнего звена льняного севооборота от внесения дозы извести (расчёт по 0,5 Нг) на фоне 1ТНК было таким же, как и от удвоения дозы ТНК (156,6 и 156,4 ц з.е./га), в то время как энергетические затраты на применение извести были в 2 раза ниже, чем при удвоении дозы ТНК.

Известкование на фоне внесения ТНК увеличило содержание в конечной продукции зерне овса, сене трав содержание азота и сырого протеина, что увеличило их кормовую ценность.

Литература

1. Шильников И.А., Аканова Н.И. Вопросы известкования почв в современных условиях//Плодородие. - 2011. №3. – С. 22 -24.
2. Кузьменко Н.Н. Эффективность длительного применения удобрений в льняном севообороте на дерново-подзолистой почве//материалы Всероссийского совещания научных учреждений-участников Географической сети опытов с удобрениями./ под ред. Акд. РАН В.Г. Сычева.- М.: ВНИИА,2016. – С.133 -142.
3. Сорокина О.Ю. Определение оптимальных агрохимических показателей почвы для возделывания льна-долгунца//Реализация методологических и методических идей профессора Б.А. Доспехова в совершенствовании адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Коллективная монография : в 2 т./ФГБНУ ВО РГАУ-МСХА- им. Тимирязева, ФГБНУ «Владимирский НИИСХ». – Москва – Суздаль, 2017. – С. 252 - 257.

УДК: 633.13 : 631.816.35 (470.331)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОСЕВОВ ОВСА

Васильев А.С., к.с.-х.н., доцент,
Прохоров П.С., Яковлева С.В., Лесных П.А.
ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», г. Тверь, Россия

Теория минерального питания растений в основном базируется на усвоении ими посредством корневой системы питательных веществ из почвенного раствора. Однако в современном земледелии, важнейшим дополнением к корневому питанию при разработке высокоэффективных агротехнологий служит некорневое, основанное на фолиарных (некорневых) обработках [1-4].

К основным преимуществам некорневых подкормок относят преодоление таких отрицательных факторов, наблюдаемых при корневом внесении, как выщелачивание и высолаживание элементов питания, образование нерастворимого осадка, антагонизм ионов, гетерогенность почвы, образование недоступных для растений форм фосфора и калия [1]. Также стоит отметить, что листовые подкормки за счет применения полноценных рабочих растворов позволяют устранить привязанность поглощения питательных веществ растениями к наличию влаги [1, 2].

Несмотря на многочисленные исследования применения и оптимизации некорневого питания различных сельскохозяйственных культур, многие аспекты этого процесса до сих пор остаются неизученными, что, главным образом, связано с высокими темпом развития производства различных удобрений, а также существенной вариабельностью почвенно-климатических условий [1-4].

По данным ФАО Российская Федерация является традиционным лидером в производстве зерна овса и занимает около 22% от мирового рынка данной культуры [1, 2].

В Верхневолжье посевами овса ежегодно занимается от 70 до 75% (порядка 50 тыс.га) от общего количества земель засеянных зерновыми культурами. Однако высокая распространенность совсем не увязывается с низкой урожайностью, которая находится на уровне 1,3-1,4 т/га, что, конечно же, не удовлетворяет современным требованиям высокоэффективного аграрного производства [1, 3, 4].

В связи с этим целью нашей работы было изучить и рекомендовать производству (на основании опыта применения 6 высокотехнологичных препаратов) лучшие варианты некорневых подкормок овса, обеспечивающих наилучшие продуктивность посевов и качество продукции.

Комплексные исследования с овсом сорта Кречет проводились в двух полевых опытах в 2010-2014 гг. в севообороте на опытном поле Тверской

ГСХА на дерново-среднеподзолистой остаточно карбонатной глееватой почве на морене, супесчаной по гранулометрическому составу, хорошо окультуренной, характеризующейся высоким содержанием фосфора, средним калия, низким азота. Содержание гумуса в почвах составляло в среднем 1,96% (по Тюрину), $pH_{сол}$ близкая к нейтральной.

В первом однофакторном опыте изучались следующие варианты некорневой подкормки: 1 – без подкормки (контроль) – далее БП; 2 – комплексное микроэлементное удобрение Аквадон-Микро для зерновых культур, 1%-ный рабочий раствор (2,5 л/га) – далее АМ; 3 – микроудобрение на основе гуминовых кислот Макс Супер-Гумат, 1%-ный рабочий раствор (2,5 л/га) – далее МСГ; 4 – наноматериал АgБион-2, 0,10%-ный рабочий раствор (0,25 л/га) – далее АБ; 5 – бактериальное удобрение Азотофосфин, 0,16%-ный рабочий раствор (Биоазот 0,2 л + Биофосфор 0,2 л на 1 га) – далее АФ. Учетная площадь делянок – 35,6 м^2, повторность трехкратная.

Во втором опыте рассматривались факторы: А – фон минерального питания: 1 – эффективное плодородие; 2 – на 2,5 тыс. к.ед./га; В - вариант некорневой подкормки: 1 – без подкормки (контроль) – далее БП; 2 – гуминовое удобрение Гумат калия «Сахалинский», 1%-ный рабочий раствор – далее ГК; 3 – микробиологическое удобрение Байкал-ЭМ1, 0,1%-рабочий раствор – далее БЭМ. Учетная площадь делянок – 12,0 м^2, повторность четырехкратная.

Опрыскивание посевов овса проводили в фазу кущения, соответствующую 23 микрофазе по коду ВВСН. Преимущественность внесения удобрений по вегетирующим растениям овса именно в эти фазы была подтверждена рядом многолетних исследований, что позволяет считать данный период наиболее важным в создании высокопродуктивных посевов данной культуры.

Варианты в опытах размещались методом расщепленных делянок в рендомизированных блоках.

Наблюдения и определения в опытах проводили по общепринятым в земледелии и растениеводстве методикам [5].

Уровень технологий возделывания овса (согласно «Федеральному регистру», 1999) соответствовал нормальным [6]. Предшественник – яровая пшеница.

Основная обработка почвы включала в себя дискование на глубину 8-10 см и зяблевую вспашку на глубину пахотного слоя через две недели после дискования.

Предпосевная подготовка почвы включала в себя 2 культивации с боронованием на глубину: 1-ая 6-8 см, 2-ая 5-6 см. Предпосевная культивация проводилась перпендикулярно направлению сева. Минеральные удобрения во 2-ом опыте вносились под предпосевную культивацию.

Посев овса проводили рядовым способом сеялкой СЗ-3,6 на тракторе МТЗ-82.1 с нормой высева 6 миллионов всхожих семян на гектар. На посев использовали семена категории РС. Глубина заделки семян 3-4 см.

Уход за посевами состоял из некорневых подкормок рострегулирующими веществами согласно принятым схемам опытов, а также опрыскивания в фазу кущения гербицидом Гранстар в дозе 15 г/га в 250 л воды + 250 мл ПАВ Тренд-90. Обработка гербицидам проводилась опрыскивателем ОПШ-15-01, агрегатируемым с трактором МТЗ-82.1. Некорневые подкормки ввиду малого объема и рендомизации вариантов осуществлялись ранцевым опрыскивателем (в производственных условиях следует использовать тракторный опрыскиватель). Норма расхода рабочего жидкости при некорневых подкормках – 250 л/га. Также, стоит отметить, что для удешевления применения регуляторов роста возможно также использование их (при совпадении сроков обработок) в баковых смесях с гербицидами, инсектицидами и фунгицидами.

Уборка и учет урожая зерна проводились поделяночно в фазу твердой спелости зерна с помощью селекционных комбайнов Сампо-130 и Terrion-Sampo SR2010, а зерносенажной массы в фазу молочно-восковой спелости с фиксированных площадок вручную.

Годы исследований были различными по гидротермическим условиям: 2010 г. был засушливым (ГТК по Селянинову за период посев-уборка равнялся 0,70 (44,6% нормы)); 2011 г. – нормальным (ГТК = 1,46 (93,0% нормы)); 2012 г. – избыточно влажным (ГТК = 2,00 (129,0% нормы)); 2013 и 2014 гг. – недостаточными (ГТК = 1,06 и 0,96 (68,8 и 62,3% нормы).

Результаты научно-исследовательской работы с некорневыми подкормками различными регуляторами роста на овсе прошли производственную проверку на площади 70 га в Сонковском и 50 га в Старицком районах Тверской области.

Анализ материалов полевых опытов свидетельствует об эффективности использования некорневых подкормок при возделывании овса. В первом опыте (таблица 1), где проводилась оценка влияния различных рострегулирующих веществ на фоне эффективного плодородия почвы более высокими показателями урожайности (2,56 т/га) и качества продукции (натурой 467 г/л и содержанием сырого протеина 11,81%) характеризовался вариант с обработкой посевов препаратом Макс Супер-Гумат. Остальные варианты подкормок также способствовали достоверному повышению продуктивности посевов, выраженному в прибавках урожая на уровне 0,43-0,49 т/га (22,2-25,3%), а также улучшении качества зерна. Рост урожайности посевов был обусловлен, главным образом, увеличением показателей фотосинтетической деятельности и структуры урожая.

Таблица 1 – Показатели продуктивности овса под влиянием некорневых подкормок (2010-2012 гг.)

Вариант некорневой подкормки	Произведено зерна на 1 тыс. ед. ФПП, кг	Урожай сухой фитомассы, т/га	Число продуктивных побегов, шт./м^2	Масса зерна с 1 соцветия, г	Урожайность зерна, т/га	Пленчатость, %	Натура, г/л	Сырой протеин, %
БП	1,98	5,45	347	0,563	1,94	30,6	444	10,03
АМ	2,21	6,52	380	0,657	2,43	27,6	461	11,58
МСГ	2,20	6,77	377	0,703	2,56	27,0	467	11,81
АБ	2,08	6,53	375	0,655	2,37	26,6	464	10,73
АФ	2,15	6,79	376	0,619	2,41	27,3	466	11,49
$НСР_{05}$ частных различий (урожайность зерна) = 0,18 т/га								

Положительный эффект от некорневых подкормок был получен также и во втором опыте (таблица 2), в том числе при их совмещении с минеральными удобрениями. Важно отметить, что при наличии соответствующих ресурсов комплексная система удобрения, основанная на корневом внесении – минеральных туков и некорневом – регуляторов роста, имеет ряд важных преимуществ, выраженных в повышении коэффициентов использования питательных веществ из почвы и удобрений и лучшей реализации программы при применении расчетных доз удобрений на планируемый урожай.

Исследованиями во втором опыте также было установлено, что фолиарные подкормки повышают урожайность и качество продукции и при скашивании овса на зерносенаж, что очень важно, учитывая кормовую ценность данной культуры. Испытания в производственных условиях подтвердили установленные закономерности повышения урожайности и качества продукции под действием некорневых подкормок. В результате проверки отмечен стабильный прирост урожая зерна овса на уровне 0,60 т/га, относительно вариантов без подкормки.

Таблица 2 – Продуктивность и качество урожая овса при разных условиях удобрения (2012-2014 гг.)

Фон (А)	Вариант некорневой подкормки (В)	Зерносенажная масса				Зерно			
		т/га	ПП, кг/га	ОЭ, ГДж/га	К.ед., т/га % реализации программы	т/га	ПП, кг/га	ОЭ, ГДж/га	К.ед., т/га % реализации программы
Без удобрений	БП	13,33	359	49,32	2,93 -	1,80	142	16,56	1,80 -
	ГК	15,37	413	56,87	3,38 -	2,24	177	20,61	2,24 -
	БЭМ	14,97	403	55,39	3,29 -	2,42	191	22,26	2,42 -

В среднем		14,56	392	53,86	3,20	2,15	170	19,81	2,15
NPK на 2,5 тыс. к.ед./га	БП	17,14	377	63,42	3,77 150,8	2,54	201	23,37	2,54 101,6
	ГК	19,50	429	72,15	4,29 171,6	3,03	239	27,88	3,03 121,2
	БЭМ	19,23	423	71,15	4,23 169,2	3,14	248	28,89	3,14 125,6
В среднем		18,62	410	68,91	4,10 164,0	2,90	229	26,71	2,90 116,0
$НСР_{05}$ частных различий (урожайность зерносенажной массы) = 0,63 т/га $НСР_{05}$ частных различий (урожайность зерна) = 0,15 т/га									

Примечание: ПП – переваримый протеин, ОЭ – обменная энергия.

Таким образом, на основании материалов комплексных исследований по эффективности некорневых подкормок при возделывании овса производству следует рекомендовать обязательное включение данного приема при планировании систем удобрения, особенно при разработке ресурсосберегающих и экологических безопасных технологий. Данный прием обеспечивает повышение урожайности в зависимости от вида используемого удобрения на уровне 0,43-0,62 т/га (22,2-34,4%), а также способствует улучшению качества продукции. Лучшими препаратами в наших исследованиях были Макс Супер-Гумат и Байкал ЭМ1.

Литература

1. Усанова, З.И. Теория и практика создания высокопродуктивных посевов овса посевного в Центральном Нечерноземье: монография / З.И. Усанова, А.С. Васильев. – Тверь: Тверская ГСХА, 2014. – 325 с.
2. Федоренко, В.Ф. Ресурсосбережение в АПК. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – 384 с.
3. Усанова, З.И. Технологии возделывания сельскохозяйственных культур с применением наночастиц серебра / З.И. Усанова, Н.Н. Иванютина, А.С. Васильев, И.В. Шальнов // Нанотехника. – 2012. – №2. – С. 86–88.
4. Усанова, З.И. Эффективность использовании наносеребра в технологиях возделывания яровых зерновых культур / З.И. Усанова, А.С. Васильев, Н.Н. Иванютина // Фундаментальные исследования. – 2015. – №2–22. – С. 4934–4939.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Федеральный регистр технологий производства продукции растениеводства. Система технологий. – М.: Информагротех, 1999. – 517 с.

УДК: 633.112.9+631.8

ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ

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

Создание устойчивого потенциала земледелия регионов является основой продовольственной безопасности Российской Федерации. Это может быть достигнуто только в результате создания и освоения в производстве агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур в адаптивно ландшафтных системах земледелия [3].

Современные технологии возделывания культур предусматривают оптимальное использование природного и технического потенциалов. Однако при резком сокращении применения удобрений в сельскохозяйственном производстве не представляется возможным рациональное использование биологических потенциалов сельскохозяйственных культур. Важную роль в увеличении производства зерна и повышении его качества играет селекция. Совершенствование зерновых культур методами селекции позволило создать новые высокопродуктивные сорта и гибриды, способные в разнообразных почвенно-климатических условиях давать высокие и стабильные урожаи [1].

Одним из таких крупнейших достижений селекции является создание тритикале – нового вида сельскохозяйственного злака зернового и кормового назначения, имеющего ряд выдающихся свойств. Отличается большим потенциально возможным урожаем, содержит больше белка и незаменимых аминокислот (лизин, триптофан), что определяет ее пищевые и кормовые достоинства. Содержание белка в тритикале на 1-1,5 % выше, чем у пшеницы, и на 3-4 % выше, чем у ржи, клейковины такое же, как у пшеницы, или на 2-4 % больше, но качество ее ниже [4].

В последние годы тритикале привлекает к себе особое внимание в связи с тем, что по ряду таких важнейших показателей, как урожайность, питательная ценность продукта и другие, эта культура способна во многих сельскохозяйственных районах мира превосходить обоих родителей, а по устойчивости к неблагоприятным почвенноклиматическим условиям и к наиболее опасным болезням, превосходя пшеницу, она не уступает ржи [2].

Основное использование тритикале – это на корм для сельскохозяйственных животных. Используются зеленая масса и зерно, которое обычно идет на приготовление комбикормов. Зерно также используется в кондитерской промышленности, пивоварении, спиртовой промышленности, хлебопечении. Однако мука тритикале по своим свойствам сильно отличается от муки исходных видов и поэтому требует разработки других технологий для выпечки хлеба и хлебобулочных изделий [5].

Одним из основных путей увеличения урожайности озимой тритикале по-прежнему является применение удобрений. Наукой доказано, что для нормального роста и развития растений не достаточно применения только макроудобрений. Микроэлементы нельзя заменить другими веществами и их недостаток обязательно должен быть восполнен. Озимая тритикале относится к группе культур, чувствительных по отношению к недостатку микроэлементов. Однако целесообразность и технология их применения для условий Северо-Западной зоны РФ являются недостаточно изученными. Научно-обоснованное 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 урожайность озимой тритикале.

Для этого в 2017 году был проведён однофакторный 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 – 2,04%, P_2O_5 - 276 и K_2O - 92 мг/кг, pH – 6,76

Схема опыта представлена в таблице 1., повторность в опыте четырёх кратная.

Объект исследований: сорт озимой тритикале «Немчиновская 56».

Таблица 1 – Схема полевого опыта 2017г.

№№	Варианты
1	Контроль
2	Сивид-Бор(0,2 кг/га)
3	Сивид-Цинк(0,2 кг/га)
4	Сивид-Комплекс(0,2 кг/га)

Как известно, наиболее полное представление об условиях формирования урожая, влияния уровня минерального питания растений и факторов внешней среды на продуктивность посевов дает анализ элементов структуры урожая. К числу важнейших элементов структуры озимой тритикале относятся: густота колосоносного (продуктивного) стеблестоя, озерненность колоса и выполненность зерна. В свою очередь, каждая из этих величин зависит от других элементов структуры урожая - нормы высева, полевой всхожести, выживаемости растений, продуктивной кустистости. Со-

вокупность и соотношение указанных элементов и характеризует структуру урожая зерновых культур, изучение которой позволяет полнее выявить влияние изучаемых факторов на формирование урожая.

Изучаемые препараты оказали положительное влияние на элементы структуры урожая озимой тритикале. Важным показателем структуры является продуктивность колоса, которая измеряется массой зерна с колоса и зависит от количества зёрен и массы 1000 зёрен. Так при обработке посева препаратом Сивид-Комплекс (0,2 кг/га) получена максимальная по отношению к контролю длина колоса 15,1 см, среди изучаемых препаратов минимальная длина колоса сформировалась в варианте с обработкой посева препаратом Сивид-Бор (0,2 кг/га) 13,4 см .

Обработка посевов озимой тритикале изучаемыми препаратами Сивид-Бор Сивид-Цинк и Сивид-Комплекс увеличивает количество зёрен в колосе. Так максимальное количество зёрен в колосе получено от обработки посевов препаратом Сивид-Комплекс, и составило 52 шт., что на 3 шт. больше чем в контрольном варианте.

Минимальное количество зёрен с 1 колоса среди изучаемых препаратов, получено при применении препарата Сивид-Цинк и составило 49шт.

Максимальная масса зерна с колоса 3,69 г. и масса 1000 зёрен 61,5 г., получена в четвёртом варианте, где посев озимой тритикале обрабатывали препаратом Сивид-Комплекс, минимальная в контрольном варианте 2,76 и 57,5 г. соответственно. В целом применение органоминеральных удобрений увеличивает массу 1000 зёрен озимой тритикале.

Так применение органоминеральных удобрений во всех вариантах опыта увеличило массу 1000 зёрен на 3,8; 4,1 и 5,4% или на 1,2; 1,3 и 1,7 г.

В прямой зависимости от элементов структуры урожая получена урожайность озимой тритикале (таблица 2).

Таблица 2 – Урожай зерна озимой тритикале в зависимости от действия органоминеральных удобрений, 2017г.

№/№	Содержание вариантов	ц/га	+/- к контролю	%
1.	Контроль	42,6	-	-
2.	Сивид-Бор(0,2 кг/га)	45,7	3,1	7,2
3.	Сивид-Цинк(0,2 кг/га)	46,4	3,8	8,9
4.	Сивид-Комплекс(0,2 кг/га)	47,2	4,6	10,7
$НСР_{0,5}$		0,96		

В год исследования урожайность озимой тритикале в зависимости от вида органоминеральных удобрений изменялась от 23,3 до 25,7 ц/га

Изучение влияния органоминеральных удобрений на урожайность озимой тритикале показало, что независимо от вариантов применения биопрепаратов получена достоверная прибавка урожайности. Прибавка от применения препарата Сивид-Бор составляет 3,1 ц/га или (7,2%), препарата Сивид-Цинк 3,8 ц/га или (8,9%), а от применения препарата Сивид-Комплекс 4,6 ц/га или (10,7%).

Таким образом, применение органоминеральных удобрений Сивид-Бор, Сивид-Цинк и Сивид-Комплекс способствовало увеличению урожайности зерна озимой тритикале на 3,1;3,8 и 4,6 ц/га и она составила 45,7; 46,4 и 47,2 ц/га соответственно.

Одним из основных показателей, определяющих ценность продукции, является содержание в ней протеина (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание протеина в урожае зерна озимой тритикале в зависимости от влияния органоминеральных удобрений, 2017г.

№/№	Содержание вариантов	ц/га	+/- к контролю
1.	Контроль	1980,0	-
2.	Сивид-Бор(0,2 кг/га)	2099,5	119,5
3.	Сивид-Цинк(0,2 кг/га)	2110,4	130,4
4.	Сивид-Комплекс(0,2 кг/га)	2184,5	204,5

Анализ настоящего показателя качества зерновой продукции показал, что в целом по опыту наиболее высокое содержание протеина в урожае зерна нами отмечено в четвёртом варианте, где посев озимой тритикале обрабатывали препаратом «Сивид-Комплекс» и составило 2184,5 кг/га, что выше по отношению к контролю на 204,5 кг/га или на 10,3%.

Таким образом, применение органоминеральных удобрений положительно повлияло на накопление протеина в урожае зерна, увеличивая его количество по вариантам опыта на 119,5; 130,4 и 204,5 кг/га.

Литература

1 Каргин И.Ф. Влияние минеральных удобрений на урожайность тритикале на черноземе выщелоченном/ И.Ф. Каргин, А.Н. Перов, М.А. Максута // Достижения науки и техники АПК. –2014. –No4. –С. 36–38.

2. Перов А.Н. Влияние минеральных удобрений на формирование корневой системы озимой тритикале/ А.Н. Перов // Достижения науки и техники АПК. –2014. –No6. –С. 30–32

3. Данилов А.В. Влияние стимуляторов роста на урожайность и качество продукции зерновых культур / А.В. Данилов // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2017. – Т.3. – №1 (9). – С. 28-32

4. Кочурко В.И. Технология возделывания озимой тритикале: Лекция. / В.И. Кочурко – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2001. – 40с.

5. Технология возделывания озимого тритикале в Республике Беларусь: рекомендации / Белорус. науч.-исслед. ин-т земледелия и кормов; сост.: В.И. Кочурко [и др.]. - Горки: БГСХА, 2002. - 32 с.

УДК:631.582

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР В СЕВООБОРОТЕ

В.П.Сутягин, д.с.-х.н., профессор, **В.А.Тюлин,** д.с.-х.н., профессор
ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», г.Тверь, Россия

Изучение энергетической продуктивности, круговорота веществ и потоков энергии в земледелии имеет огромное значение. Знание закономерностей формирования продуктивности и использования энергии агрофитоценозами позволит установить рациональные приемы управления биологической продуктивностью сельскохозяйственных растений.

Важной составляющей для устойчивого развития общества является повышение энергетической продуктивности сельскохозяйственных растений. Наиболее устойчивым развитием сельскохозяйственного производства обладает адаптивное земледелие. Для решения вопросов адаптивного земледелия и стабильного его функционирования необходимо рассматривать сельскохозяйственное производство как саморегулирующую систему.

Биологическому направлению воспроизводства почв уделяется особое внимание. Экономический кризис сельскохозяйственного производства привёл к недоступности для многих хозяйств разных форм собственности использования химических средств защиты растений и повышения плодородия почв за счёт техногенных факторов. Снижение поголовья скота резко сократило возможность применения органических удобрений.

Адаптивное земледелие функционирует за счёт энергии солнца, потенциальной энергии органического вещества в почве и антропогенной энергии в виде внесения удобрений и механического воздействия на скорость обмена веществ.

Сельскохозяйственное производство в целях адаптации к конкретным природным условиям, должно быть привязанным к экологически однородным территориям – «элементарным агроареалам». При пространственной организации сельскохозяйственного производства необходимо изучить ландшафтное устройство конкретного хозяйства [2].

Пространственная вариабельность микроклиматических характеристик является одним из важных факторов, определяющих изменение продуктивности плодосменного севооборота в пределах агроландшафта (суммы температур > 10 °С, суммарная энергия ФАР и т.д.) [5].

В системе земледелия, которое ведётся на адаптивной, биологической основе абиотическими компонентами являются орографический, эдафический факторы, анторопогенный, при котором поступление органического вещества в почву в основном осуществляется за счёт пожнивно-корневых остатков, особенно многолетних бобово-злаковых трав. Учет

этих факторов при размещении культур позволит адаптировать земледельческое производство к особенностям агроландшафтов.

Орографический фактор непосредственного влияния на жизнь растения не оказывает, но он дифференцирует поверхность и этим изменяет напряженность некоторых факторов. За счет рельефа увеличивается разнообразие местообитаний. Особенности роста и развития сельскохозяйственных культур зависят от совокупности агроландшафтных условий. Тип местоположения влияет и на биохимический состав зерна. Без внесения минеральных удобрений благоприятные суммы активных температур в элювиальном агромикроландшафте способствуют повышению содержания сырого протеина в зерне ячменя – до 10,1%, овса – до 10,5 и ржи – до 7,6%. [4].

В успешном развитии сельскохозяйственного производства большую роль играет наиболее полное использование природно-ресурсного потенциала. В последние годы изучены абиотические и антропогенные факторы определяющие формирование продуктивности агрофитоценозов. В отличие от зональных систем земледелия, основанных на усредненных значениях природной среды макротерритории, она должна учитывать характер ландшафтного разнообразия. [3]

В современных условиях основной особенностью освоения адаптивных систем земледелия является ограниченное использование техногенного ресурса. Поэтому сельскохозяйственным предприятиям необходимо вовлекать внутренние ресурсы для увеличения производства растениеводческой продукции, широко использовать биологические, технологические и организационные факторы энергетического воздействия на ландшафт. Кирюшин В.И. обосновал задачи биологизации и адаптивной интенсификации агротехнологий. Перспективы совершенствования систем севооборотов, удобрения [1].

Роль севооборотов изменяется в зависимости от уровня социально-экономического развития общества. Залежная и переложная системы земледелия, в которых использовались простейшие чередования залежи или перелога с культурами, до определённого этапа развития общества удовлетворяли потребности человека в продуктах питания и в сырье для нужд людей. Д.Н. Прянишникова сообщает, что введение плодосмена в Западной Европе позволило повысить урожайность пшеницы с 0,7…0,8 до 2,5…3,0 т/га [7].

Значение севооборота, как фактора стабильности земледелия, изменяется в зависимости от зоны и уровня развития конкретного хозяйства. А.М. Тулайков [8] утверждал, что в чернозёмной зоне при урожайности пшеницы 1,5 т/га севообороты не нужны. Повышение урожайности до 2,0…2,5 т/га уже требует чередования культур.

В новых адаптивных системах земледелия полевой севооборот остаётся фундаментальной базовой составляющей. В современных условиях роль севооборота значительно возрастает, поскольку он является основ-

ным звеном системной связи с другими средообразующими сельскохозяйственными угодьями и агроландшафтами. Формирование севооборотов требует внимательного учёта экологических особенностей земель для адаптации определённой структуры посевных площадей и культур к конкретным условиям ландшафта. Оптимизация структуры посевных площадей позволит без дополнительных затрат получить комплексный эффект – повысить устойчивость агрофитоценозов. При этом высокие агротехнологии рассчитаны на достижение максимальной прибыли с учетом экологических ограничений техногенных факторов [6].

Севооборот часто входит в противоречие с рынком. В настоящее время при ограниченных возможностях использования удобрений, при нарушении границ землепользования необходим другой подход к структуре посевных площадей и севооборотам. Одним из путей решения данной проблемы является внедрение севооборотов с короткой ротацией и включение многолетних бобовых трав, которые позволят решить вопросы плодородия почв и фитосанитарного состояния посевов. В условиях Верхневолжья у люцерны гибридной индекс ценотической активности 4,7-3,9. Выращивание клеверо-люцерно-злаковой травосмеси при $К_{60}$ обеспечивает в среднем за годы опыта получение 6,4 т /га сухой массы при и агроэнергетическом коэффициенте 5,1 [9].

Цель наших исследований – определить влияние уровня агротехнологий на энергетическую продуктивность культур в севообороте.

Исследования проводились 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. Исследования проводили согласно общепризнанным методикам.

Схема опыта: Фактор А. Культуры зернопаротравяного севооборота: 1) занятый пар (вика/овес), 2) овёс с подсевом клевера – 3) клевер 1г.п. (мн. травы), 4) клевер 2г.п. – 5) тритикале.

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).

Фактор В – гербициды: 1) Без гербицидов (б/г); 2) Применение гербицида в посевах овса, тритикале «Гербитокс» («агритокс»), (1,5 л/га).

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. Площадь делянки первого порядка (удобрения) составляла 480 $м^2$, второго

порядка (гербициды) – 240 м^2. Площадь делянки под культурой составляла 984 м^2.

Результаты исследований. В исследованиях 2016-2018 гг. изучалось влияние удобрений, гербицидов, на продуктивность культур севооборота с короткой ротацией. Формирование устойчивой продуктивности растениеводства складывается под воздействием многих факторов окружающей среды и зависит от того, насколько полно удовлетворяются растения каждым из факторов в соответствии с потребностями в них. Факторами формирования урожайности в адаптивном земледелии являются размещение культур на соответствующих им агроэкологических видах земель; возделывание поликультуры и сортосмеси; применение элементов питания в доступной форме в заданном соотношении, в определенном месте и в определенные сроки.

Наряду с энергией абиотических факторов фитоценозы используют большое количество дополнительной антропогенной энергии. Антропогенная энергия поступает в различной форме и определяется структурой посевных площадей, минеральными удобрениями, гербицидами, биоразнообразием культурных растений. Антропогенный фактор непосредственно влияет на жизнь растений.

Минеральные удобрения и гербициды, как антропогенный фактор, повышают энергетическую составляющую технологии возделывания культур севооборота

Удобрения и гербициды оказали влияние на содержание энергии в урожае полевых культур. Данные таблицы 1 показывают, что наиболее энергетически продуктивной культурой является клеверо-тимофеечная смесь.

Таблица 1. Содержание энергии в культурах, МДж/га

Химическая защита	Фон	Овёс зерно	Тритикале зерно	Вико-овёс сухая масса	Клеверо-тимофеечная смесь сухая масса		Сумма энергии в севообороте
					1года	2 года пользования	
Б/гербицидов	0	41625	34547	28420	81216	65746	251554
	N24P24K24	51245	36670	31752	89595	77993	287256
	N48P48K48	59570	38214	37436	96041	87017	318278
Гербициды	0	48655	43425	33712			125792
	N24P24K24	64195	42460	38220			144875
	N48P48K48	70300	48057	39396			157753
НСР 05		0,26	4810	5018	6468		

Для более детального анализа энергетической продуктивности культур нами проведено вычленение роли удобрений и гербицидов в культурах короткоротационного севооборота. Данные таблицы 2 показывают, что

при низком уровне плодородия дерново-подзолистой почвы энергетический эквивалент урожая полевых культур в сумме по севообороту составляет157,2 ГДж/га. Внесение минеральных удобрений при норме по 24 кг/га NPK увеличивает энергетический эквивалент урожая культур на 14%, а удвоение нормы – на 25 %.

Таблица 2. Влияние удобрений на содержание энергии, МДж

Фон	Овёс	Тритикале	Вико-овёс	Клеверо-тимофеечная смесь		среднее
				1 года пользования	2 года пользования	
0	45140	38986	31066	81216	65746	157232,5
N24P24K24	57720	39565	34986	89595	77993	180470,3
N48P48K4848	64935	43136	38416	96041	87017	197884,3

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что применение гербицидов оказало влияние на энергетическую продуктивность культур короткоротационного севооборота. Применение гербицидов увеличивает энергию севооборота на 5,1%.

Таблица 3. Влияние гербицидов на содержание энергии, МДж

Фон	Овёс	Тритикале	Вико-овёс	Сумма энергии по севообороту
Б/гербицидов	50813,33	36477	32536	119826,3
Гербициды	53156,67	39436,33	34300	126893,0

Наибольшая прибавка продуктивности получена при внесении гербицидов в посевах тритикале – 23 %. На овсе прибавка составила 20 %. В среднем продуктивность культур повысилась на 5 %.

Заключение. Уровень агротехнологии изменяет энергетическую продуктивность культур. Культуры севооборота по реакции на удобрения расположились в следующем убывающем ряду: клеверо-тимофеечная смесь, овёс, вико-овёс, тритикале. Применение удобрений в дозе по 24 кг/га д.в. азота, фосфора и калия повышает продуктивность зерновых культур на 14 %, а в дозе по 48 кг/га – на 25 %. Внесение гербицидов повышает продуктивность культур на 5 %.

Литература

1. Кирюшин В.И. Агротехнологии. / В.И. Кирюшин, С.В. Кирюшин. - Санкт-Петербург, 2015. – 464с.
2. Ковалев Н.Г. Анализ способов микрорайонирования угодий. / Н.Г. Ковалев, В.А. Тюлин, Д.А. Иванов//Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук – 2000. -№6. –С.24-27.
3. Ковалев Н.Г. Разработка типовых моделей ландшафтно-мелиоративных систем земледелия/ Н.Г.Ковалев, В.А.Тюлин, Д.А. Иванов. // Доклады Россельхозакадемии. – 1999. -№1. –С.18-21.

4. Ковалев Н.Г. Роль природных ресурсов в адаптивном растениеводстве Н.Г. Ковалев, В.А. Тюлин, Д.А. Иванов, Л.В Пугачева // Мелиорация и водное хозяйство. – 2001. -№6. –С.13-15.
5. Ковалев Н.Г. Формирование адаптивно -ландшафтной системы земледелия/ Н.Г. Ковалев, В.А. Тюлин, Д.А. Иванов. // Земледелие. – 1999. -№5. –С.22-23.
6. Лошаков В.Г. Ресурсосберегающие и экологически чистые агротехнологии в зерновых севооборотах Нечерноземной зоны. //Инновационно-технологические основы развития земледелия. -Курск, 2006, С.41-46.
7. Прянишников, Д.Н. Об удобрении полей и севооборотах / Д.Н. Прянишников М.: Изд. МСХ РСФСР, 1962. -255 с. 324.
8. Тулайков Н.М. Избран. Произведения / Н.М. Тулайков – М.: Сельхозиздат, 1963. – 312 с.
9.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.

УДК:633.491:637.5.05

РОЛЬ СОРТА, ФОНА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ В НАКОПЛЕНИИ УРОЖАЯ КАРТОФЕЛЯ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

[1] Усанова З. И., д.с.-х.н., профессор, **[1,2] Прядеин С.Е.,** аспирант, м.н.с.
[1]ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», г. Тверь, Россия
[2]ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г.Тверь, Россия

В настоящее время одной из значимых проблем картофелеводства остается повышение качества продукции, улучшение пищевой ценности картофеля как важнейшего продукта питания человека [1]. Большая роль в этом принадлежит сорту, а также технологии возделывания, использованию биологически чистых препаратов в качестве стимуляторов роста [2,3].

Одним из селекционных достижений является получение сортов картофеля с фиолетовой мякотью, отличающихся повышенным содержанием флаваноидов и антиаксидантной активностью [4]. Однако в литературе недостаточно данных об особенностях формирования урожайности таких сортов, в том числе на мелиорированных землях Верхневолжья.

В связи с этим нами была поставлена цель – изучить особенности формирования урожайности сортов с фиолетовой мякотью (Северное сияние, Аметист) в зависимости от фона минерального питания гуминовых препаратов для некорневой подкормки в сравнении с белоклубневым сортом Скарб в разные годы на мелиорированных землях Верхневолжья.

Место и условия проведения исследований. Исследования проводили в 2017 и 2018 гг. в ИП Глава КФХ Анкинович на дерново-среднепод-

золистой почве, легкосуглинистой по гранулометрическому составу с содержанием гумуса 2,1% (по Тюрину, Гост 26213-91), подвижных форм фосфора (P2O5) – 244 мг/кг и подвижных соединений калия (K2O) 70 мг/кг (по Кирсанову, Гост Р 54650-2011), pH солевой вытяжки 5,7.

В опыте изучали факторы: А – фон минерального питания: А1 – низкий, без удобрения; А2 – оптимальный, рекомендованная доза для столового картофеля в регионе на урожай 40 т/га (N120P140K180). В – Сорт: В1-Скарб (контроль); В2 – Северное сияние; В3 – Аметист; С – некорневая подкормка препаратами: С1 – контроль водой, 2 раза; при высоте 15-20см и в фазу полной бутонизации (К); С2 – Гуматодор – 2 раза, как в С1, по 1 л/га в 300 л воды (Г); С3 – Гумат+7, 2 раза, как в С1, по 1,25 кг/га в 300 л воды (Г+). Площадь делянки 3-го порядка (по С) – 11,2 м²; 2-го порядка (по В) – 33,6 м²; 1-го порядка (по А) – 100,8 м². Повторность опыта – трехкратная. Размещение вариантов – рендомизированное в 3-и яруса. Общая площадь под опытом – 972м². Объектами исследований были сорта среднеспелый – Скарб (РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», КФХ «Нива», ООО «ЦКБ-Агро»), среднеранний – Северное сияние (ФГБНУ ВНИИКХ имени Лорха, ООО «Редкинская АПК», ООО «Суздальагропром»), среднеспелый – Аметист (ООО «Редкинская АПК», ВНИИКХ имени Лорха). Два последних сорта имеют окраску мякоти клубней – синюю с белым и фиолетовую.

Изучаются препараты: Биокомплекс «Гуматадор» – жидкий комплексный продукт на основе гумата с включением в состав микроудобрения «Аквамикс», консорциума бактериальных препаратов «Бисолбифит», «Азотофит», «Фосфатофит» и растительных экстрактов, и Гумат+7 (улучшенная версия препарата Гумат 80, включает гуминовые кислоты в форме комплексных соединений с минералами, является одновременно регулятором роста и удобрением).

В опыте выполнили все запланированные наблюдения и определения, в том числе динамики накопления урожая листостебельной массы (ботвы) и клубней. В исследованиях применяли методику З.И.Усановой, (2015) [5].

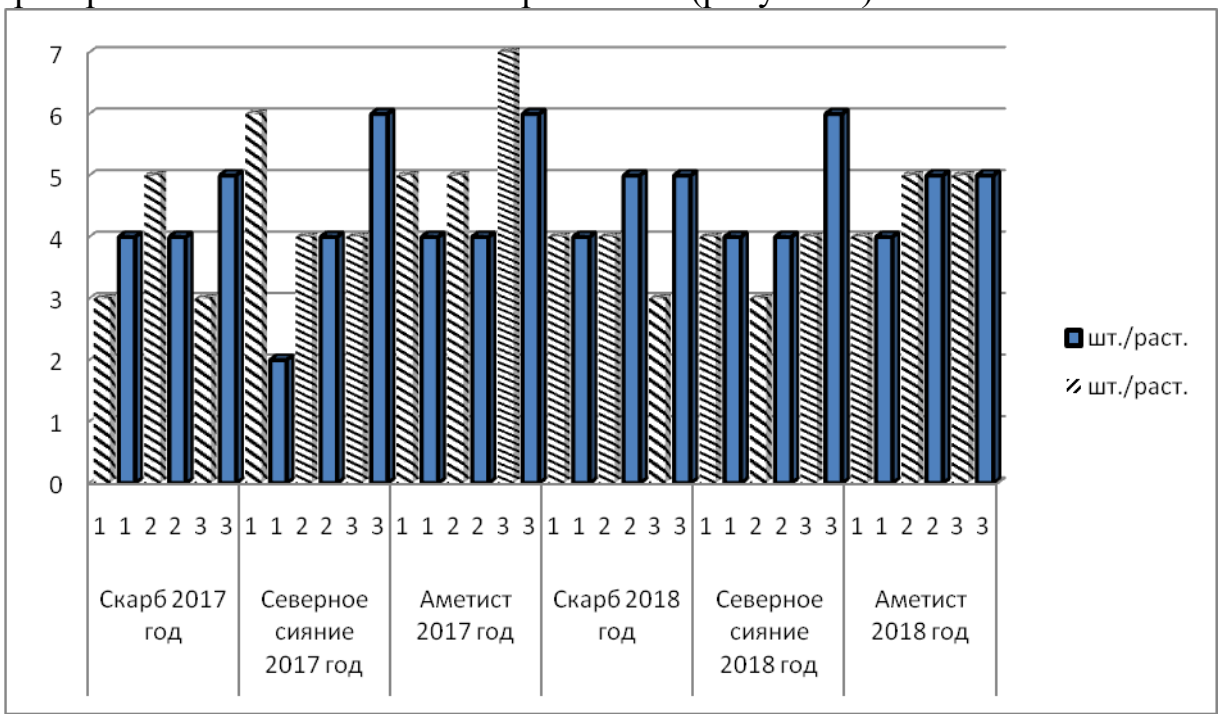
Дисперсионный анализ урожайных данных многофакторного опыта провели по методике Б. А. Доспехова, (1985) [6].

В опыте соблюдали запрограммированную технологию. Предшественник картофеля – яровая пшеница. На 2 фоне удобрения вносили в соответствии со схемой опыта и методикой – N120P140K180 в расчете на получение урожая в 40 т/га, в виде аммиачной селитры, двойного суперфосфата, хлористого калия – весной под глубокое рыхление. Обработка почвы состояла из зяблевой вспашки агрегатом МТЗ-1523 + оборотный плуг фирмы Lemken Evro Opal 7 4+1. Весной провели два дискования в разных направлениях дисковой бороной БДТ-3 на глубину 12-14 см. Посадку картофеля разных сортов провели прогретыми клубнями, обработанными

Планризом, 0,5 л/т, 2 июня 2017г., 27 мая 2018г. картофелесажалкой фирмы Grimme GL-34 T в гладкую поверхность с междурядьями 75 см. с густотой 47,6 тыс./га. За 7 дней до появления всходов сформировали гребни гребнеобразователем Grimme GF – 75-4 с активными рабочими органами. В течение вегетации провели две междурядные обработки культиватором гребнеобразователем фирмы Колнаг AVR Speed Ridger 4-75 с пассивными рабочими органами и 2-кратную обработку посадок препаратами Гуматодор и Гумат+7 в соответствие со схемой опыта, ранцевым опрыскивателем. Гербициды, инсектициды и фунгициды не применяли. Уборку и учет урожая провели 30 сентября 2017 г., 14 сентября 2018 г. с подборкой вручную за картофелекопателем. Погодные условия в 2017 г. и 2018 г., в целом за вегетацию картофеля, мало отличались от среднемноголетних. В 2017 г. сумма температур за период «посадка - уборка» (2.06 - 30.09) составила 1821,1°С при среднемноголетней норме за этот период 1800,7ºС, сумма осадков соответственно 305,6 мм и 296,6 мм (103% от нормы). В 2018 г. сумма температур за период – июнь - август – 1636,4°С, осадков 185мм (78% от нормы). Первая половина вегетации 2017 и 2018 гг. характеризовалась холодной и дождливой погодой, вторая – более теплой и сухой.

Результаты и обсуждение. В повышении клубневой продуктивности большая роль принадлежит побегообразованию, так как при большем количестве побегов формируется больше клубней на растении [2].

Наши исследования показали, что обработка посадок гуминовыми препаратами повышает побегообразование (рисунок 1).



1-Контроль, 2-Гуматодор, 3-Гумат+7.

Рисунок 1 Образование побегов у разных сортов картофеля на низком и оптимальном фоне в зависимости от обработки растений гуминовыми препаратами

Более заметно оно у сорта Северное сияние от обработки Гумат+7 и на оптимальном фоне. В среднем по вариантам некорневых подкормок большее количество побегов образовалось у сорта Аметист: в 2017г. – 5,7 шт. низкий фон, 4,7 шт. оптимальный фон, в 2018г. – соответственно 4,7 и 4,7 шт./раст.

Изучаемые факторы оказали существенное влияние на формирование листостебельной массы (ботвы) (таблица 1).

Таблица 1 - Динамика накопления массы ботвы сортов картофеля в зависимости от фона минерального питания и некорневых подкормок гуминовыми препаратами

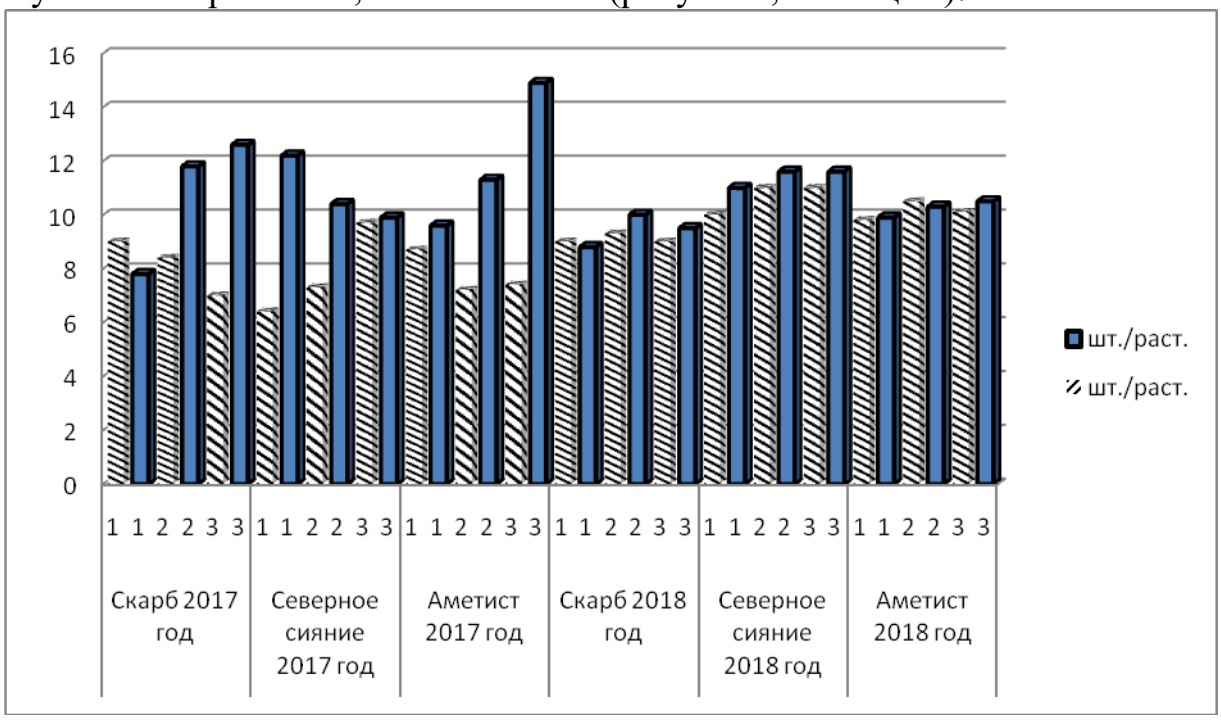
Фон	Сорт	Обработка растений	Масса ботвы, г/раст.					
			2017 г			2018 г		
			5.07	15.07	15.08	9.07	18.07	22.08
1	Скарб	Контроль	402	513	761	407	500	750
		Гуматодор	409	543	797	410	570	810
		Гумат+7	368	601	847	410	580	830
	В среднем		393	553	802	409	550	797
	Северное сияние	Контроль	390	523	757	400	580	800
		Гуматодор	400	497	707	405	610	830
		Гумат+7	450	601	827	410	630	820
	В среднем		414	541	764	405	607	817
	Аметист	Контроль	353	504	641	400	530	700
		Гуматодор	267	345	490	415	550	750
		Гумат+7	348	480	600	405	600	750
	В среднем		323	443	577	407	560	733
	Среднее по фону 1		376	512	714	407	572	782
2	Скарб	Контроль	450	505	627	440	560	760
		Гуматодор	460	608	930	450	640	850
		Гумат+7	540	780	1130	470	680	890
	В среднем		484	633	796	453	627	833
	Северное сияние	Контроль	480	600	780	440	620	880
		Гуматодор	357	490	767	480	660	960
		Гумат+7	380	543	800	470	700	980
	В среднем		406	545	782	463	660	940
	Аметист	Контроль	350	456	683	400	520	840
		Гуматодор	540	754	1077	440	710	940
		Гумат+7	510	790	1153	460	740	980
	В среднем		467	667	971	433	653	920
	В среднем по фону 2		452	615	883	450	648	898

В 2017 г. при 1-ом сроке определения (05.07) наибольшая масса ботвы отмечена на низком фоне у сорта Северное сияние (414 г), на оптимальном – у сорта Скарб (484г). На оптимальном фоне получена прибавка – 76г/раст. Некорневые подкормки не оказали стабильного влияния на рост ботвы. При 2-ом сроке определения преимущество по темпам роста имел сорт Скарб на низком фоне и Аметист на оптимальном. Удобрение, в сред-

нем обеспечило прирост 103 г/раст. Из некорневых подкормок на оптимальном фоне по сорту Скарб и сорту Аметист преимущество имел Гумат+7. При 3-ем сроке определения (15.08) наибольшую массу ботвы на низком фоне сформировал сорт Скарб (802 г/раст.), на оптимальном Аметист (971 г/раст.). В этот срок преимущество по массе ботвы имел вариант с обработкой растений препаратом Гумат+7.

В 2018 г. рост ботвы проходил примерно теми же темпами, как в 2017 г. При 1-ом определении (09.07) преимущество имел сорт Северное сияние на оптимальном фоне (463 г/раст.), при последующих определениях сохраняется преимущество данного сорта на обоих фонах. Удобрение повышало массу ботвы соответственно по срокам определения на 43;76 и 81 г/раст. Из гуминовых препаратов наиболее стимулирование роста ботвы вызывал Гумат+7, наиболее стабильно у сортов Скарб и Северное сияние.

Формирование надземной массы и ассимилирующей поверхности оказало влияние на рост клубней. При этом имело значение как количество клубней на 1 растении, так и их масса (рисунок2, таблица 2).



1-Контроль, 2-Гуматодор, 3-Гумат+7

Рисунок 2. Образование клубней у разных сортов картофеля на низком и оптимальном ( ) фоне в зависимости от обработки растений гуминовыми препаратами (в конце созревания)

В 2017 г. во время созревания наибольшее число клубней сформировалось, в среднем, на низком фоне у сорта Скарб (8,1 шт./раст), на оптимальном - у сорта Аметист (12,7 шт./раст). Повышение фона, в среднем по сортам и обработкам, увеличило число клубней с 7,7 до 11,4 шт./раст (на 3,7 шт.). На низком фоне обработка гуминовыми препаратами не повышала клубневую продуктивность у сортов Скарб и Аметист, но увеличивала её у сорта Северное сияние на 0,2-1,6 шт./раст., в большей мере от Гумато-

дора. На оптимальном фоне, наоборот, у сортов Скарб и Аметист она повышалась при некорневых подкормках, а у сорта Северное сияние – снижалась.

В 2018 г. количество клубней на одном растении в меньшей степени варьировало по вариантам опыта. Наибольшее их число было у сорта Северное сияние: на низком фоне 10,7, на оптимальном 11,4 шт./раст. Удобрение увеличило число клубней, в среднем по сортам, с 10,0 до 10,4 шт. Несколько более эффективной оказалась подкормка Гуматом+7.

Таблица 2 – Динамика накопления массы клубней сортов картофеля в зависимости от фона минерального питания и некорневых подкормок гуминовыми препаратами

Фон	Сорт	Обработка растений	Масса клубней, г/раст.					
			2017 г			2018 г		
			5.07	15.07	15.08	9.07	18.07	22.08
1	Скарб	Контроль	236	315	1102	300	410	1150
		Гуматодор	337	343	1209	340	450	1200
		Гумат+7	687	765	1306	360	440	1250
	В среднем		420	474	1205	333	433	1200
	Северное сияние	Контроль	168	286	806	350	460	1010
		Гуматодор	346	609	1134	400	680	1350
		Гумат+7	788	861	1371	450	700	1300
	В среднем		434	585	1104	400	613	1220
	Аметист	Контроль	412	690	1245	400	550	820
		Гуматодор	435	656	1299	410	610	1150
		Гумат+7	676	874	1390	430	630	1180
	В среднем		508	740	1311	413	597	1050
	Среднее по фону 1		454	600	1207	382	548	1157
	Скарб	Контроль	235	353	705	310	430	1200
		Гуматодор	690	764	1297	400	560	1300
		Гумат+7	196	418	902	380	610	1250
	В среднем		295	512	968	363	533	1250
	Северное сияние	Контроль	607	716	1364	400	800	1100
		Гуматодор	423	686	1286	430	880	1390
		Гумат+7	488	665	1296	480	850	1430
	В среднем		506	689	1315	437	843	1307
	Аметист	Контроль	509	798	1249	440	600	1050
		Гуматодор	513	788	1315	480	710	1208
		Гумат+7	853	990	1465	470	740	1230
	В среднем		625	859	1343	463	683	1160
	В среднем по фону 2		475	686	1298	421	687	1239

Наиболее интенсивным ростом клубней, начиная с первого определения, в 2017 г. отличался сорт Аметист (таблица 2). У этого сорта наибольшая масса клубней, по сравнению с другими сортами, сформировалась как на низком, так и оптимальном фоне. Усиление фона увеличивало массу клубней на 1 растение по срокам определения на 19 г; 87 г и 91 г.

Из изучаемых препаратов наибольшее влияние на рост клубней оказал Гумат+7, что отмечалось по всем сортам на низком фоне во все сроки определения. На высоком фоне влияние гуминовых препаратов было другим, а именно, по сорту Скарб преимущество имел Гуматодор, по сорту Аметист Гумат+7, а по сорту Северное сияние наибольшая масса клубней во все сроки определения оказывалась в контроле из-за увеличения числа клубней на растение. Во время созревания (15.08) наибольшая масса клубней с 1 растения (1465 г.) получена в варианте с некорневыми подкормками Гуматом+7 на оптимальном фоне сорта Аметист.

В 2018 г. в первый срок определения (09.07) преимущество по массе клубней с 1 растения имел сорт Аметист, а в последующие сроки – Северное сияние. Сортам с фиолетовой окраской клубней по нарастанию клубней уступал сорт Скарб.

Усиление фона обеспечило повышение массы клубней с одного растения соответственно по срокам на 39 г, 139 и 82 г. Оба изучаемых препарата оказали почти одинаковое влияние на рост клубней в 2018 г. Наибольшая масса клубней с одного растения (1430 г) получена по сорту Северное сияние в варианте с некорневыми подкормками Гумат+7.

Заключение. Таким образом, сорта с фиолетовой окраской клубней и мякотью – Северное сияние и Аметист на мелиорированных землях Верхневолжья не уступают белоклубневому сорту Скарб, введенному в Госреестр селекционных достижений и рекомендованному к возделыванию по Северо-Западному региону и Тверской области, по ходу продукционного процесса и накоплению урожая клубней. Максимальную массу клубней на одно растении сформировали в 2017 г. сорт Аметист (1465 г/раст.), в 2018 г. – Северное сияние (1430 г/раст.) на оптимальном фоне минерального питания при двух некорневых подкормках препаратом Гумат+7, а сорт Скарб на этом же фоне в варианте с обработкой посадок препаратом Гуматодор (1300 г/раст.)

Литература

1. Старовойтов, В.И. Проблемы и перспективы производства картофеля и топинамбура для продуктов оздоравливающего питания / В.И. Старовойтов, С.В. Живора // Сб. науч. тр. - Мичуринск, 2015. – С. 100-105.
2. Усанова, З.И. Теория и практика создания высокопродуктивных посадок картофеля в Центральном Нечерноземье / З.И. Усанова, Н.В. Самотаева, В.В. Филин и др. / Монография. – Тверь, ООО «Издательство Триада», 2013. – 528 с.
3. Усанова, З.И. Продуктивность и качество урожая столовых сортов картофеля на разных фонах минерального питания / З.И. Усанова, С.Е. Прядеин // «Конкурентоспособность и инновационная активность АПК регионов» Сб. науч. тр. По мат. Межд. науч. – практ. конф. - Тверь, 2018. – С. 16-19.
4. Усанова, З.И. Качество клубней новых сортов картофеля с фиолетовой окраской мякоти / З.И. Усанова, С.Е. Прядеин // «Повышение управленческого, экономического, социального, инновационно-технологического и технического потенциала предпри-

ятий и отраслей АПК» Сб. науч. тр. По мат. Межд. науч.-практ. конф. -Тверь, 2017. – С. 25-27.
5. Усанова, З.И. Методика выполнения научных исследований по растениеводству / З.И. Усанова // Учебное пособие, - Тверь: Тверская ГСХА, 2015. – 143 с.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропроиздат, 1985. – 351 с.

УДК 631.

ВЛИЯНИЕ КОМПОСТА МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА НАКОПЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В МЕЛИОРИРОВАННЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ

Рублюк М.В., к.с.-х.н., **Иванов Д.А.,** чл.-корр. РАН, д.с.-х.н., профессор, **Карасева О.В.,** к.с.-х.н., **Хархардинов Н.А.**

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

Введение. Почва является основным компонентом агроэкосистемы, поэтому возможное негативное последствие интенсификации земледелия, прежде всего, отражается на ней [2]. Сохранение и повышение почвенного плодородия было и остается главной проблемой земледелия, особенно сейчас, когда резко сократилось применение органических и минеральных удобрений [5]. При многократном сокращении применения органических и минеральных удобрений в сельскохозяйственных предприятиях резко возросла роль биоресурсов пожнивных, корневых и поукосных остатков (КППО) в воспроизводстве органического вещества и элементов питания в пахотных почвах, а также в сбалансировании их в агротехногенном круговороте. Количество КППО зависит от структуры видового состава культур севооборота, почвенно-климатических и погодных условий, окультуренности почвы, рельефа местности экспозиции и степени смытости почвы склона, комплекса агротехники в системе земледелия и в конечном итоге от величины биологического и хозяйственного урожая возделываемых культур [1]. На пахотных почвах с отчуждением большей части урожая полевых культур источником органического вещества служат надземные и корневые остатки растений, а также вносимые в почву органические удобрения [3].

Методика. Для изучения влияния компоста многоцелевого назначения (КМН) на свойства дерново-подзолистой почвы и продуктивность возделываемых культур, в 2013 году был заложен эксперимент. В пределах опытного участка был развернут во времени зернотравяной севооборот со следующим чередованием культур: 1) Яровая пшеница; 2) Рапс (на сидерат); 3) Озимая рожь; 4) Овес + травы; 5-7) Травы 1-3 г пользования. Компост вносили под посев яровой пшеницы в дозе 12 т/га, что составляет $N_{300}P_{180}K_{120}$. В дальнейшем изучалось последействие КМН на свойства почвы и продуктивность культур севооборота и накопление массы расти-

тельных остатков. В 2015-2017 гг. изучали последействие применения КМН (третий, четвертый и пятый годы) на накопление растительных остатков культур: озимая рожь; овес + травы и травосмесь 1 г.п.

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 – 20 м, в транзитно-аккумулятивных – 20 м,

Полученные данные по обрабатывали методом трехфакторного дисперсионного анализа, где фактор А – экспозиция склона (север и юг); фактор В – микроландшафты (транзитный, транзитно-аккумулятивный, элювиально-аккумулятивный и элювиально-транзитный); фактор С – почвы (глеевые и глееватые). Определение степени влияния ландшафтных факторов на накопление растительных остатков культур севооборота осуществлялось на основе метода Н.А. Плохинского путем деления частной факториальной суммы квадратов на общую [4].

Результаты и их обсуждение. Количество пожнивных и корневых остатков, поступающих в почву под разными культурами, колеблются в зависимости от вида растений и величины урожая. Результаты изучения последействия применения КМН на накопление растительных остатков зерновых культур и многолетних трав полевого севооборота, развернутого во времени, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Поступление растительных остатков в почву под отдельными культурами за 2015-2017 гг. (в т/га абсолютно сухой массы в слое 0-20 см)

Культура	Агромикроландшафты							Сред нее	$НСР_{05}$
	Т-Аю	Тю	Э-Тю	Э-А	Э-Тс	Тс	Т-Ас		
Озимая рожь	3,2/ 3,01	3,74/ 2,88	2,38/ 2,21	2,9/ 2,8	3,28/ 2,74	2,87/ 2,03	2,91/ 2,22	3,04/ 2,57	0,95/ 0,74
Овес + травы	1,06/ 1,05	1,27 0,84	0,93/ 1,12	1,06/ 1,17	0,93/ 1,05	1,38/ 0,97	1,46/ 1,06	1,16/ 1,03	0,31\ 0,28
Травосмесь 1 г.п. (клевер+тимофеевка)	7,0/ 6,0	8,4\ 6,5	9,7/ 7,4	10,7/ 9,1	11,0/ 9,0	8,0/ 7,2	6,9/ 5,8	8,81/ 7,28	1,74/ 2,84

Примечание: числитель – варианты с применением КМН;
знаменатель – контроль – без органических удобрений.

Количество растительных остатков под озимой рожью (третий год последействия КМН) варьировало от 2,38 до 3,74 т/га. Масса остатков накапливалась в наибольшем количестве в транзитном варианте южного склона (увеличение составило 23 %). На варианте южного склона (в Э-Тю) масса остатков снижалась на 21,7 %, по сравнению со средним по опыту. В опыте с применением КМН отмечено достоверное увеличение массы растительных остатков на 15,5 % по сравнению с контролем. Также отмечено, что сглаживаются различия в массе по экспозициям склонов.

Растительных остатков под овсом (четвертый год последействия КМН) накапливалось небольшое количество. В среднем по опыту масса остатков составила 1,16 т/га. Формирование растительных остатков под овсом в опыте с применением КМН по сравнению с контролем достоверно не различалось. Однако отмечена тенденция повышения массы остатков в транзитных вариантах и снижения в элювиальных АМЛ.

Под травосмесью первого года накапливалось наибольшее количество растительных остатков, что составило в среднем 8,81т/га. Масса остатков возрастала на вершине и снижалась на склонах. Наибольшее накопление остатков получено в Э-Тс, где увеличение составило 25 %. На посевах травосмеси 1 г.п., при изучении последействия КМН на пятый год после внесения, наблюдались достоверные различия по массе растительных остатков, по сравнению с контролем. Увеличение массы в среднем по опыту составило 17,6 % (Табл. 1). Это связано с деятельностью клубеньковых бактерий бобовых культур. Растительные биоресурсы при участии бобовых культур позволяют вовлекать в круговорот веществ за счет растения-хозяина, клубеньковых бактерий и эндотрофной микоризы корней биологический азот, а также труднодоступные элементы питания почвенного профиля [1]. Для трав 1 г. п. отмечена корреляционная связь массы растительных остатков с урожайностью сена и содержанием органического вещества почвы (Табл. 2).

Таблица 2 – Коэффициенты корреляции массы растительных остатков с урожайностью и органическим веществом

Культура	Коэффициенты корреляции			
	с урожайностью		с органическим веществом	
	контроль	КМН	контроль	КМН
Озимая рожь	0,10	- 0,22	- 0,48	0,04
Овес + травы	0,09	- 0,28	0,10	0,32
Травосмесь 1 г. п. (клевер+тимофеевка)	0,65	0,31	0,17	0,21

Таким образом, наши исследования показали, что на пятый год после внесения компоста, продолжает проявляться его влияние на рост и развитие культур. Культуры севооборота формировали растительных остатков в порядке убывания: травосмесь 1 г.п.; озимая рожь; овес + травы, что составляет 8,81; 3,04 и 1,16 т/га соответственно. Наибольшее количество по-

жнивных и корневых остатков у травосмеси 1 г.п. накапливалось в элювиальных вариантах (в Э-Тс и Э-А) , в зерновых – на склонах: озимая рожь – в Тю, овес + травы – в Т-Ас (увеличение составило 22,7; 23,4 и 28,3 % соответственно).

Литература

1.Анисимова Т.Ю. Агрофитомелиоративные приемы повышения плодородия склоновых пахотных почв Центрального Нечерноземья /Рекультивация и использование залежных земель в Центральной зоне России: теория и практика. Материалы Международной научно-практической конференции ГНУ ВНИИМЗ Россельхозакадемия., г.Тверь, ноябрь, 2012. С. 125-129.

2.Кравцова Е.В. Влияние сидератов на продуктивность зерновых культур в условиях южной зона Ростовской области // Зерновое хозяйство, №4, 2016. С. 57-60.

3.Лыков А.М. Гумус и плодородие почвы. - М.: Моск. Рабочий, 1985. – 192 с.

4.Плохинский Н.А. Биометрия. -М.: МГУ. –1970. -367с..

5.Яковенко Л.П. Влияние люпина на свойства почвы при его запашке на сидерацию //Агрохимия 2003, № 5. С. 71-80.

УДК 631.

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ДИНАМИКУ ГУМУСА В ПОЛЕВОМ СЕВООБОРОТЕ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Митрофанов Ю.И., к.с.-х.н., **Пугачева Л.В.,** к.с.-х.н.,
Карасева О.В., к.с.-х.н., **Пантелеева Т.Н.**

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

Одним из основных направлений повышения плодородия осушаемых почв является осуществление мероприятий по оптимизации агрофизического состояния корнеобитаемого слоя почвы с использованием совершенных систем и технологий обработки почвы, в том числе эффективных приемов и технических средств углубления пахотного слоя, разноглубинных систем обработки почвы в севооборотах и др. [1, 2, 3, 5, 6, 7]. Наличие мощного окультуренного слоя является важнейшим условием для формирования в почве благоприятных условий по водно-воздушному, питательному и тепловому режимам почвы, повышению плодородия, более эффективному использованию удобрений, снижению эрозионных процессов, очищению почвы и посевов от сорных растений, вредителей, возбудителей болезней и др. При глубоком пахотном слое почвы более успешно решаются проблемы, связанные с устранением факторов, лимитирующих уровень продуктивности (переувлажнение, переуплотнение, дегумификация, смытость и др.) сельскохозяйственных культур. Вместе с тем, углубление пахотного слоя почвы методом припашки, постепенного окультуривания подпахотного слоя путем его рыхления или смены генетических го-

ризонтов , как правило, происходит с использованием энергетических ресурсов существующего гумусового слоя почвы

Цель настоящей работы – изучить влияние отдельных приемов и систем разной разноглубинной обработки почвы на динамику гумуса почвы в полевом севообороте на осушаемых минеральных почвах.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная работа выполнена в 1979-1987 гг. в стационарном полевом двухфакторном опыте, заложенном в 1978 году на опытном поле ФГБНУ ВНИИМЗ (Тверская область). Исследования проводились в двух полевых севооборотах, развернутых во времени в 3-х полях-закладках, с чередованием культур в первом севообороте зернотравяном: 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 (табл. 1).

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 [4]. 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 кис-

лотность 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. Наименьшая влагоемкость в пахотном слое почвы – 25,4 в % от веса и 33,8 % от объема почвы при объемной массе равной 1,33 г/см^3.

Таблица 1 – Приемы и глубина (см) основной обработки почвы в севооборотах

№ системы обработки почвы	Чередование культур в севооборотах*					
	Горохо-овсяная смесь	Оз. рожь/ Оз.пшеница	Овес/ Картофель	Ячмень +МТ	Озимая рожь	Яровая пшеница
1.	Вс** – 20-22	Вс – 20-22	Вс– 20-22	Вс– 20-22	Вс– 20-22	Вс–20-22
2.		Л - 10-12	Вс– 20-22	Л - 10-12	Вс– 20-22	Л - 10-12
3.		Л - 10-12	Л - 10-12	Л - 10-12	Вс– 20-22	Л - 10-12
4.	Вс. ВК - 30-32	Вс. ВК -30-32	Вс. ВК- 30-32	Вс. ВК-30-32	Вс. ВК -30-32	Вс. ВК- 30-32
5.		Л - 10-12	Вс. ВК- 30-32	Л - 10-12	Вс. ВК- 30-32	Л - 10-12
6.	Вс –28-30 - с припашкой 8-10 см и весенней перепашкой на ту же глубину	Вс –28-30	Вс –28-30	Вс –28-30	Вс –28-30	Вс–28-30
7.		Вс – 20-22	Вс – 20-22	Вс– 20-22	Вс– 20-22	Вс–20-22
8.		Л - 10-12	Л - 10-12	Л -10-12	Вс –28-30	Л - 10-12
9.	Д - 8-10, Ф - 20-22 - весной	Д – 8-10 Ф - 10-12	Д – 8-10 Ф - 10-12	Д – 8-10 Ф - 10-12	Д – 8-10 Ф - 20-22	Д – 8-10 Ф - 10-12
10.	Трехъярусная вспашка на 40-45 см	Вс – 20-22	Вс – 20-22	Вс–20-22	Вс– 20-22	Вс–20-22

- числитель – зернотравяной, знаменатель – плодосменный;

** 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

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 130м. 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.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Системы разноглубинной обработки почвы были смоделированы с участием разных приемов углубления корнеобитаемого слоя почвы и четырех глубин обработки: 10-12 , 20-22, 28-32 и 40-45 см. Увеличение глу-

бины обработки почвы проводилось путем рыхления подпахотного слоя без активного примешивания подпахотного слоя к пахотному, разовой припашки 8 см подпахотного слоя с двойным оборотом пласта и внесением органических удобрений в вовлеченный в обработку слой почвы, специальной 3-х ярусной вспашки на глубину 40-45 см со сменой местами подзолистого и иллювиального горизонтов. Рыхление подпахотного слоя на глубину 30-32см проводилось плугом с вырезными корпусами, мелкая обработка – дисковой бороной и лемешным лущильником, средняя и глубокая вспашка обычным плугом и фрезой, ярусная вспашка – 3-х ярусным плугом (ПТН-40).

В целом за ротацию севооборота баланс гумуса под влиянием комплекса факторов на всех вариантах опыта и по всем слоям почвы – пахотному, подпахотному и в слое 0-40см, сформировался положительным.

Динамика гумуса в слое 0-20см в течении ротации севооборота по основным вариантам обработки почвы приведена на рис.1.

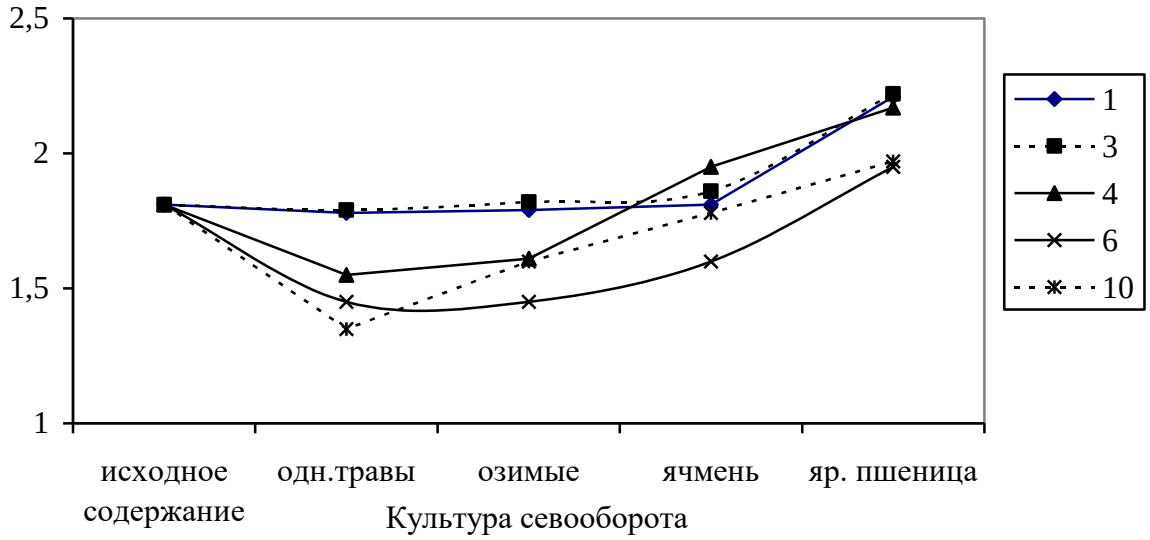


Рис.1. Динамика гумуса в пахотном слое почвы полевого севооборота (вар. 1, 3, 4, 6, 10)

Наиболее существенные изменения в балансе гумуса, связанные с обработкой почвы наблюдались на вариантах с приемами углубления пахотного слоя почвы. Увеличение глубины обработки почвы вносило существенные изменения в содержание гумуса как в пахотном, так и подпахотном слоях почвы. После однократного наложения глубоких обработок в пахотном слое под однолетними травами наблюдалось его снижение, в подпахотном – увеличение. Наиболее сильное снижение гумуса наблюдалось на вариантах с трехъярусной вспашкой и разовой припашкой 8 см с двойным оборотом пласта – 0,46-0,36%. При вспашке плугом с вырезными корпусами содержание гумуса снизилось – на 0,26-0,30%. При этом в подпахотном слое количество гумуса на этих вариантах на первой культуре увеличилось на 0,11- 0,25%.

Более глубокие изменения в содержании гумуса под влиянием приемов основной обработки почвы произошли за ротацию 8-польного севооборота. По отношению к исходному состоянию содержание гумуса в пахотном слое почвы по вариантам опыта увеличилось на 0,06-0,45%, наиболее значительное увеличение отмечено на вариантах с обычной вспашкой, где не было разбавления пахотного слоя за счет подпахотного. В подпахотном слое, наоборот, наиболее значительное увеличение содержания гумуса произошло на вариантах с углублением пахотного слоя за счет его примешивания к подпахотному. Увеличение гумуса на вариантах с глубокими обработками составило 0,62-0,78%, на контроле содержание гумуса также увеличилось, но значительно меньше – на 0,41% (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние приемов основной обработки почвы на содержание гумуса в почве полевого севооборота

(числитель – содержание гумуса в %, знаменатель – масса гумуса, т/га)

№ варианта	Слой почвы							
	0-20см (пахотный)				0-40 см			
	1980г.	1986г.	1986г. к 1979г.	1986г. к 1980г.	1980г.	1986г.	1986г. к 1979г.	1986г. к 1980г.
1.	1,78 46,2	2,21 57,4	+0,40 10,3	+0,43 11,2	1,20 67,2	1,62 90,7	+0,41 22,6	+0,42 23,5
2.	1,79 46,5	2,26 58,7	+0,45 11.6	+0,47 12,2	1,20 67,5	1,64 92,0	+0,43 23,9	+0,44 24,5
3.	1,79 46,5	2,22 57,7	+0,41 10,6	+0,43 11,2	1,20 67,5	1,62 91,0	+0,41 22,9	+0,42 23,5
4.	1,55 40,3	2,17 56,4	+0,36 9,3	+0,62 16,1	1,15 64,6	1,71 96,0	+0,50 27,9	+0,56 31,4
5.	1,51 39,3	2,01 52,2	+0,20 5,1	+0,50 12,9	1,14 63,6	1,59 88,8	+0,38 20,7	+0, 45 25,2
6.	1,45 37,7	1,95 50,7	+0,14 3,6	+0,50 13,0	1,11 62,0	1,60 89,7	+0,39 21,6	+0,49 27,7
7.	1,41 36,7	1,87 48,6	+0,06 1,5	+0,46 11,9	1,10 61,9	1,55 87,0	+0,34 18,9	+0,45 25,1
8.	1,44 37,4	1,95 50,7	+0,14 3,6	+0,51 13,3	1,13 63,5	1,58 88,2	+0,37 20,1	+0,45 24,7
9.	1,70 44,2	2,16 56,1	+0,35 9.0	+0,46 11,9	1,16 65,2	1,60 89,4	+0,39 21,3	+0,54 24,2
10.	1,35 35,1	1,97 51,2	+0,16 4,1	+0,62 16,1	1,14 63,6	1,71 95,6	+0,50 27,5	+0,57 32,0

Примечание: 1979г. – исходное содержание гумуса: пахотный слой – 1,81% (47,1т/га), слой 0-40см – 1,21 % (68,1т/га); 1980г. – после уборки однолетних трав, 1986г. – после уборки яровой пшеницы; масса почвы в пахотном слое 0-20см – 2600т/га, в подпахотном 20-40см – 3000 т/га, в слое 0-40см -5600т.

По отношению к содержанию гумуса, измененного первой обработкой (после уборки однолетних трав), к концу ротации в пахотном слое увеличилось на 0,43- 0,62%, наиболее значительное увеличение содержания гумуса за этот период отмечено на вариантах с 3-х ярусной вспашкой и

плугом с вырезными корпусами, наименьшее на контроле. В подпахотном слое почвы содержание гумуса по вариантам также увеличилось на 0,38-0,53%, однако различия между вариантами были менее значительными

Для общей оценки действия приемов углубления пахотного слоя почвы на баланс гумуса были сделаны расчеты по его динамике в слое 0-40см. Установлено, что за ротацию севооборота в слое 0-40см содержание гумуса по вариантам опыта увеличилось на 0,34-0,50% или 18,9-27,9 т/га. Основное увеличение содержания гумуса в почве за ротацию связано с положительным балансом органического вещества в севообороте, возделыванием многолетних трав, внесением органических удобрений, запашкой растительных остатков и соломы. Под влиянием приемов обработки почвы изменения в балансе гумуса в слое 0-40см наиболее значительными были на вариантах со вспашкой плугом с вырезными корпусами и трехъярусной вспашкой – запасы гумуса в этом слое почвы за ротацию под влиянием этих обработок по сравнению с контролем увеличилось на 4,9-5,3 т/га или 21,7-23,4% (рис.2).

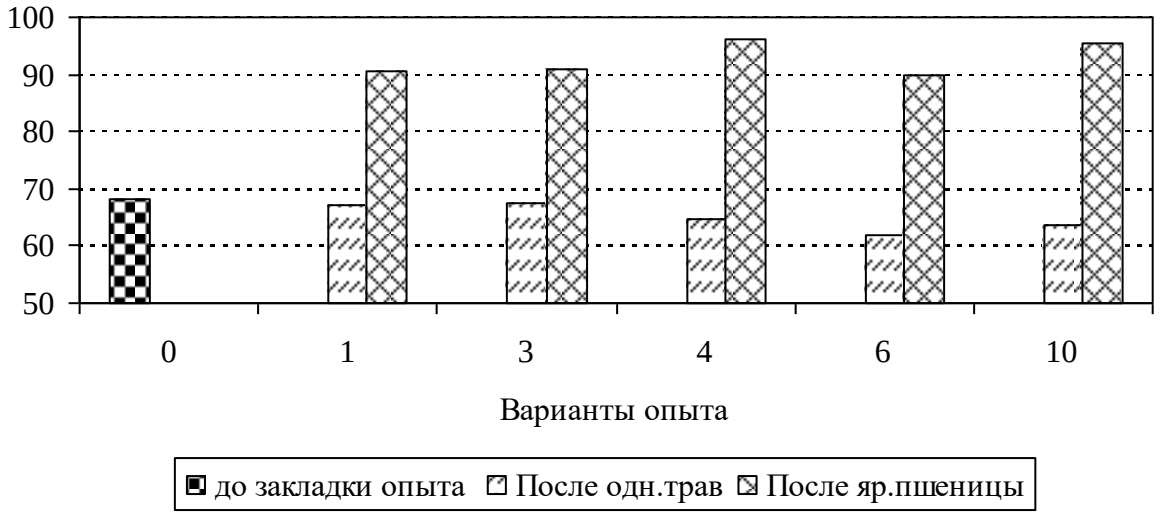


Рис.2. Динамика изменения запасов гумуса в слое 0-40 см под влиянием севооборота и приемов основной обработки почвы

Объясняется это тем, что на этих вариантах по отдельным культурам были получены более высокие урожаи, лучшим развитием корневых систем, поступлением в почву большего количества растительных остатков, более благоприятными агрофизическими условиями для гумификации органического вещества удобрений и растительных остатков. Влияние глубоких обработок почвы на урожайность культур проявилось, в основном, в паровом звене севооборота: однолетние травы (занятый пар) – озимые зерновые культуры.

Таким образом, вовлечение в обработку слабоокультуренных подпахотных горизонтов путем их рыхления без интенсивного примешивания к пахотному слою почвы следует рассматривать в качестве способа улучшения гумусового баланса осушаемых минеральных почв.

Литература

1. Абашев В.Д. Совершенствование системы обработки почвы на осушаемых почвах / Современные проблемы использования мелиорированных земель и повышения их плодородия: материалы Международной научно- практической конференции ГНУ ВНИИМЗ Россельхозакадемии, г.Тверь, 27-28 июня 2013 г. Тверь: Твер. Гос. Ун-т, 2013. С. 130-134
2. Бондарев А. Г. Теоретические основы и практика оптимизации физических условий плодородия почв //Почвоведение. -1994, № 11. -С.10-15.
3. 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.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416с.
5. Кирюшин В. И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия // Земледелие.- 2006.- №5. -С.12-14.
6. Макаров И.П., Кошкин П.Ф. Эффективность минимизации обработки дерново-подзолистых почв Кировской области /Тр. ВАСХНИЛ «Вопросы обработки почвы». – М.: Колос. - 1979.
7. Митрофанов Ю.И.,Чарушкина О.В. Эффективность приемов основной обработки почвы под картофель и овес в полевом севообороте на осушенных землях / Сб. научных трудов ВСХИЗО «Агротехника основных зерновых культур в нечерноземной зоне РСФСР». М:, 1982.

УДК 631.87: 635.21

ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ СОРТА «МАНИФЕСТ» ПРИ ВНЕСЕНИИ СИДЕРАТОВ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

Талашова А.В., аспирант
Научный руководитель – Алехина Ю.В., канд. с.-х. н., доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Беларусь

Получение высокого и качественного урожая невозможно без учета основного свойства почвы – плодородия, зависящего от количества гумуса и его качественного состава [1]. На данном этапе задачей сельскохозяйственной науки является поиск нетрадиционных резервов восполнения органического вещества почвы без специальных и трудоемких затрат. В этой связи представляет научный и практический интерес изучение влияния биологических мелиорантов, органических структурообразователей и удобрений на показатели плодородия почвы, урожай и качество одной из ведущих культур региона – картофеля [2].

Для сохранения естественного и достижения расширенного воспроизводства почвенного плодородия, обеспечивающего стабильный рост урожайности сельскохозяйственных культур, прежде всего, необходимо внесение органических удобрений в той или иной форме. Только они могут компенсировать потери органического вещества, связанные с его минерализацией и отчуждением с основной и побочной продукцией. Обога-

щение почвы органикой сопровождается активизацией деятельности микроорганизмов различных групп и почвенных животных, участвующих в процессах ее превращения и определяющих направленность процессов формирования и поддержания гумусового баланса. Структура и состав органических остатков (корни, пожнивные и поукосные остатки, побочная продукция, сидерат), а также соотношение в них углерода к азоту влияет на направленность и темпы их последующего превращения. Наиболее быстрой трансформации (минерализации и гумификации) подвергается свежая масса зеленых удобрений, богатая легкодоступными для микроорганизмов веществами (белками, аминокислотами, растворимыми углеводами) и основаниями [3,4].

Из литературных источников известно, что возврат в почву с пожнивно-корневыми остатками элементов питания составляет около 30 % от выноса, а коэффициенты их использования растениями значительно выше, чем из минеральных удобрений [5].

В условиях нехватки навоза или трудностей его доставки, возникает необходимость использования других источников органических удобрений, где наиболее дешевым и малоиспользуемым резервом является сидерация почвы [6].

Полевые исследования проводились в двухфакторном полевом опыте на опытном поле УНЦ «Тушково-1» в 2018 году с целью определения степени воздействия различных фонов удобрений на плодородие дерново-подзолистых легкосуглинистых почв в условиях орошения.

Схема опыта:

Фактор А

- контроль (без орошения)
- орошение при снижении почвенной влажности до уровня 70% от НВ

Фактор В

1 – минеральное питание;

2 – навоз + минеральное питание;

3 – однолетний сидерат+минеральное питание;

4 –двухлетний сидерат + минеральное питание.

Опыт заложен в четырехкратной повторности с площадью делянки 50 м^2 системой рендомизированных блоков. Площадь участка составляет 0,3 га.

2017 год. На всех делянках опыта высевается раннеспелый ячмень, в блоке с сидератами (вар. 3 и 4) под него был подсеян донник белый.

После уборки зерновой культуры перед проведением зяблевой вспашки на варианте 2 вносится навоз.

На варианте 4 отросший донник скашивается (с проведением учета урожая). Делянки вариантов 1, 2, 3 запахиваются. Вариант 4 с травостоем донника оставляется на 2 год использования.

После уборки зерновой культуры перед проведением зяблевой вспашки на варианте 2 (навоз+ минеральное питание) был внесен навоз в дозе 25 т/га.

На варианте 4 (двухлетний сидерат) отросший донник скашивался. Делянки вариантов 1, 2, 3 были запаханы, а вариант 4 с травостоем донника – оставлен на 2 год использования.

2018 год. На вариантах 1, 2, 3, 4 весной после запашки донника высевается пропашная культура.

В качестве пропашной культуры был использован среднеранний картофель сорта «Манифест». Технология возделывания картофеля использовалась стандартнаядля региона (кроме изучаемых факторов). Схема посадки картофеля:70×30 см. Посадка была произведена в гребни на семенные цели картофелесажалкой СН-4Б. Для окучивания использовался окучник КОН 2.8. За неделю до уборки ботва растений скашивалась. Уборка картофеля была выполнена комбайном ПКК-2-05 «ПАЛЕССЕ РТ25».

Важнейшим интегрированным показателем эффективности любого приема возделывания полевой культуры является ее урожайность. Результаты учета биологической урожайности картофеля представлены в табл. 1.

Таблица 1. Урожайность картофеля

Фон питания	Увлажнение	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю, т/га
Минеральные удобрения	Контроль	61,63	-
	70% от НВ	71,79	10,16
Навоз + минеральные удобрения	Контроль	65,12	-
	70% от НВ	73,28	8,16
Однолетний сидерат + минеральные удобрения	Контроль	63,76	-
	70% от НВ	72,34	8,58
Двухлетний сидерат + минеральные удобрения	Контроль	65,04	-
	70% от НВ	75,44	10,4
$НСР_{05}^{A}$=1,57; $НСР_{05}^{B}$=2,22; $НСР_{05}^{AB}$=3,14			

Анализ таблицы 1 показывает, что урожайность на вариантах контроля и орошения значительно разнилась, превышая контроль в среднем на 9,33 т/га. Максимальная урожайность в вариантах с орошением, составившая 75,44 т/га, была достигнута на варианте «Двухлетний сидерат + минеральные удобрения». Далее следует урожайность картофеля с использованием навоза и минеральных удобрений (73,28 т/га), что на 2,16 тонны ниже, чем с использованием сидерата второго года использования. Не значительно меньшую эффективность показал фон питания «однолетний сидерат + минеральные удобрения» и составил 72,34 т/га. Самая низкая урожайность из орошаемых фонов была выявлена при внесении минеральных удобрений – 71,79 т/га, что на 3,65 т/га ниже максимальной.

В условиях естественного увлажнения использование навоза и донника весенней запашки показало практически идентичные значения 65,12 т/га и 65,04 т/га, а донника осенней запашки – 63,76 т/га. Следует отметить, урожайность при минеральном питании оказалась самой низкой – 61,63 т/га.

Высокая продуктивность картофеля определяется рациональным сочетанием двух слагаемых урожайности сорта – числа клубней на одно растение и массы каждого из них.

Внесение различных форм удобрений оказывает значительное влияние на структуру урожая клубней. Полученные данные представлены в табл. 2.

Таблица 2. Структура урожая среднераннего картофеля сорта «Манифест»

Фон питания	Увлажнение	Масса клубней с 1-го куста, г				Число клубней с 1-го куста, шт			
		всего	>80	80-50	<50	всего	>80	80-50	<50
Минеральные удобрения	Контроль	1027,2	123,3	64,3	31,4	11,8	6,0	3,3	2,5
	70% от НВ	1196,5	117,9	63,8	28,3	17,3	5,8	5,3	6,3
Навоз+минеральные удобрения	Контроль	1085,3	117,4	63,1	30,1	14,8	6,0	3,8	5,0
	70% от НВ	1221,3	125,6	64,1	21,0	14,8	7,2	3,8	3,8
Однолетний сидерат + минеральные удобрения	Контроль	1062,6	130,9	65,3	27,5	12,0	5,8	3,4	2,8
	70% от НВ	1205,7	126,3	71,7	28,6	16,4	5,0	5,8	5,7
Двухлетний сидерат + минеральные удобрения	Контроль	1084,0	117,0	63,9	24,6	13,3	6,8	3,2	3,3
	70% от НВ	1257,3	111,1	65,8	25,7	20,9	5,3	6,6	9,0

Урожай картофеля с единицы площади определяется массой клубней под кустом. Анализ таблицы структуры урожая клубней картофеля показал, что на всех фонах удобрения проведение поливов повышало количество и массу клубней.

Наибольшее число товарных клубней (20,9 шт.), а также наибольшая масса клубней с 1-го куста 1257,3 г, были установлены на орошаемом варианте «Двухлетний сидерат + минеральные удобрения».

Средняя масса товарных клубней варьируется в пределах от 111,1 г до 130,9г. При этом максимальная масса – на варианте без орошения с однолетним сидератом, а минимальная на двухлетнем сидерате с увлажнением.

Полив в период клубнеобразования привелне только к изменению массы клубней с одного куста, но и к повышению числа клубней с одного куста всех фракций картофеля. Наибольшая прибавка по семенной, а также по мелкой фракции была на фоне двухлетнего донника и составила 3,4 шт. и 5,7 шт. соответственно. Наименьшее влияние было уставлено на варианте «навоз + минеральное питание». Так, среднее число товарных клубней

выросло на 1,2 шт. при поливе, семенных – осталось неизменным, мелких – уменьшилось в среднем на 1,2 шт.

Исходя из данных таблиц, можно сделать вывод о том, что при посадке картофеля в опыте на семенные цели, наиболее оптимальным оказался вариант «Двухлетний сидерат + минеральные удобрения» в условиях орошения со средней массой семенного клубня с куста 65,8 г и количеством клубней в 6,6 штук при урожайности картофеля в 75,44 т/га.

Литература

1. Еськов, А.И. Улучшать использование органических удобрений//Земледелие. -2000. -№ 6. -С. 24-25.
2. Малышев, М.И. Семенова, С.М. Элементы биологизации земледелия и их эффективность//Земледелие -2002. -№ 6. -С. 19.
3. Доева Л.Ю., Мамиев Д.М., Болиева З.А. Плодородие почвы и продуктивность картофеля при применении биомелиорантов и удобрений в РСО-Алания//Плодородие. -2010. -№ 3. -С. 31-32.
4. Лошаков В.Г. Пожнивная сидерация и плодородие дерново-подзолистых почв // Земледелие. 2007. № 1. С. 11–14.
5. Басиев С.С. Сидеральные культуры -повышение плодородия почвы и урожая картофеля //Земледелие. –№ 1. –2008. –С. 33.
6. Довбан К.И. Зеленое удобрение в современном земледелии. -Минск: Белорусское земледелие, 2009. –С. 404.

УДК 631.14:631.5

НОРМЫ ВЫСЕВА СЕМЯН И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Митрофанов Ю.И., к.с.-х.н., **Петрова Л.И.,** к.с.-х.н., **Первушина Н.К.**

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

В решении задач по созданию высокопродуктивных посевов зерновых культур особое значение имеет знание закономерностей формирования основных элементов структуры урожая, взаимосвязи их с природными факторами и приемами антропогенного воздействия на процесс формирования урожая. Уровень урожая зерновых культур, как известно, зависит от параметров трех основных элементов, составляющих структуру урожая: количества продуктивных стеблей на 1 м², количества колосков и зерен в колосе, массы 1000 зерен. Современные сорта озимой ржи позволяют получать на осушаемых минеральных землях 6,0 и более т зерна с 1 га. Большая роль в получении таких урожаев принадлежит адаптивным агротехнологиям, сортам интенсивного типа, удобрениям, обработке почвы, интегрированной системе защиты растений и др. Важным технологическим решением в системе управления продукционным процессом у зерно-

вых культур является установление обоснованных норм высева семян, что создает необходимые исходные условия для формирования оптимальной плотности продуктивного стеблестоя. При интенсивной технологии выращивания правильно установленная норма высева сохраняет свое значение и является одним из основных условий получения высоких урожаев зерна. Оптимизация плотности продуктивного стеблестоя для ржи должна осуществляться за счет умеренной нормы высева и более интенсивного кущения. Слишком высокая густота стеблестоя при интенсивной технологии приводит к полеганию посевов, плохому наливу зерна, большим потерям урожая, прорастанию зерна на корню во влажные годы. Вероятность полегания посевов ржи при 400 колосьях на 1 м^2 составляет менее 10-15 %, при 450 – 20-25 %, при 500 – 50-55 %, при 550 и более – от 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 является причиной недобора урожая.

Наши исследования по изучению процесса формирования продуктивного стеблестоя и оптимизации норм высева озимой ржи при интенсивной технологии ее выращивания проводились на опытном поле ФГБНУ ВНИИМЗ. Почвы опытного участка дерново-подзолистые хорошо окультуренные легкосуглинистые и супесчаные, глееватые и слабоогленные, осушаемые закрытым гончарным дренажем. Расстояние между дренами 20м, глубина заложения 0,9-1,2м. Способ посева озимой ржи – рядовой с шириной междурядий – 15см. Удобрения вносились на запланированный уровень урожайности.

Исследования показали, что при интенсивной технологии выращивания ржи норма высева может быть снижена до 4,0 млн. всхожих зерен на 1 га без ущерба для урожая. В среднем за 3 года урожайность ржи сорта Восход 1 при нормах высева 5 и 4 млн. всхожих зерен составила 6,36 и 6,37 т/га, т.е. была практически одинаковой. При дальнейшем уменьшении нормы высева – до 3,0 млн всхожих зерен на 1 га, урожайность ржи снизилась на 0,77 т/га или 12,1%, по сравнению с контролем, но была также высокой – 5,59 т/га. Аналогичные результаты были получены в опытах с сортом ржи Орловская 9. Высокий уровень урожайности 5,0-6,0 т зерна с 1га был получен при густоте всходов в диапазоне от 182 до 562 шт./м². Оптимальный уровень исходной густоты стояния растений составил 290 шт./ м². Урожайность ржи на этом варианте в среднем за 3 года составила 6,31т зерна с 1 га. Дальнейшее увеличение густоты всходов за счет повышения нормы высева не сопровождается ростом урожайности и приводит к не эффективному использованию семян. При заниженной густоте всходов (182 шт./м²) урожайность ржи снизилась, по сравнению с лучшим вариантом, на 0,38-0,50 т/га, но уровень ее на фоне интенсивной технологии был также высоким – 5,81 т/га. Исходя из этих данных при интенсивной техно-

логии посевы озимой ржи с густотой стояния всходов более 300 шт./м² можно считать загущенными, менее 200 – изреженными.

При определении нормы высева семян, позволяющей получить требуемое количество всходов ржи, необходимо учитывать полевую всхожесть семян. Сложность решения задачи с получением четко заданной густоты всходов определяется тем, что на полевую всхожесть семян 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 наших опытах полевая всхожесть семян в среднем за 17 лет составила 72,0% (предпосевная 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%. Для получения 290 всходов на 1 м^2 норма высева при средней полевой всхожести семян должна составлять 403 всхожих зерен на 1 м².

При рассмотрении взаимосвязи полевой всхожести семян с технологическими приемами следует учитывать, что рожь очень чувствительна к глубине заделки семян. В условиях повышенного увлажнения оптимальная глубина заделки семян составляет 2-3 см, а излишне глубокая их заделка, по отношению к оптимальной, опаснее, чем более мелкая. По обобщенным данным увеличение глубины заделки с 2-3 см до 5-6 см снижало полевую всхожесть семян 15,3%. Большое значение имеют сроки, качество и технология подготовки почвы, использование для посева более совершенных сеялок и др. Применение на предпосевной обработке почвы РВК-3,6 увеличивало полевую всхожесть семян при посеве обычной дисковой сеялкой в среднем по 2-м опытам на 9,6% – с 65,0 до 74,6%. Использование для посева катковой сеялки на легких почвах по фону культивации повышало полевую всхожесть семян на 10,8-18,4 %, по сравнению с обычной дисковой сеялкой, за счет более благоприятного и равномерного размещения семян ржи по глубине (средняя глубина заделки 2см), лучшего контакта их с почвой.

Исходная густота всходов 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. Одним из основных условий получения урожаев на уровне 5,0-6,0 т/га зерна является создание посева с плотностью стеблестоя в фазу кущения - трубкования 1000-1400 стеблей на 1 м², что позволяет к уборке иметь в посеве оптимальное количество стеблей с колосом - 400-500 шт/м². Большая роль в решении этой задачи принадлежит процессу кущения растений. На загущенных посевах процесс кущения протекал менее интен-

сивно, чем на посевах с оптимальной густотой всходов и с заниженной густотой. По мере увеличения количества растений на 1 м² интенсивность кущения отдельного растения снижалась. В зависимости от густоты стояния растений коэффициент кущения осенью изменялся в пределах от 2,8 при завышенной норме высева до 5,2 при заниженной. Перед выходом в трубку коэффициент кущения на вариантах с разной густотой всходов составлял от 5,0 до 7,5, а продуктивная кустистость от 2,2 до 5,5. На варианте с оптимальной густотой всходов в осенний период коэффициент кущения составил 3,9, перед выходом в трубку – 6,6, а продуктивная кустистость составила – 2,9 (таблица).

Таблица. Сохранность и кущение растений в зависимости от густоты всходов (интенсивная технология; предшественники – люпин на зерно и клевер 1 г.п.; две азотные подкормки – N30+60)

Показатель	Количество всходов, шт/м²				
	102	182	290	432	562
Количество растений после перезимовки, шт./ м²	76	139	215	268	334
Процент сохранившихся растений после перезимовки	73,1	76,3	74,1	62,0	59,4
Гибель растений в период весенне-летней вегетации	23,7	27,3	27,5	29,1	33,0
Сохранность растений, %	56,9	54,8	53,7	44,0	39,9
Кущение растений осенью	5,16	4,31	3,93	3,50	2,80
Кущение растений перед выходом в трубку	7,52	7,37	6,60	6,44	5,04
Продуктивная кустистость	5,54	3,94	2,95	2,64	2,23
Отношение количества продуктивных стеблей к количеству всходов	3,20	2,19	1,60	1,19	0,99
Отношение количества продуктивных стеблей к количеству перезимовавших растений	4,30	2,86	2,15	1,92	1,67
Урожайность, т/га	43,6	58,1	63,1	62,0	59,7

Вместе с тем следует учитывать, что на интенсивность процесса кущения, кроме густоты растений, оказывает влияние целый комплекс других факторов – предшественники, качество подготовки почвы, сроки и способы посева, глубина заделки семян, уровень почвенного плодородия, погодные условия и время возобновления весенней вегетации, подкормки азотными удобрениями весной (дозы и сроки).

Ответственным этапом, определяющим густоту стояния растений, плотность стеблестоя и продуктивность посева в целом является период перезимовки растений ржи. Лучше всего зимуют хорошо раскустившиеся растения с 3-4 побегами. Переросшие и слабо развитые растения зимуют хуже и процент погибших растений возрастает. Густота стояния растений является одним из факторов, определяющих сохранность растений в период перезимовки растений. Хуже зимовали менее развитые растения, сформировавшиеся в загущенных посевах. Гибель растений при перезимовке в таких посевах была существенно выше, чем в посевах с оптимальной или изреженной густотой растений. В наших опытах процент сохранившихся

растений после перезимовки в загущенных посевах составил 59,4-62,0%, а с оптимальной густотой растений – 74,1%. Большое влияние на перезимовку растений ржи оказывали погодные и почвенные условия. В неблагоприятные для перезимовки растений годы сохранность растений в опытах снижалась до 45%, а в благоприятные годы гибели растений практически не было – сохранность растений в период перезимовки составляла 100%. При одинаковой технологии выращивания на более окультуренных почвах с лучшими условиями по водно-воздушному режиму гибель растений ржи при перезимовке составляла 16,1%, с худшими условиями – 43,3 %.

Значительная гибель растений наблюдалась 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).

При интенсивной технологии возделывания ржи, по сравнению с нормальной, усиливается процесс кущения, улучшается сохранность растений и стеблей, повышается фотосинтетическая активность растений, увеличивается площадь листовой поверхности и продолжительность ее активной деятельности. Плотность посева оказывает очень сильное влияние на структуру урожая – количество стеблей с колосом, число зерен в колосе, массу 1000 зерен. При увеличении густоты растений возрастала общая плотность стеблестоя и количество стеблей с колосом. Увеличение плотности продуктивного стеблестоя сопровождалось снижением массы зерна в колосе (рисунок).

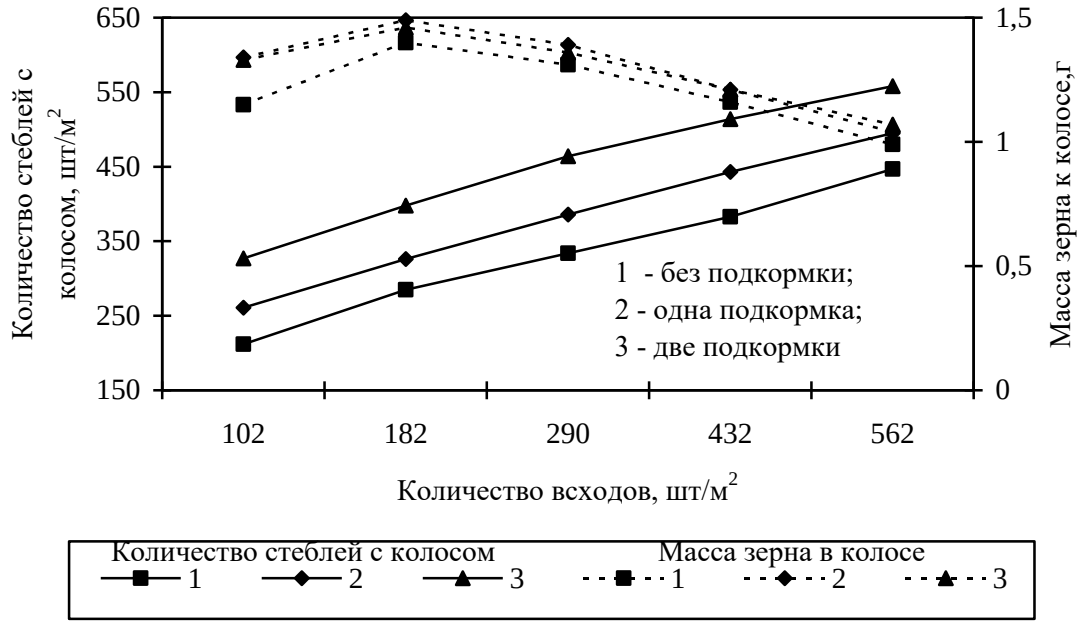


Рис. Влияние исходной густоты растений на продуктивный стеблестой и массу зерна в колосе

В процессе вегетации оперативно на плотность посева можно воздействовать через азотные подкормки. Первая подкормка (30кг/га) в начале возобновления вегетации увеличивала количество стеблей с колосом на варианте с оптимальной густотой всходов на 52 шт./ м², а вторая – на 78 шт./м². Для получения высоких урожаев зерна вторую подкормку азотом проводят с учетом растительной диагностики в фазу выхода в трубку и стеблевания растений. Это наиболее критический для формирования высокопродуктивного посева период, когда растения активно поглощают азот, идет усиленный рост стебля, листьев и колоса, происходит отмирание непродуктивных побегов, определяется количество колосьев на единице площади, число колосков и цветков в колосе и в конечном итоге урожайность зерна.

Таким образом, при практической реализации интенсивной технологии возделывания озимой ржи с уровнем урожайности 5,0-6,0 т зерна с 1 га важно учитывать основные закономерности формирования стеблестоя, влияние отдельных приемов и факторов на динамику этого процесса. Первостепенное значение имеет формирование структуры посева озимой ржи с плотностью продуктивного стеблестоя в диапазоне от 380 до 520 колосьев на 1 м² и массой зерна в колосе от 1,0 до 1,5 г. Решение этой задачи обеспечивается при норме высева семян 4,0-4,5 млн./га всхожих зерен и исходной густоте всходов 280-320 шт./м^2. При уменьшении нормы высева семян озимой ржи с 6,0 до 4,0 млн./га всхожих зерен расход семян на 1 тонну выращенного зерна снижается на 33,2%, а прямые затраты на возделывание ржи в расчете на 1 га за счет экономии семян сокращаются на 1150 рублей.

УДК 631.5:633.13

ЗАСОРЕННОСТЬ ОВСА ПРИ ГРЕБНИСТОМ ЛЕНТОЧНО-РАЗБРОСНОМ СПОСОБЕ ПОСЕВА 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., Казьмин А.Е.**
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г.Тверь, Россия

Как показывают исследования ФГБНУ ВНИИМЗ, одним из эффективных направлений повышения продуктивности и устойчивости посевов зерновых культур к неблагоприятным агроэкологическим факторам, является их специальный посев с размещением растений на профилированной поверхности [1-5]. Лучшие результаты обеспечивает ленточно-разбросной гребнистый способ посева сеялками СЗГК-3,6 (переоборудованная зерновая сеялка СЗ-3,6). При посеве этим способом семена лентой кладутся на выровненную поверхность почвы перед катками, вдавливаются ими в почву и закрываются загортачами путем нагребания почвы на ленту с форми-

рованием мелкогребнистой поверхности (Патент № 2083075, авт.: Митрофанов Ю.И., Митрофанова Г.Н., Алексеев А.П.). В условиях повышенного увлажнения такой посев обладает высокой технологичностью и адаптивностью, узел кущения всегда размещается выше по отношению уровня поверхности почвы в межгребневом пространстве, что обеспечивает повышенную защищенность растений при избыточном переувлажнении почвы в зоне расположения узла кущения. Создание более благоприятных агрофизических условий в зоне расположения узла кущения оказывает благоприятное влияние на рост, развитие и продуктивность растений.

Проблема применения ленточно-разбросного способа при выращивании яровых зерновых культур и, прежде всего овса, связана с тем, что весной верхняя часть посевного слоя почвы (0-2 см), при определенных погодных условиях, может быстро просыхать до влажности не позволяющей получать дружные полноценные всходы. При рассеве на поверхность семена ложатся на сухую почву, катки в этих условиях не обеспечивают хорошего вдавливания семян и необходимого контакта их с влажной почвой. Следствием этого является снижение полевой всхожести семян и изреживание всходов. Наиболее часто такое явление наблюдается на овсе при сухой ветреной погоде и запоздании с его посевом. Для создания семенам хороших условий для прорастания, как показали наши наблюдения, необходимо перед их рассевом на поверхность убрать сухую "пленку" почвы перед катком, чтобы семена ложились на влажную почву. Для этого были разработаны специальные приспособления, позволяющие освобождать ложе для семян от сухой почвы и выравнивать поверхность почвы для лучшей работы катка (вариант сеялки – СЗГК-3,6У) [6,7]. Оценка усовершенствованного ленточно-разбросного гребнистого способа посева проводилась в 2015-2017 годах. Фактическая урожайность овса на усовершенствованном варианте гребнистого ленточно-разбросного способа посева в среднем за 3 года увеличилась на 0,82 т/га или 27,7 %. Наибольший прирост урожая от выравнивающего устройства (0,45 т/га) был получен в 2015 году с засушливым посевным периодом, наименьший, статистически недоказанный, в 2017 году с избыточно влажными условиями – 0,13 т/га (3,9%). Вместе с тем, по биологической урожайности прибавка урожая при улучшенном способе посева, по сравнению с неулучшенным, составила 0,13-0,45 т/га. Улучшенный вариант гребнистого посева свое преимущество в урожайности в 2015-2017гг., по сравнению с неулучшенным, сформировал за счет всех 3-х структурных элементов продуктивности растений (табл.1).

Таблица 1 – Влияние гребнистого способа посева на урожайность овса, 2015-2017 гг.

Год	Способ посева			Прибавки урожая:	
	Рядовой – СЗ-3,6	Гребнистый – СЗГК-3,6	Гребнистый – СЗГК-3,6 У	±	%
2015	3,04	3,60	4,05	+1,01	133,2
2016*	2,79	3,57	3,83	+1,04	137,3

2017	3,05	3,33	3,46	+0,41	113,4
Среднее	2,96	3,50	3,78	+0,82	127,7

ПРИМЕЧАНИЕ: в среднем по способам посева и вариантам ухода за посевами (без боронования, с боронованием, гербициды)

Наблюдения за посевами овса в период вегетации показали, что изучаемые способы сева оказывают несколько разное влияние на засоренность посевов. При гребнистом ленточно-разбросном способе засоренность посевов овса однолетними сорняками была ниже как по количеству и видовому составу, так и по их массе (табл.2).

Таблица 2 – Засоренность овса при разных способах посева (среднее за 2015-2016гг., перед уборкой)

Показатели	Гербициды			Без гербицидов	
	СЗ-3,6 (контроль)	СЗГК-3,6	СЗГК-3,6У	СЗГК-3,6	СЗГК-3,6У
Количество сорных растений, шт./м^2	24	1,5	2,5	15,5	15,5
Из них многолетники, шт./ м^2	0	0	0	0	0,5
Количество видов	2	1	0,5	3	1,5
Воздушно- сухая масса, г	26	9,1	3,6	15,9	21,9

В засушливом 2015 году засоренность посевов овса на всех вариантах опыта в целом была ниже порога вредоносности и не оказала влияния на продуктивность растений овса. Урожайность овса на контроле (без гербицида) составила 3,35 т/га зерна, на фоне гербицида – 3,37 т/га. В 2016 году засоренность посевов овса на всех вариантах опыта была также невысокой. Прибавка урожая овса от способа посева составила 0,78т/га зерна, от применения гербицида – 0,13-0,18т/га. Следует отметить, что на гребнистых посевах действие гербицида на засоренность овса было более заметным, по сравнению с обычным посевом. Связано это, видимо, с инфраструктурными особенностями размещения растений по площади питания при ленточно-разбросном способе посева. В среднем за 2 года засоренность посевов овса на фоне гербицидов была более низкой при гребнистом способе посева – по воздушно-сухой массе в 3,5-7,2 раза. Следует отметить, засоренность посевов овса на безгербицидном фоне при ленточно-разбросном способе посева была даже ниже, чем на контроле – обычный посев с обработкой посевов гербицидами.

Таким образом, посев овса ленточно-разбросным гребнистым способом является эффективным приемом, позволяющим существенно повысить урожайность овса и снизить засоренность его посевов, что создает определенные предпосылки для отказа от применения гербицидов в технологиях с гребнистыми посевами.

Литература

1. Митрофанов Ю.И. Возделывание озимой ржи на профилированной поверхности //Земледелие. - 1993. №7. -с.31.
2. Митрофанов Ю.И. О способах посева озимой ржи на осушаемых землях // Зерновое хозяйство. -2006. №3. -С. 10-14.
3. Митрофанов Ю.И. Озимая рожь на осушаемых землях Нечерноземной зоны (монография), г. Тверь: АгросферА. 2008. - 166 с.
4. Митрофанов Ю.И. Озимая рожь на осушаемых землях Верхневолжья // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. - 2013, №5. - С.28-32.
5. Митрофанов Ю.И.. Петрова Л.И. и др. Гребнистый посев озимой ржи на осушаемых землях. Мелиорация и водное хозяйство 21 века: проблемы и перспективы развития: Материалы Международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, 27-28 августа 2014г., - Тверь: Твер. гос. ун-т, 2014 - Кн.1 - С. 214- 220.
6. Митрофанов Ю.И., Симонов В.Ф., Лукьянов С.А. Сеялка для гребнистого ленточно-разбросного способа посева зерновых культур. Инновационные агро- и биотехнологии в адаптивно-ландшафтном земледелии на мелиорированных землях: Материалы Междунар. научно-практ. конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, 15-16 сентября 2016г. – Тверь: Твер. гос.ун-т,2016. – С.185-189.
7. Митрофанов Ю.И., Пугачева Л.В., Гуляев М.В., Смирнова Н.А., Лукьянов С.А., Казьмин А.Е. Гребнистый ленточно-разбросной способ посева овса на осушаемых землях. Инновационные агро- и биотехнологии в адаптивно-ландшафтном земледелии на мелиорированных землях: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, 15-16 сентября 2016г. – Тверь: Твер.гос.ун-т,2016. – С.69-73.

УДК 631.811

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТА ЖФБ НА РАСТЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Смирнова Ю.Д., к.б.н., **Кашкова А.А.**

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

Обработка картофеля перед посадкой позволяет ускорить рост растения, уберечь его от вредителей, грибковых и бактериальных заболеваний, а также увеличить урожайность [1]. Этот метод применяется в хозяйствующих структурах разного уровня. Рынок препаратов для предпосевной обработки имеет как химическую, так и биологическую природу, кроме этого, препараты различаются спектром действия – выполняют только одну функцию, либо сочетают в себе комплекс, способный одновременно выполнять обеззараживающую, стимулирующую и защитную функции, подавляя грибную и почвенно-гнилостную инфекцию, усиливая иммунитет растений, улучшая работу корневой системы. Полифункциональные препараты чаще всего имеют биологическую природу, что позволяет получать экологически чистый продовольственный картофель, и делает их все больше популярным у сельхозтоваропроизводителей.

В отделе биотехнологий ФГБНУ ВНИИМЗ разработан биопрепарат ЖФБ, получаемый по ферментационно-экстракционной технологии из

смеси торфа и отходов животноводства (навоза и помета). Состав ЖФБ многогранен: агрономически полезная микрофлора, физиологически активные вещества, набор макро- и микроэлементов [2]. Биопрепарат ЖФБ широко апробирован на сельскохозяйственных культурах путем обработки вегетирующих растений и показал высокую эффективность в увеличении урожайности и повышении качественных характеристик возделываемых культур [3].

Для установления оптимальной концентрации биопрепарата ЖФБ для предпосевной обработки клубней картофеля проводился лабораторный эксперимент. Предварительно отобранные здоровые клубни картофеля раннеспелого сорта «Винета», сортировались по весу: 50-60 г, 60-70 г, 70-80 г, 80-90 г. В каждом варианте было равное количество клубней каждой фракции. Испытывали пять различных концентраций биопрепарата: 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 %. Рабочий раствор препарата готовили путем разбавления биопрепарата водопроводной водой или раствором прилипателя. Обработку клубней проводили в затененном месте посредством их замачивания в рабочем растворе биопрепарата на 1,5-2 часа.

Таблица – Биометрические показатели растений картофеля в результате обработки клубней биопрепаратом ЖФБ

Вариант	Ср. длина стеблей, см	Ср. сырая масса растений, г			Ср. сухая масса растений, г		
		стебли	листья	растение	стебли	листья	растение
Сухие	18,2	11,42	2,40	13,82	0,787	0,383	1,170
Вода	21,4	12,22	2,79	15,01	0,970	0,442	1,412
ЖФБ 10 % (вода)	21,3	12,84	2,91	15,75	0,879	0,459	1,338
ЖФБ 5 % (вода)	21,9	11,14	2,34	13,48	0,765	0,388	1,153
ЖФБ 2 % (вода)	23,3	13,14	2,93	16,07	0,972	0,459	1,431
ЖФБ 1 % (вода)	25,8	12,94	2,84	15,78	0,889	0,438	1,327
Прилипатель	24,1	12,71	2,96	15,67	0,944	0,453	1,397
ЖФБ 10 % (прил.)	23,9	15,27	3,00	18,27	0,908	0,480	1,388
ЖФБ 5 % (прил.)	25,7	15,52	3,05	18,57	1,100	0,489	1,589
ЖФБ 2 % (прил.)	26,5	15,29	2,89	18,18	0,997	0,434	1,431
ЖФБ 1 % (прил.)	23,3	14,10	3,02	17,12	0,954	0,466	1,420

Посадку осуществляли в пластиковые контейнеры с увлажненной торфяной почвой (до 60 %, определяемой термостатно-весовым способом) из расчета 300 г почвы на 1 клубень, далее проводился регулярный полив почвы для поддержания данной влажности. В качестве контролей исследовались варианты посадки сухих клубней, а также клубней, обработанных

только водой или прилипателем. Повторность эксперимента четырехкратная. Эксперимент длился в течение 1 месяца. Для определения эффективности используемого жидкофазного биопрепарата учитывались следующие биометрические показатели растений картофеля: длина стеблей, масса сырых стеблей и листьев, масса сухих стеблей и листьев.

При анализе полученных данных можно однозначно констатировать, что применение прилипателя для приготовления рабочего раствора ЖФБ вместо воды, оказало значительный положительный эффект на все изучаемые параметры растений картофеля. В среднем длина стебля растений картофеля в вариантах с разбавлением ЖФБ прилипателем была больше на 1,78 см (8 %), сырая масса растений – на 2,77 г (18%), сухая масса – на 0,14 г (11 %) по сравнению с вариантами, где разбавление осуществлялось водой.

Прилипатель позволяет улучшить смачивание растений посредством устранения поверхностного натяжения, повышает липкогенность биопрепарата, тем самым увеличивая количество питательных веществ на поверхности клубня, что способствует пролонгированному действию и уменьшению непродуктивного расхода биопрепарата.

В качестве прилипателя мы использовали молочный обрат в концентрации 10 % к объему приготовленного рабочего раствора биопрепарата. Молочный обрат является побочным продуктом при переработке молока на сливки и сметану, что сводит его стоимость к минимальной. Обрат практически не содержит жира, а также отличается бедным витаминным составом. При этом в нем содержатся питательные элементы (йод, марганец, медь, натрий, фосфор, кальций, калий, магний, железо, цинк, кобальт) и в большом количестве лактоза, которая придает ему свойства прилипателя.

Самые наименьшие биометрические показатели растений картофеля были в варианте без замачивания клубней картофеля перед посадкой (сухих).

При выборе наиболее эффективной концентрации ЖФБ явного лидера по всем изучаемым параметрам не определялось. В вариантах с разбавлением водой максимальная средняя длина стеблей была от 1% раствора (на 4,4 см выше чем в контрольном варианте вода), а средняя сырая масса растений от 2 % раствора биопрепарата (на 7 % больше).

В вариантах с применением прилипателя максимальная средняя длина стеблей была от 2 % раствора (на 2,4 см выше, чем в контрольном варианте прилипатель), средняя сырая масса растений в вариантах с 2, 5 и 10 % раствором биопрепарата различалась незначимо и была в среднем на 17 % больше, а наибольшая сухая масса растений – от 5 % раствора биопрепарата (на 14 % выше), по сравнению с вариантом, где применялся только прилипатель.

Положительные результаты по увеличению биометрии растений картофеля позволяют косвенно судить о благоприятном действии биопрепара-

та ЖФБ на формирование урожая картофеля. Для проверки данного эксперимента планируется проведение полевого опыта с обработкой клубней биопрепаратом ЖФБ, с использованием концентраций 2, 5 и 10 % приготовленного с использованием прилипателя (молочного обрата).

Литература

1. Устименко, И.Ф. Приемы подготовки клубней картофеля к посадке [Электронный ресурс] / сайт Великолукской Государственной сельскохозяйственной академии. URL: http://www.vgsa.ru/agroland/quest/page/3882/ (дата обращения: 13.02.2018)
2. Рабинович, Г.Ю. Инновационная технология для решения проблем агроэкологии / Г.Ю. Рабинович, Ю.Д. Смирнова, Е.А. Васильева, Н.В. Фомичева // Региональная экология. – 2015. – № 6 (41). – С. 32-40.
3. Рабинович, Г.Ю. Эффективность применения биопрепаратов в растениеводстве/ Г.Ю. Рабинович, Ю.Д. Смирнова // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2017. – № 3 (32). – С. 25-30.
4. Консервирование молока и молочных продуктов. Обрат, пахта, сыворотка. [Электронный ресурс] / Заголовок с сайта «Продукты питания». URL: comodity.ru›domproduct/milkpreservation/4.html. (дата обращения: 26.09.2018).

РАЗДЕЛ II. Проблемы кормопроизводства на мелиорированных землях

УДК 633.2/.3[550.3]:631.559

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕЛЕНОЙ И СУХОЙ МАССЫ СИЛЬФИИ ПРОНЗЕННОЛИСТНОЙ НА ЧЕТВЕРТЫЙ ГОД ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ

Шелюто Б.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия, г. Горки, Беларусь

Увеличение производства кормов возможно при повышении продуктивности посевов и эффективном использовании имеющихся ресурсов, включая малопригодные земли. Необходимо вводить крупнотравные виды, посевы которых обеспечивают получение высокого урожая, отдавая приоритет малозатратным технологиям, обращая внимание на продуктивность растения, качество зеленой массы биологические (холодостойкость, неприхотливость к почвам и переувлажнению) и хозяйственные достоинства (долголетние, способность к отрастанию) культуры. Интродукция экологически стойких видов имеет важное производственное значение для земледелия лесной зоны.

Сельскохозяйственные культуры в силу своих биологических особенностей по-разному реагируют на свойства тех почв, на которых они возделываются. Одни культуры очень чувствительны и требовательны к условиям произрастания и дают хороший урожай только на плодородных почвах, другие менее требовательны и могут давать неплохие урожаи на разных по плодородию почвах.

Среди перспективных кормовых растений многими учеными России, Украины и других стран изучена сильфия пронзеннолистная [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

В Европу ее завезли в XVIII веке как декоративное растение. В ботанических садах Черновицкого и Львовского университетов сильфия растет более 60 лет.

Сильфия пронзеннолистная одна из самых урожайных кормовых культур. Она способна давать высокий урожай зеленой массы в зоне с количеством выпадения осадков до 500 мм и более – 1500-1600 ц/га. На орошаемых землях южной зоны свыше 2300 ц/га [6]. Впервые это растение попало на белорусскую почву – в Центральный ботанический сад АН БССР – в 1963 г., немного семян было получено из Черновиц от З.И. Грицака. Экспериментальные исследования проводились в Витебской области В.С. Павловым (1969-1973 гг.). Им было установлено, что среди новых кормовых растений наиболее продуктивной культурой была сильфия

пронзеннолистная с урожайность зеленой массы 1001 ц/га, выходом сухого вещества − 200,5 и сырого протеина − 19,36 ц/га [9].

Растения из этого семейства отличаются высокой приспособленностью к жизни в самых разных почвенно-климатических условиях. Оно многочисленное по количеству видов и поэтому может быть постоянным резервом для интродукции и пополнения состава культивируемых в сельскохозяйственном производстве кормовых культур [7].

Сильфия пронзеннолистная – кормовая культура высокой хозяйственной ценности. Зеленая масса может использоваться для скармливания в виде зеленого корма, силоса, травяной муки и резки. Поедаемость сельскохозяйственными животными корма из сильфии хорошая. Скармливание зеленой массы и силоса повышает молочную продуктивность коров и жирность молока [7, 10].

Ввиду того, что сильфия пронзеннолистная для условий Беларуси является культурой малоизученной, возникает необходимость отработки приемов возделывания и использования ее на корм. Поэтому в наших исследованиях ставилась задача изучить особенности роста, развития растений и формирования урожайности зеленой и сухой массы четвертого года жизни сильфии пронзеннолистной в зависимости от способа посева.

Опыт заложен на дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком пылеватом лёссовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком на глубине около 0,9 м.

Агротехнические показатели подпахотного 20-40 и пахотного 0-20 см слоя почвы следующие: pH в KCL 6,0-6,6, гидролитическая кислотность 1,17-0,86 мг.-экв.на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями 91-96%, содержание гумуса (по Тюрину) 0,73-1,65 %, подвижных соединений P_2O_5- 97-181 мг и K_2O- 164-192 мг на 1 кг почвы.

Фенологические наблюдения за сроками наступления очередных фаз развития проводились визуально. Началом наступления очередной фазы развития считалось наступление ее у 10 % растений, а полная фаза отмечалась при наступлении ее у 75 % растений на делянках.

Для определения густоты стеблестоя и удельной массы побегов проводился подсчёт и взвешивание всех побегов растений с площади 0,25 м^2 параллельно с определением ботанического состава травостоев. При определении облиственности к фракции "листья" относились черешки листьев.

Урожайность в опытах учитывалась методом сплошного скашивания растений со всей делянки и взвешивания. Параллельно отбирались растительные образцы в металлические бюксы для высушивания, определения содержания влаги и пересчёта на выход сухого вещества.

В 2018 году растения 4-го года жизни начали отрастать только к середине апреля. Начало фазы стеблевания (рис.1) наблюдалось через 18-20 дней (8 мая), к наступлению полной фазу стеблевание 5 июня высота растений составляла от 0,89 до 1,01м. На одно растение приходилось от 13 до 22 стеблей. Густота стеблестоя находилась в пределах от 10,1 до 19,2 шт/м^2. Процент облиственности составил от 44,8 до 48,5%.

Рисунок 1 – Сильфия пронзеннолистная 4-го года жизни, начало июня 2018 г.

Растения, посеянные из семян (таблица 1.), сформировали в среднем 13 стеблей, высотой 0,95 м. При количестве растений 30,0 тыс. шт./га густота стеблестоя составила 390 тыс. шт./га. Масса 100 стеблей была в пределах 11,0 кг. Процент облиственности составил 44,8.

Таблица 1 – Структура урожая сильфии в фазу стеблевания

Варианты	Высота растений, м	Количество стеблей на 1 растение, шт.	Количество растений на тыс. шт./га	Густота стеблестоя, тыс.шт/га	Масса 100 стеблей, кг	Облиственность, %
Посев семенами						
Семена	0,95	13	30,0	390,0	11,3	44,8
Посадка рассады						
70Х30	0,96	15	27,7	415,5	10,2	45,8
70Х50	1,00	15	17,3	259,5	18,4	47,1
70Х70	1,01	17	12,9	219,3	20,8	48,5

При посадке рассадой растения 5 июня 2018 г. достигали 0,96-1,01 м в высоту, имели от 15 до 17 стебля на одно растение. Густота стеблестоя варьировала в пределах от 219,37 до 415,5 тыс. шт./га. Масса 100 стеблей составляла от 10,2 до 20,8 кг. Необходимо здесь отметить, что по сравнению с 2017г. растения в этой фазе отставали в своем развитии, кроме количества образованных стеблей и густоты стеблестоя. На наш взгляд этому

повлияли погодные условия 2018г. – жара и отсутствие осадков. Облиственность составила от 44,8 до 48,5%.

Густота стояния растений оказала значительное влияние на рост и развитие сильфии пронзеннолистной 4–го года жизни. Как видно из приведенных данных табл. 1, чем гуще был травостой, тем ниже высота растений, меньше количество стеблей на 1 растение и их масса.

Фаза цветения. Наступление фазы у рассады приходилось на 2июля, полная– 20 июля, у семенного посева начало фазы –7 июля, полная– 23 июля (рис.2). В результате исследований получено, что при посадке рассады (таблица 2) высота растений в фазу цветения составляла от 222 до 240 см, при наличии от 16 до 27 побегов на 1 растение. При посеве семенами высота растений была немного ниже, на уровне 220 см, а количество побегов составила 15 шт. на одно растение.

Рисунок 2 – фаза цветения, июль 2018 г.

Масса 100 побегов колебалась от 21,0 до 27,0 кг. Наибольшую массу побегов сформировала рассада от 22,0 до 27,0 кг, в свою очередь побеги варианта семенами весили 21,0 кг.

Густота стеблестоя находилась в пределах от 348,3 до 450,0 тыс. шт/га. Облиственность опыта колебалась от 29 до 33,7 %, наибольшую облиственность имел вариант посева семенами, а наименьшую схема посадки рассады 70х50– 29,0%. Этот показатель имеет обратную зависимость от высоты растений, чем оно выше, тем меньший % облиственности.

Таблица 2 – Биометрические показатели сильфии пронзеннолистной в фазу цветения

Варианты	Высота растений, см	Масса 100 побегов, кг	Количество побегов на 1 растение, шт.	Количество растений тыс. шт./га	Густота стеблестоя,тыс. шт./га	Облиственность, %	Биологическая урожайность, ц/га
Посев семенами							
Семена	220	21,0	15	30,0	450,0	33,7	945,0
Посадка рассады							
70Х30	227	22,0	16	27,2	435,2	31,0	957,4
70Х50	240	25,0	23	17,3	397,9	29,0	994,7
70Х70	222	27,0	27	12,9	348,3	30,0	940,4
$НСР_{05}$							21,3

Расчет биологической урожайности зеленой массы сильфии пронзеннолистной в уборочную фазу – полное цветение показал, что она колебалась от 940,4 до 994,7 ц/га.

Способы посева оказали существенное влияние на биологическую урожайность зеленой массы сильфии пронзеннолистной, выше она была при посадке рассадой по схеме 70х50 см и составила 994,7 ц/га. Несколько ниже была урожайность при посеве семенами и рассадой по схеме 70х30 см, она составила 945,0 и 957,4 ц/га, что меньше на 49,7 и 37,3 ц/га, при $НСР_{05}$ равной 21,3 ц/га (табл. 2)

Посадка рассадой по схеме 70х70 см обеспечила снижение урожайности по сравнению с рассадой по схеме 70х50 см на 54,0 ц/га, а по сравнению с посевом семенами снижение урожайности находилось в пределах ошибки опыта.

Литература

1 Абрамов, А. А. Сильфия пронзеннолистная в кормопроизводстве АН Украины. Центральный ботанический сад им. Н.Н. Гришко / А. А. Абрамов. – Киев: Наукова думка, 1992. – 155 с.

2 Асемкулова, Г.Б. Влияние приемов возделывания на урожайность нетрадиционных кормовых культур в условиях юго-востока Казахстана / Г. Б. Асемкулова // Кормопроизводство. – М., 2011. – № 11. – С. 37–39.

3 Гладкова, Л.И. Использование новых видов растений в кормопроизводстве / Л.И. Гладкова. – М., 1987. – 48 с.

4 Головатенко, М.И. Испытание кормовых растений, перспективных для зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края / М.И. Головатенко // Технология и экономика овцеводства. – Ставрополь, 1994. – С. 103–125.

5 Данилов, К.П. Сильфия пронзеннолистная / К. П. Данилов // Кормопроизводство, – 1992, – №4, – С. 19–20.

6 Емелин, В.А. Даты наступления укосной спелости культуры, питательная ценность и продуктивность сильфии пронзеннолистной в зависимости от фаз развитии/В.А.

Емелин. – Витебск: ВГАВМ,2016.- 74 с.
7. Емелин, В. А. Сильфия пронзеннолистная: хозяйственная ценность, биология и технология возделывания/ В.А. Емелин. – Витебск: ВГАВМ,2011.–36с.
8. Косторной, В.Ф. Дополнительные резервы / В.Ф. Косторной // Кормовые культуры. 1989. – №2. – С. 31–34.
9. Павлов, В.С. Интродукция новых кормовых растений в северной зоне Белоруссии / В. С. Павлов // Ботаника (исследования). Вып. 23. – Минск: Наука и техника, 1981. – С. 183-187.
10. Костицкая, Е.В. Сильфия пронзеннолистная – перспективная кормовая культура/Е.В. Костицкая. //Научный поиск молодежи XXI века: материалы XII Международной научной конференции студентов и магистрантов, Горки, 28-30 ноября 2011г. Часть 1/Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, редакционная комиссия: А. П. Курдеко (гл. ред.) [и др.].– Горки, 2011. – 454с.

УДК 631.847.21 : 633.2/.3”550.3”

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПОСОБОВ ПОДСЕВА В ДЕРНИНУ ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ

Ю.В. Алехина, канд. с.-х. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь

Одним из основных условий повышения продуктивности сенокосов и пастбищ является обеспечение азотом многолетних трав. Азот минеральных удобрений дорог и энергоемок, часть вносимого в почву азота вымывается, загрязняя грунтовые воды и водоемы. Важным резервом сокращения затрат энергии является замена минерального азота биологическим, фиксируемым клубеньковыми бактериями бобовых трав. Многолетние бобовые травы занимают особое место как источник пополнения в фураже белковых веществ. Их способность формировать богатую белком биомассу и накапливать атмосферный азот с давних пор используются в сельском хозяйстве [2].

Для оценки возможностей бобовых трав фиксировать симбиотически связанный азот нами в течение ряда лет проведены полевые опыты на северо-востоке Республики Беларусь.

Азотфиксация зависит от ряда факторов внешней среды и биологических особенностей бобовых растений. При закладке опытов были обеспечены все основные условия, способствующие процессу фиксации бобовыми травами атмосферного азота. Почва опытного участка имела pH близкую к нейтральной, семена перед посевом были обработаны ризоторфином и раствором молибденово-кислого аммония, вносились оптимальные дозы фосфорных и калийных удобрений ($P_{60}K_{90}$).

Азотфиксация бобовых трав определена разностным методом. Указанный способ дает количество азота, фиксированного травами и реализованного для формирования урожая, и не включает азот, накапливающийся

в корнях и в пожнивных остатках. Азот, взятый из почвы, устанавливается по содержанию его в злаково-разнотравном травостое, без подсева бобовых трав и выращиваемого на фоне фосфорно-калийного удобрения и известкования[1].

Для создания укосных травостоев определенный интерес имеет изучение возможности подсева в дернину долголетних, ценных в кормовом отношении бобовых трав: люцерны, лядвенца рогатого, козлятника и др. Использованием данных видов можно существенно увеличить продолжительность действия подсева, сократить энергозатраты, снизить себестоимость продукции [3].

Нами изучался подсев в дернину люцерны посевной различными нормами высева и совместный подсев люцерны посевной с клевером луговым.

Наиболее интересные результаты получены при изучении этих вариантов в условиях различного по интенсивности подавления конкуренции исходного травостоя (табл.1).

Таблица 1. Урожайность, продуктивность и азотфиксация люцерны и люцерно-клеверных смесей, подсеянных в дернину в среднем за 4 года использования

Варианты	Урожайность, т/га сухой массы	Продуктивность		Азотфиксация, кг/га
		Обменная энергия, ГДж/га	Переваримый протеин, кг/га	
1. Полное уничтожение прежнего травостоя раундапом (6 л/га)				
Люцерна 2 кг/га	3,56	36,3	332	59
Люцерна 4 кг/га	3,84	40,4	376	65
Люцерна 6 кг/га	4,22	45,8	434	78
Люцерна 8 кг/га	4,40	48,0	448	81
Люцерна 3,2 + клевер луговой 0,8 кг/га	4,40	46,9	457	83
Люцерна 4,8 + клевер луговой 1,2 кг/га	5,33	58,4	559	108
2. Подавление роста прежнего травостоя раундапом (2 л/га)				
Люцерна 2 кг/га	3,47	34,2	320	20
Люцерна 4 кг/га	3,99	39,2	381	24
Люцерна 6 кг/га	4,04	39,4	379	24
Люцерна 8 кг/га	4,87	47,9	454	30
Люцерна 3,2 + клевер луговой 0,8 кг/га	4,54	48,8	439	34
Люцерна 4,8 + клевер луговой 1,2 кг/га	5,06	51,6	487	38
$НСР_{05}$	0,21			

В среднем за 4 года наблюдений лучший урожай дали травостои с подсевом люцерны нормой 8 кг/га и люцерно-клеверные смеси, особенно вторая смесь с повышенными нормами высева (в сумме 6 кг/га).

При различной интенсивности подавления конкуренции в обоих блоках замечено, что травостои с участием люцерны наиболее активно формируют наземную массу только при высоких нормах высева. Отсюда следует, что только при условии высоких норм высева люцерна способна за-

нимать доминирующее положении в ценозе. В вариантах с совместным подсевом люцерны и клевера наблюдается бурное развитие бобового компонента уже в год подсева – прежде всего за счет клевера лугового. Одновидовой подсев люцерны в первом году развивался слабо, что в прочем соответствует биологии данного вида.

Отметим, что при обоих способах подавления конкуренции исходного травостоя совместные посевы люцерны и клевера отличались более высокой продуктивностью – выходом обменной энергии и сбором переваримого протеина. Наиболее высокие показатели достигнуты после полного уничтожения исходного травостоя раундапом (58,4 ГДж/га обменной энергии и 559 кг/га переваримого протеина.

Наибольшее количество азота фиксировано в бобово-злаковых травостоях в среднем за 4 года в блоке, где исходный травостой перед подсевом был полностью уничтожен в результате применения раундапа. Здесь самый высокий уровень азотфиксации имели варианты с подсевом люцерно-клеверных смесей и, особенно при подсеве в дернину люцерны 4,8 кг/га и клевера лугового 1,2 кг/га. Оба варианта с люцерно-клеверными смесями фиксировали азота больше, чем любой из травостоев с подсевом одной люцерны посевной.

Во втором блоке азотфиксация была более ослабленной, но из вариантов сравнительно больше азота накопили в надземной массе те травостои, которые были обогащены подсевом в дернину люцерны 4,8 кг/га и клевера лугового 1,2 кг/га.

При подсеве в дернину люцерны наиболее активно азотфиксация идет при полном уничтожении прежнего травостоя раундапом (6л/га) и использовании нормы высева 8 кг/га, весьма эффективно подсевать смесь люцерны с клевером луговым общей нормой 6 кг/га.

Литература

1. Алехина Ю.В. использование биологического азота в луговом кормопроизводстве : Монография / БГСХА, Горки, 1998, 68 с.
2. Мееровский А.С., Касьянчик С.А., Соколов Г.А. Роль оптимизации азотного питания в повышении качества многолетних трав// Применение азотных удобрений и качество сельскохозяйственной продукции/ Мат науч. Конф. – Вильнюс, 1989. – С.52-53.
3. Попов Н.В., Бычинская Р.П. Подсев клевера в дернину // Кормопроизводство. – 1986.- №9. –С. 21-24.

УДК 633.2.031

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПИТАТЕЛЬНОСТЬ ЗЕЛЕНОЙ МАССЫ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР, ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

А.Д.Капсамун, д.с.-х.н., **Е.Н.Павлючик,** к.с.-х.н., **Н.Н.Иванова,** к.с.-х.н., **Е.А. Васильева,** к.б.н., **Л.В. Пушкина**

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

Одной из важнейших проблем в сельскохозяйственном производстве остается получение и сохранение высококачественных кормов из многолетних бобовых культур козлятника восточного, клевера лугового и люцерны изменчивой.

Производство и использование кормов из этих культур является резервом в укреплении кормовой базы и организации рационального, полноценного кормления сельскохозяйственных животных в условиях осушаемых земель Нечерноземья. Невысокая требовательность к почвенному плодородию, способность давать высокие урожаи зеленой массы, агротехническая значимость в сырьевом конвейере характеризуют их как культуры низкого экономического риска.

Изучение различных растительных основ, используемых для приготовления силоса, сенажа, сена, показывает их неодинаковую пригодность для данной технологии вследствие особенностей биохимического состава и условий выращивания [1, 2, 3, 4, 5].

Для улучшения качества, снижения потерь питательных веществ и повышения продуктивности скота необходимо постоянное совершенствование и разработка новых технологических приёмов и способов консервирования кормов. Особенно остро стоит вопрос заготовки объёмистых кормов из бобовых культур (козлятника восточного сорта Гале, люцерны изменчивой и клевера лугового), относящихся к группам трудно силосующихся трав и, в то же время, являющиеся одним из основных источников белка для жвачных животных. В ранние фазы вегетации они обладают высокой энергетической питательностью (10,2-11,2МДж ОЭ), богаты макро- и микроэлементами (1, 4, 5, 6].

В связи с этим дальнейшее совершенствование технологий консервирования растительного сырья с целью получения высококачественного корма, близкого по переваримости питательных веществ к исходному материалу, с минимальными потерями питательных веществ, при снижении затрат финансовых и материально-технических средств является важной задачей.

Методика исследований. Экспериментальная и аналитическая часть исследований выполнена в ФГБНУ ВНИИМЗ (Тверская область). Объек-

том исследования являлись травостои многолетних бобовых культур (козлятник восточный, люцерна изменчивая, клевер луговой) и многолетние злаковые травостои (тимофеевка луговая, овсяница луговая, ежа сборная).

Исследования по эффективности консервирования проводились свежескошенной и провяленной зеленой массой. Растения скашивали в наиболее хозяйственно-значимые сроки: фазы бутонизации - начала цветения. Свежескошенную и провяленную в течение 36 часов зеленую массу доставляли в лабораторию и после предварительного измельчения использовали в трехкратной повторности для лабораторного анализа исходного состава и закладки опытных партий силосов.

Исследования проводили в соответствии с «Методическими рекомендациями по изучению в лабораторных условиях консервирующих свойств биологических препаратов, используемых при силосовании. Силос закладывали в герметически закрываемые ёмкости. Каждый вариант в лабораторных условиях закладывали в трехкратной повторности. В качестве контрольного варианта силосовали измельченное и тщательно перемешанное сырье без добавок. Опыт, сопровождался зоотехнической оценкой качества готовых кормов [7].

Исходную массу и готовый корм анализировали на содержание сухого вещества и сырых питательных веществ (протеина, клетчатки, жира, золы и БЭВ). Оценку качества силоса дополнительно проводили по содержанию продуктов брожения (pH, органические кислоты).

Для изучения поедаемости, переваримости питательных веществ рационов и процессов обмена в организме коров азота, макро- и микроэлементов были проведены физиологические опыты по общепринятым методикам (Томмэ, 1969; Григорьев и др., 1989), а химический состав кормов и кала подопытных животных изучали по общепринятым методикам зоотехнического анализа [7].

Результаты исследований.

Установлено, что изменение содержания и соотношения питательных веществ в растениях подчинены определенным закономерностям. Во всех изучаемых кормовых культурах по мере их роста и развития уменьшается содержание сырого протеина, жира, легкопереваримых углеводов и возрастает доля структурных углеводов – клетчатки, целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина. Анализ данных по многолетним травам, исследуемым по фазам вегетации, свидетельствует о том, что за период роста и развития наблюдается четкая обратная регрессивная зависимость между содержанием сырой клетчатки и сырого протеина.

Так, у козлятника восточного на каждый процент повышения содержания клетчатки по мере вегетации растений (от 22,64 до 30,33%), или 1,34, содержание сырого протеина уменьшается в среднем (от 24,81 до 20,74%) или 0,84. По мере роста и развития растений увеличивается как содержание сухого вещества, так и сырой клетчатки; от фазы стеблевание

до начало цветения на 1,99 и 7,69%, а концентрация энергии при этом уменьшается от 10,05 до 8,65 МДж (табл.1).

Бобовые культуры, включая козлятник восточный, относятся к трудно силосующимся растениям. В связи с этим приготовление высококачественного силоса из козлятника восточного, клевера лугового, люцерны изменчивой в чистом виде и в смеси другими травами требует особых технологических приемов: выбора соответствующей фазы вегетации (в которой данная культура имеет оптимальное соотношение питательных веществ); использования углеводистых добавок, бактериальной закваски; провяливание массы. Согласно нашим исследованиям, оптимальным сроком заготовки объемистых кормов (силоса сенажа) из бобовых культур, в частности для козлятника восточного является фаза бутонизации - начало цветения.

Таблица 1 – Химический состав зеленой массы многолетних бобовых культур по фазам вегетации

Фаза вегетации	Сухое вещество	Органическое вещество	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Сырой жир	БЭВ
Козлятник восточный						
Стеблевание	20,23±0,27	94,12±1,31	24,81±0,13	22,64±0,33	2,18±0,13	44,49±0,38
Бутонизация	21,75±0,12	95,40±1,08	23,52±0,58	26,92±0,30	2,14±0,14	42,82±0,44
Цветение	22,22±0,21	95,63±0,90	20,74±0,21	30,33±0,35	2,92±0,15	41,64±0,49
Клевер луговой						
Стеблевание	18,83±0,14	90,02±0,58	19,86±0,34	17,26±0,37	3,49±0,05	45,41±0,86
Бутонизация	20,22±0,12	91,05±0,36	14,39±0,23	25,77±0,35	2,40±0,10	48,49±0,31
Цветение	23,60±0,38	94,24±0,61	10,42±0,34	28,81±0,35	2,74±0,07	52,22±0,46
Люцерна изменчивая						
Стеблевание	21,00±0,12	91,86±0,57	16,50±0,38	27,70±0,50	2,65±0,08	45,01±0,33
Бутонизация	24,70±0,22	93,08±0,38	15,70±0,24	34,20±1,30	1,38±0,29	41,80±1,01
Цветение	29,6±0,58	93,92±0,27	15,40±0,38	35,60±0,50	1,92±0,12	41,01±0,92

Любые изменения химического состава растений, связанные с ростом и развитием, а также вследствие биохимических процессов в растительных клетках при «голодном обмене» в результате обезвоживания при провяливании сопровождаются соответствующими изменениями их питательной ценности. Определенную роль в этом играют и видовые особенности растений.

Клевер луговой и козлятник восточный в фазе бутонизации, как ожидалось, представляли собой сложный материал для проведения силосования. Люцерна изменчивая и козлятник восточный превосходили клевер лу-

говой по концентрации в сухом веществе кормовых единиц на 0,09-0,12, обменной энергии на 0,96-1,16 МДж и переваримого протеина на 26,6-18,2г. Люцерна также содержала больше кальция на 4,8г, но меньше фосфора и каротина. Козлятник в составе сухого вещества накапливал меньше на 5,7г кальция, на 0,4г фосфора.

Такие особенности химического состава клевера лугового дают определенные преимущества для успешного силосования в сравнении с люцерной изменчивой и козлятником восточным.

Чтобы оценить качество силоса исследования заложенных вариантов опыта проводили через 40, 60, 90 суток хранения. Силос оценивали по органолептическим показателям, активной кислотности и соотношению молочной, уксусной и масляной кислот.

Для улучшения качества силоса из козлятника восточного в стадии бутонизации - начала цветения была использована вариант частичной дегидротация массы, обеспечивающая доведение влажности до 65-70% за 4-6 часов провяливания при температуре 23-25º и сохранения каротиноидов от разрушения. Быстрое, в течение 4-6 часов, провяливание зеленой массы козлятника восточного в благоприятную погоду следует рассматривать и, как возможность повышения качества провяленной массы, в сравнении с свежескошенной. Важным моментом является обезвоживание зеленой масссы до 65-70% в день скашивания.

При консервировании провяленной зеленой массы козлятника восточного с влажностью 65% биохимические процессы в силосе несколько изменились. Качество силоса заметно повысилось и оно в основном отвечало требованиям 1 класса (табл.2).

Таблица 2 – Качественная характеристика исследуемых силосов в процессе хранения (провяленная до 65% влажности)

Кормовая культура	Производственная оценка				Соотношение кислот, %			Влажность	Качество, класс
	запах	цвет	структура	pH	молочная	уксусная	масляная		
Через 40 дней после закладки									
Козлятник восточный	фруктовый	желто-зеленый	сохранено	4,76	76,4	23,6	-	64,90	1
Клевер луговой	слабо кислый	темно зеленый	нормальная	4,30	76,2	23,8	-	65,40	1
Бобово-злаковая смесь	фруктовый	желто зеленый	нормальная	4,46	78,22	15,35	6,43	64,78	1
Через 60 дней после закладки									
Козлятник восточный	фруктовый	желто-зеленый	сохранено	4,35	84,1	15,9	-	63,92	1
Клевер луговой	слабо кислый	темно зеленый	нормальная	4,40	73,50	36,50	-	65,37	1

Бобово-злаковая смесь	фрукто-вый	желто-зеленый	нормаль-ная	4,98	74,88	1327	11,85	64,54	1
Через 90 дней после закладки									
Козлятник восточный	фрукто-вый	желто-зеленый	сохране-но	4,27	81,1	18,9	-	64,01	1
Клевер луговой	слабо кислый	темно зеленый	нормаль-ная	4,45	71,50	28,50	-	66,70	1
Бобово-злаковая смесь	фрукто-вый	желто-зеленый	нормаль-ная	4,40	76,41	20,78	2,81	63,75	1

По внешнему виду получаемый силос был похож на свежескошенную траву. Силос был желто-зеленого цвета с приятным фруктовым запахом, несколько напоминающим запах сена. Первоначальная структура растений полностью сохранилась. На ощупь масса была лишь немного влажная. Содержание сухого вещества в полученном корме колебался от 34,4 до 36,2%.

Силос, заготовленный из провяленных трав изучаемых культур, имел довольно высокое содержание органического вещества. Так, его содержание в силосе из трав, скошенных в фазу бутонизации - начала цветения было: у козлятника восточного на уровне 95,4%, в клевере луговом – 91,05% и в люцерне – 93,8% от сухого вещества. Содержание сырого протеина – 23,52; 14,40 и 15,70%, сырой клетчатки 26,9; 25,8 и 34,2%, соответственно. Концентрация энергии в одном килограмме сухого корма составляла: в силосе из козлятника восточного – 0,90, клевера лугового – 0,72 и люцерны – 0,78. Все варианты заготовленного силоса из провяленной массы козлятника восточного имели требуемое содержание молочной кислоты (от 76 до 84%), уксусной – 14 до 26%.

Силос из провяленной массы козлятника восточного по органолептической оценке был очень хорошим и на протяжении всего периода исследований не менялся. Отмечено незначительное снижение кислотности в процессе хранения силоса: pH был через 40 дней 4,76, через 60 – 4,35, через 90 дней – 4,27.

Соотношение молочной и уксусной кислот через 40 дней составило 76,4:23,6, через 60 дней содержание молочной кислоты несколько уменьшилось, а уксусной возросло и соотношение стало 84,1:15,9, но эти изменения соответствовали содержанию данных кислот в доброкачественном силосе.

Исследования силоса из клевера лугового по органолептической оценке был очень хорошим и на протяжении всего периода исследований его качество не менялось. Незначительное снижение его кислотности отмечалось в процессе хранения (через 40 дней pH – 4,3; через 60 – 4,4; через 90 дней – 4,45), но это не отразилось на качестве силоса. Соотношение молочной и уксусной кислот в нем через 40 дней составило 76,2:23,8%, через

60 дней содержание молочной кислоты несколько уменьшилось, а уксусной возросло и соотношение изменилось и стало 73,5:26,5%, через 90 дней – 71,5:28,5%, но эти изменения соответствовали содержанию данных кислот в доброкачественном силосе. Высококачественный силос был получен из смеси бобово-злаковых трав, кислотность которого через 40 дней процессе хранения соответствовала норме и ее pH составила 4,46. В процессе хранения наблюдалось небольшое раскисление силоса, через 60 дней pH был равен 4,98. В процессе хранения органолептические показатели силоса из бобово-злаковой смеси практически не изменялись. Произошло небольшое измение кислотности, и после 90 дней хранения pH стал равен 4,40, а соотношение молочной и уксусной кислот 76,41:20,78. Снижение кислотности с 4,98 до 4,40 произошло за счет увеличения общего количества органических кислот, в частности, уксусной кислоты. Качество силоса по этим показателям оставалась высоким.

Выводы:

1. Козлятник восточный является ценной кормовой культурой. При скашивании его в фазу бутонизации содержание сырого протеина составило 23,52%, клетчатки – 26,92%, обменной энергии – 9,65МДж в 1 кг сухого вещества.

2. Правильное проведение провяливания массы, учитывающее особенности продукционного процесса и технологические свойства конкретного ее вида зеленой массы, позволяет свести до минимума потери питательных веществ, заготовить корм высокого качества.

3. Провяливание зеленой массы, как способ ее консервирования, позволяет получить кормовой продукт, пригодный для длительного хранения и использования, незаменимый для обеспечения полноценного кормления скота в зимне-стойловый период.

Литература

1.Бондарев, В. А. Технологии приготовления высококачественного энергонасыщенного силоса из высокобелковых бобовых трав / В. А. Бондарев, А. А. Панов, Н. И. Лошманова, Г.Г. Нефедов // Кормопроизводство. -2004. - №4. – С.29-32.

2. Капсамун, А.Д. Производство и использование кормов из козлятника восточного в рационах молочных коров. Монография. -Тверь, -2012.- 198с.

3.Капсамун, А.Д. Оценка энергетической и протеиновой питательности растительных кормов, выращенных на мелиорированных землях./А.Д. Капсамун, В.П. Дегтярев. //Адаптивное кормопроизводство, №4.- 2012.-с.41-46.

4 Косолапов, В.М. Повышение качества кормов – непременное условие успешного развития животноводства //Аграрная наука.-2008.-№1.-С27-29

5.Косолапова В.Г. Химический состав и переваримость питательных веществ козлятника восточного первого укоса./ В.Г. Косолапова, А.И. Артёменкова, Л.А.Трузина //Кормопроизводство.- 2016.- №2.- С.45-47

6. Победнов Ю А. Основы и способы силосования трав / Ю.А. Победнов// Научное издание.- 2010.- 192с.

7.Практикум по зоотехническому анализу кормов: учебное пособие/ Под общ. ред. И.Ф. Драганова, В.М. Косолапова. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. - 320с.

УДК 631.

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДОЛГОВРЕМЕННОГО МОНИТОРИНГА УРОЖАЙНОСТИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

Д.А. Иванов, чл.-корр. РАН, д.с.-х.н., профессор,
О.В. Карасева, к.с.-х.н., **М.В. Рублюк,** к.с.-х.н., **Лисицын Я.С.**
ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия

На основе результатов долговременного мониторинга состояния агрогеосистем можно разработать алгоритмы прогнозирования урожайности сельскохозяйственных растений и плодородия почв. Прогностические возможности землепользователя определяют гибкость и адаптивность применяемых им технологий возделывания культур и поддержания плодородия почв.

В современных условиях, вследствие дефицита агрохимикатов и денежных средств весьма актуальна интенсивная биологизация севооборотов путем включения в них нескольких полей многолетних трав. Такое положение является вполне оправданным, так как на синтез минеральных удобрений затрачивается в 5 раз больше энергии за счет не возобновляемых источников, чем на фиксацию атмосферного азота бобовыми растениями [1].

Исследование временной изменчивости продуктивности разновозрастных травостоев в пределах агроландшафта позволяет выявить основные процессы адаптации агроценоза к природным условиям конкретных местоположений. Выявление факторов, влияющих на производство сена, дает возможность получения новых знаний в области агроландшафтоведения, как в фундаментальном, так и в прикладном аспектах. Целью данной работы является исследование влияния факторов природной среды мелиорированного агроландшафта на продуктивность злакобобовых травостоев 1, 2 и 3 г.п. для разработки методов адаптивного травосеяния в зернотравяных севооборотах.

Исследования проводились в 2001-2017 гг. на агроэкологическом полигоне ФГБНУ ВНИИМЗ, расположенном в 4-х км к востоку от г.Тверь [2], на клеверотимофеечных травосмесях разного возраста, изначально состоящих из клевера «Вик 7» и тимофеевки «Вик 9». Удобрения в ходе опыта не вносились. В природном отношении агроэкологический полигон ФГБНУ ВНИИМЗ представляет собой участок конечно-моренного холма с относительной высотой 15м. Почвообразующие породы представлены двучленными отложениями с различной глубиной залегания морены. Почвенный покров – вариация-мозаика дерново-подзолистых почв разной степени заболоченности. Полигон осушен гончарным дренажем со средним междренным расстоянием – 30м.

Объект исследования представляет собой полосу шириной 72 и длиной 1300 м, пересекающую все ландшафтные позиции моренного холма –

межхолмные депрессии (на севере и юге полигона), пологие склоны (северной и южной экспозиции) и плоскую вершину. Вдоль этой полосы (трансекты) расположены 7 полей зернотравяного севооборота, три из которых заняты злакобобовыми травосмесями. Исследования урожайности трав и свойств почв проводились в 30 точках опробования, регулярно расположенных на расстоянии 40 м друг от друга в пределах каждого севооборотного поля. Структура наблюдений для каждой точки была следующей: 1.Урожайность сена, ц/га; 2. Влажность почв, об. %; 3. Содержание гумуса, %; 4. pH(kCl); 5. Hr мгэкв/кг.; 6. P_2O_5 мг/кг; 7. K_2O мг/кг; 8. Степень разложения льнополотна, %; 9. Доля бобовых в травостое, %; 10. Доля злаковых в травостое, %; 11. Доля разнотравья в травостое, %; 12. Соотношение бобовых к злаковым, %;

Кроме этого, на основании данных Тверской метеостанции, исследовалось влияние на урожайность трав следующих метеопараметров вегетационного периода каждого года исследования: 1. Гидротермический коэффициент по Селянинову; 2. Сумма осадков, мм; 3. Среднесуточная температура, ^{0}C; 4. $\sum t>10^0$. В своей работе мы исходили из положения, что вегетационный период трав включает в себя июль-сентябрь года, предшествовавшего укосу и май-июнь года укоса.

Все факторы, задействованные в моделях, можно объединить в три группы: 1. Факторы почвенного плодородия; 2. Факторы агроклимата; 3. Ценотические факторы.

Все данные за каждый год и по каждому травостою обрабатывались методами мультирегрессионного анализа пакета STATGRAPHICS Plus. Степень воздействия факторов (%) на урожайность травостоев определялась по методу Н.А. Плохинского путем деления факториальной суммы квадратов на общую [3].

На рис. 1 показаны обобщенные результаты мультирегрессионного анализа влияния факторов природной среды на продуктивность совокупности трав всех возрастов.

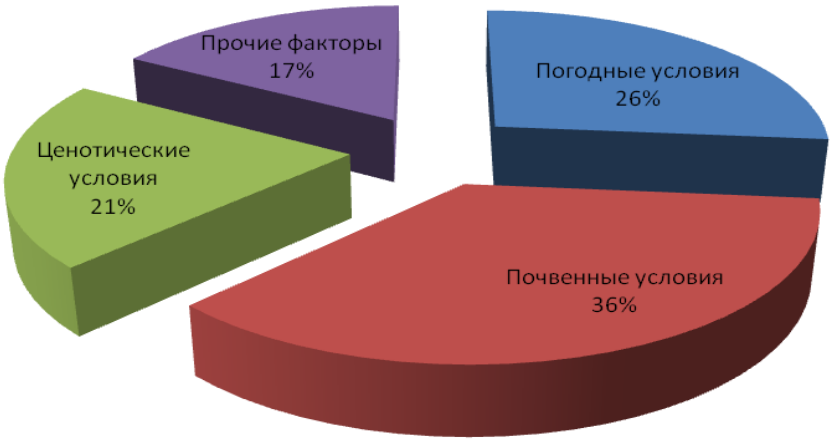


Рисунок 1 Влияние факторов природной среды агроэкологического полигона на продуктивность совокупности травостоев

Главную роль в формировании урожайности трав играют почвенные условия, на втором месте по влиянию на продуктивность травостоев находятся факторы агроклимата, а на третьем их ценотические особенности. 17% вариабельности в производстве сена в хозяйствах, расположенных на конечно-моренных грядах Верхневолжья, определяют прочие факторы, которые, либо не оказали достоверного воздействия на травостои, либо не учтены данным статистическим анализом.

На рис. 2 показано влияние этих же факторов на травостои разного года пользования. Максимальное воздействие почвенные условия оказывают на продуктивность трав 1 и 3 г.п. Вариабельность погодных условий наиболее сильно влияет на урожайность трав 2 г.п.

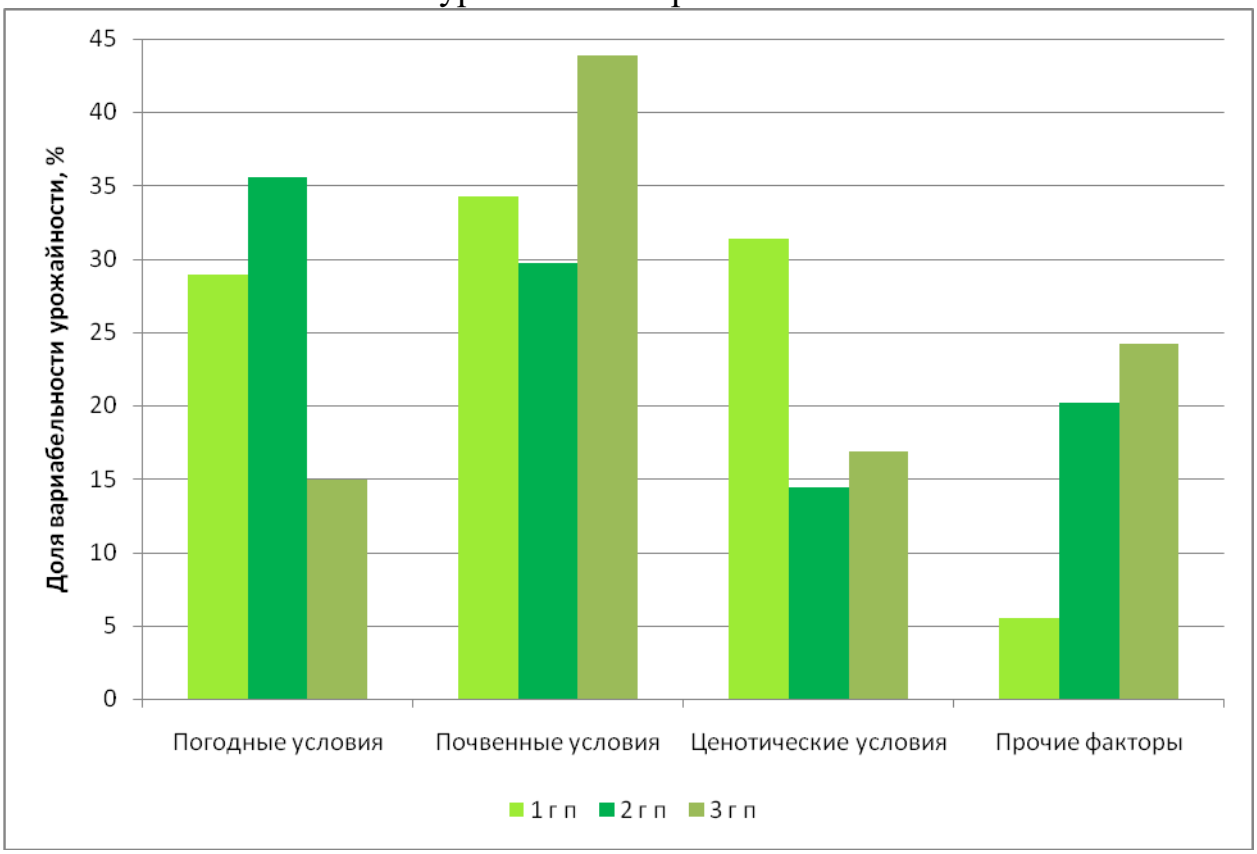


Рисунок 2. Влияние факторов природной среды агроэкологического стационара на продуктивность разновозрастных травостоев.

Особенности ценотических процессов сильнее влияют на урожайность трав 1 и 3 г.п, чем средневозрастных травостоев. По мере старения сенокосов в пределах зернотравяного севооборота наблюдается увеличение влияния на их продуктивность прочих факторов.

Объяснение выявленным закономерностям можно дать только при учете характера перестройки травяного агроценоза при старении. В процессе сукцессии в травостоях 1 и 3 г.п. наблюдается усиленная конкуренция разных видов за почвенные ресурсы – в молодых травостоях между бобовыми и злаками, в старых – между сеяными видами и разнотравьем. В

травах 2 г.п. межвидовая борьба несколько затухает (между бобовыми и злаками устанавливается динамическое равновесие), что выводит на первый план метеоусловия.

Исходя из результатов наблюдений, можно рекомендовать применение разнообразных агрохимических мероприятий при выращивании трав 1 и 3 г.п. Для трав 2 г.п. более актуально применение мероприятий тепловых мелиораций.

Литература

1. Благовещенский, Г.В. Современные проблемы производства кормов из трав и их решения./ Г.В. Благовещенский, В.Н Кутровский // Кормопроизводство 2009 - №6 – С. 8-12.
2. Иванов Д.А. и др. Создание ландшафтного полигона нового поколения. / Д.А. Иванов, Е.М. Корнеева, Р.А. Салихов, Л.И. Петрова, Л.В. Пугачева, М.В. Рублюк // Земледелие, № 6 1999, с.15-16.
3. Плохинский Н.А. Биометрия. / Н.А. Плохинский, -М.: изд-во МГУ, 1970, - 268с.

УДК:631.582

ПРОДУКТИВНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВОСТОЕВ В КОРОТКОРОТАЦИОННОМ СЕВООБОРОТЕ

В.А.Тюлин, д.с.-х.н., профессор, **В.П.Сутягин,** д.с.-х.н., профессор
ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия»
г.Тверь, Россия

В системе земледелия, которая ведётся на адаптивной, биологической основе определяющими являются орографический, эдафический факторы, и антропогенный, при котором поступление органического вещества в почву, в основном, осуществляется за счёт пожнивно-корневых остатков, особенно многолетних бобово-злаковых трав. Многолетние травы обогащают почву органическим веществом. Исследования на ландшафтно-экологическом полигоне ФГБНУ ВНИИМЗ показали, что накопление пожнивно-корневых остатков зависит от того, на каком агромикроландшафте произрастают растения, и от сочетания компонентов в травосмеси. К третьему году жизни трав пожнивно-корневые остатки у всех компонентов увеличились в 1,5-5 раз по сравнению с первым годом. При этом несколько выше оказалась масса пожнивно-корневых остатков в двухкомпонентной смеси и посевах люцерны синей в чистом виде на элювиально-аккумулятивном ландшафте [2].

Орографический фактор непосредственного влияния на жизнь растения не оказывает, но он дифференцирует поверхность и этим изменяет напряженность некоторых факторов. За счет рельефа увеличивается разнообразие местообитаний. Эдафические или почвенно-грунтовые факторы определяются механическим и химическим составом почвы, ее водным и

температурным режимом. Во ВНИИМЗ установлено, что продуктивность сельхозкультур определяется почвенно-гидрологическими условиями, складывающимися под влиянием рельефа. Многолетние травы можно возделывать в любых микроландшафтах [8]. При разработке способов адаптации обработки почв, питания и защиты растений требуется учет не только агроэкологических свойств конкретного АМЛ, но и закономерностей миграции веществ в пределах всего агроландшафта (урочища). При этом ориентиром должны быть агроэкологические и производственные особенности подчиненных членов геохимического сопряжения, так как они чувствительны ко всем изменениям природной среды вышележащего местоположения [4].

Наряду с энергией абиотических факторов агрофитоценозы используют большое количество дополнительной антропогенной энергии. Антропогенная энергия поступает в различной форме и определяется структурой посевных площадей, минеральными удобрениями, биоразнообразием культурных растений. На ландшафтном полигоне формирование продуктивности зерновых культур зависело от комплекса природных факторов, интегрирующим показателем которого является тип агромикроландшафта. Тип местоположения влиял и на биохимический состав зерна, причем как яровых, так и озимых культур. Благоприятные суммы активных температур в элювиальном агромикроландшафте способствовали повышению содержания сырого протеина в зерне ячменя – до 10,1%, овса – до 10,5 и ржи – до 7,6%; явно улучшается минеральный состав зерна: количество золы в овсе увеличивается до 2,7, в озимой ржи – до 1,4% [5]. Изучение агроприемов в системе локальных севооборотов показало, что органо-минеральное питание, по сравнению органическим, на зерновых оказало наибольшее воздействие в транзитном и элювиально-аккумулятивном, меньшее – в северном транзитном агромикроландшафте. Прибавка составила соответственно 47, 42 и 38% [7].

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. В ФГБНУ ВНИИМЗ проанализировали свойства компонентов природной среды. Выявили, что структура угодий Тверской области мало адаптивна, экстенсивная в результате единообразного землеустроительного планирования. Предложили в Верхневолжских и Валдайском разделах увеличить долю озимых и многолетних трав [3].

Смешанные травосмеси разнообразного ботанического состава (бобово-злаковые) отличаются лучшей поедаемостью, переваримостью и питательностью. У бобовых в фазе цветения больше, чем у злаков содержание белка, магния, кальция и ряда других элементов питания. Они являются для почвы биологическим источником органического вещества и азота, оказывают существенное влияние на физические свойства почвы, являют-

ся энергетической базой для микроорганизмов почвы. Сравнение по культурам энергетического коэффициента (ЭК) и коэффициента энергетической эффективности (КЭЭ) показало, что у ячменя и картофеля они близки, а у многолетних трав по сравнению с ними гораздо выше, соответственно в 5,0-5,6 и 3,7-4,0 раза [6]. Более высокие энергетические показатели наблюдаются в зернотравяном севообороте с трехлетним возделыванием многолетних трав. Возделывание многолетних трав энергетически более эффективно. Коэффициент энергетической эффективности трав первого и третьего года пользования несколько ниже, чем второго года [1].

В связи с дефицитом азотных удобрений и преобладанием на сенокосах злаковых и разнотравно-злаковых травостоев произведенное на лугах сено характеризуется острым дефицитом протеина (48-60 г на 1 корм, ед.) при общей урожайности угодий 7-12 ц/га. С учетом невысокой обеспеченности минеральными удобрениями, в особенности азотными, в настоящее время актуальное значение имеет использование биологического азота за счет создания бобово-злаковых травостоев.

Цель нашей работы – определение эффективности уровня агротехнологий многолетних травостоев короткоротационного севооборота на дерново-подзолистых почвах.

Исследования проводили 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. Двухфакторный 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) занятый пар (вика/овес), 2) овёс с подсевом клевера, 3) клевер 1г.п. (мн. травы), 4) клевер 2г.п.. 5) тритикале. Трехкомпонентная смесь выводного поля севооборота.

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.

Площадь делянки первого порядка (удобрения) составляла 480 м^2, второго порядка (гербициды) – 240 м^2. Площадь делянки под культурой составляла 984 м^2.

В исследованиях 2016-2018 годах изучалось влияние удобрений на продуктивность многолетних травостоев в севообороте с короткой ротацией (табл.1)

Таблица 1 – Урожайность многолетних травостоев в короткоротационном севообороте, ц с 1га зеленой массы

№ варианта	Удобрения	Клеверо-тимофеечная смесь		Люцерно-лядвенце-тимофеечная смесь
		1 год пользования	2 год пользования	
1	Без удобрений	126,0	101,7	115,4
2	N24P24K24	139,2	121,1	130,7
3	N48P48K48	148,8	135,0	143,1

Применение минеральных удобрений было эффективно. Самая продуктивная клеверо-тимофеечная травосмесь 1г.п. Менее урожайны клеверо-тимофеечная травосмесь 2-го года пользования и трехкомпонентная травосмесь. Продуктивность молодых травостоев в контрольном варианте 126,0 ц с 1га зеленой массы. Применение пониженных доз минеральных удобрений повышает урожайность до 139,2 ц с 1 га, а удобрение средними дозами минеральных удобрений – до 148,8ц с 1га.

Несмотря на то, что смесь второго года пользования менее урожайна, чем первого, она более эффективно использует минеральные удобрений. Прибавка урожайности зрелых травосмесей на 1кг удобрения выше, чем у молодых, потому что травостои с преобладанием злаков лучше реагируют на азотное удобрение в сравнении с бобовыми. При том, что с увеличением возраста травостоя увеличивается засоренность. Сорняки были представлены преимущественно малолетними видами, многолетние составляли 5-7% от общего количества видов. Из малолетних сорняков доминировали редька дикая (*RaphanusraphanistrumL*), пикульник красивый (*Galeopsisspeciosa Mill.*) и обыкновенный (*G. tetrahit*), ромашка непахучая (*Matricariaperforata Merat*), фиалка полевая (*Violaarvensis Murr*), из многолетних видов такие, как осот полевой (*SónchusarvénsisL*) и будра плющевидная (*GlechómahederáceaL*).

При низком уровне плодородия дерново-подзолистой почвы конкурентоспособность многолетних сорняков по отношению к культурным растениям возрастает. Внесение минеральных удобрений увеличивает массу сорняков, особенно это заметно в раннюю фазу развития. При применении NPK засоренность многолетними сорняками ниже, чем на неудобренном, а засоренность малолетними – на уровне неудобренного фона. На фоне полного минерального удобрения в агрофитоценозе уменьшается по сравнению с неудобренным доля фиалки полевой, горцев, осота полевого.

В смеси выводного поля доминировала тимофеевка луговая. Этим объясняется то, что при сравнительно невысокой урожайности в варианте без удобрений, при среднем уровне минерального питания продуктивность вышла на уровень клеверо-тимофеечного травостоя первого года пользования.

Таким образом, продуктивность многолетних травостоев определяется уровнем агротехнологии, окупаемость минерального питания – при-

бавкой урожая: уменьшается при увеличении дозы удобрения и зависит от ботанического состава, возраста травостоя и засоренности посевов.

Литература

1. Иванов Д.А. Пространственные изменения продуктивности и энергетической эффективности севооборотов / Д.А. Иванов, О.В. Карасева, В.А. Тюлин, В.П. Сутягин //Земледелие. –2004. -№5. –С.10-11.
2. Ковалев Н. Г. Мозаичный посев как способ разделения бобовых и злаковых видов по экологическим нишам / Н. Г. Ковалев, В. А. Тюлин, А. Е. Родионова, Л. И. Петрова //Сельскохозяйственная биология. 2003. №2. С.95-100.
3. Ковалев Н.Г. Анализ компонентов природной среды при разработке моделей ландшафтно-адаптивных систем земледелия/ Н.Г. Ковалев, В.А. Тюлин, Д.А. Иванов, В.Е. Озолин. // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. –2000. -№4. –С.50-54.
4. Ковалев Н.Г. Изучение элементов ландшафтно-мелиоративных систем земледелия / Н.Г. Ковалев, В.А. Тюлин, Д.А. Иванов, О.В. Карасева, Л.И. Петрова // Мелиорация и водное хозяйство. – 2000. -№5. –С.18-21.
5. Ковалев Н.Г. Роль природных ресурсов в адаптивном растениеводстве / Н.Г.Ковалев, В.А. Тюлин, Д.А. Иванов, Л.В Пугачева // Мелиорация и водное хозяйство. – 2001. -№6. –С.13-15.
6. Тюлин В.А. Биоэнергетическая оценка возделывания кормовых культур в агроландшафтах / В.А. Тюлин, Л.И. Петрова, Р.А. Салихов, Д.А. Иванов // Кормопроизводство. –1999. -№11. –С.4-7.
7. Тюлин В.А. Дифференциация агроприемов в условиях ландшафтного земледелия / В.А. Тюлин, О.В. Карасева, Л.И. Петрова, Р.А.Салихов, Д.А.Иванов //Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2001.-№3. –С.61-63.
8. Тюлин В.А. Продуктивность сельскохозяйственных культур в различных микроландшафтах / В.А. Тюлин, Д.А. Иванов, Л.И. Петрова, Р.А. Салихов // Земледелие. – 2000. -№2. –С.18-19.

УДК633.321 : 631.675

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО ПРИ ОРОШЕНИИ

Алехина Ю.В., к. с.-х. н., доцент, **Дрозд Д.А.**, аспирант
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь

Многолетние бобовые травы, являются наиболее дешевым источником качественного и сбалансированного по питательности и насыщенного обменной энергией корма. На протяжении всего периода возделывания, они не требуют внесения минерального азота в почву, а в симбиозе с клубеньковыми бактериями аккумулируют его из окружающей воздушной среды. Среди всего многообразия принятых в культуру многолетних бобовых трав, наибольшее распространение на территории Республики Беларусь получил клевер луговой [1].

При равномерном увлажнении в течении всего вегетационного периода, клевер способен давать высокие урожаи сухого вещества. Компенсировать неравномерность распределения осадков, можно за счет применения орошения [2].

Эксперимент по изучению влияния орошения на урожайность сухого вещества клевера лугового был поставлен на землях учебно-опытного поля «Тушково-1». В опыте изучались сорта клевера лугового белорусской селекции: Цудоуны, Янтарный, Витебчанин, Мерея. Посев был проведен весной 2016 года, беспокровным способом нормой высева 8 кг/га, из расчета 100% посевной годности. Глубина заделки семян 1,5 см, ширина междурядий 15 см, что соответствует требованиям культуры [3, 5].

Почвенный покров опытного участка представлен дерново-подзолистыми легкими суглинками, со следующими агрохимическими показателями: обменный фосфор 203,0мг/кг, подвижный калий 251,0мг/га, pH = 5,78. Водно-физические показатели почвы для расчетного слоя почвы 0-30 см составили: плотность сложения почвы 1,39 г/см^3, наименьшая влагоемкость – 23,76 %.

Опыт заложен по следующей схеме:

Фактор А – Фон увлажнения:

1. Без орошения;

2. Нижний предел оптимальной влажности почвы 80% от наименьшей влагоемкости;

3. Нижний предел оптимальной влажности почвы 70% от наименьшей влагоемкости.

Фактор В – сорта:

1. Раннеспелый сорт Цудоуны;

2. Среднеранний сорт Янтарный;

3. Среднеспелый сорт Витебчанин;

4. Позднеспелый сорт Мерея.

Орошение осуществлялось барабанно-шланговая дождевальной установкой BauerRainstar T-61. Поливная норма для фона 0,8НВ составила 20 мм, а для фона 0,7НВ – 30 мм [4].

Неустойчивость поступления осадков на протяжении двух лет исследований, потребовало применение дополнительного увлажнения. Потребность в увлажнении определялась на основании фактической влажности почвы, которая замерялась в полевых условиях. При снижении влажности почвы до нижнего оптимально придела, осуществлялся полив. Экспериментально установленные сроки проведения поливов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Режим орошения клевера лугового в 2017 году

Фон	Дата проведения полива	Поливная норма, м^3/га	Оросительная норма, м^3/га
0,8НВ	08.06	200	1000
	23.06	200	
	12.07	200	

	27.07	200	
	18.08	200	
0,7НВ	08.06	300	1100
	20.06	300	
	12.07	200	
	17.08	300	

Для получения высоких урожаев клевера лугового потребовалось 4 полива на фоне 0,7НВ и 5 поливов на фоне 0,8НВ. Оросительная норма фона 0,7НВ составила 1100 м^3/га, а для фона 0,8НВ на 100 м^3/га меньше. Минимальный межполивной интервал для фона 0,8НВ составил 16 дней (с 08.06 по 23.06), а для фона 0,7НВ – 13 дней (с 08.06 по 20.06).

Одной из целей проводимых исследований, являлось установление степени влияния орошения на сроки наступления основных фаз развития клевера лугового. Влияние орошения на сроки наступления фаз у всех изучаемых сортов клевера лугового замечено не было, так наступление фазы бутонизации - начала цветения на всех режимах орошения наблюдалось одновременно и зависело только от скороспелости сорта.

При возделывании сельскохозяйственных культур с применением орошения, необходимо оценить степень его влияния на урожайность. При этом следует учитывать, что возделывание травостоя при различных уровнях влагообеспеченности, может оказать существенное влияние на влажность скашиваемой зеленой массы, поэтому результаты учетов приведены в абсолютно сухой массе (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность сухого вещества клевера лугового, т/га

Фон	Сорт	1 укос	2 укос	3 укос	Всего	Прибавки	
						к контролю	0,7НВ к 0,8НВ
Контроль	Цудоуны	4,91	2,62	1,72	9,24	-	-
	Мерея	6,40	2,97	-	9,38	-	-
	Янтарный	6,13	3,47	3,38	12,98	-	-
	Витебчанин	5,42	4,12	-	9,54	-	-
0,8НВ	Цудоуны	7,92	2,86	2,49	13,27	5,36	-
	Мерея	10,48	4,27	-	14,74	4,03	-
	Янтарный	7,73	5,16	3,58	16,47	3,49	-
	Витебчанин	9,52	5,31	-	14,84	5,30	-
0,7НВ	Цудоуны	7,80	3,35	2,74	13,88	6,96	1,6
	Мерея	11,00	5,34	-	16,34	4,64	0,61
	Янтарный	8,90	6,19	3,93	19,03	6,05	2,56
	Витебчанин	10,76	5,74	-	16,50	6,96	1,66
$НСР_{05}^{A}$						0,19	
$НСР_{05}^{B}$						0,22	
$НСР_{05}^{AB}$						0,38	
Примечание: Фактор А – фон увлажнения Фактор В – сорт клевера лугового							

Оптимальным фоном увлажнения, на котором наблюдается максимальный сбор сухого вещества, является 0,7НВ. Сорта Цудоуны и Янтарный, независимо от фона увлажнения, скашивались трижды. Заготовка зеленой массы на остальных сортах велась на протяжении двух укосов. Максимальный выход сухого вещества, составивший 19,03 т/га, наблюдался у сорта Янтарный, а минимальный (13,88 т/га) у сорта Цудоуны.

Прибавки урожая от орошения относительно контрольного фона, а также прибавки фона 0,7НВ относительно фона 0,8НВ являются существенными и достоверными. Максимальная прибавка от орошения относительно контрольного наблюдалась у сортов Мерея и Витебчанин на фоне 0,7НВ, составив 6,96 т/га. Минимальная прибавка от орошения составила 3,49 т/га и наблюдалась у сорта Янтарный на фоне 0,8НВ. Максимальная разность между орошаемыми фонами составляет 2,56 т/га и наблюдается у сорта Янтарный, а минимальная составляет 0,61 т/га и наблюдается у сорта Цудоуны.

Литература

1. Привалов, Ф.И. Оптимизация структуры многолетних трав как фактор растительного стабилизации производства кормов и растительного белка / Ф. И. Привалов, П. П. Васько, Е. Р. Клыга // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2016. – №52. – С. 207-213.
2. Тюльдюков, В. А. Практикум по луговому кормопроизводству / В. А. Тюльдиков. – М.: Агропромиздат, 1986. – 255 с.: ил.
3. Коледа, К. В.Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур : рекомендации / К.В. Коледа и др.; под общ. ред. К. В. Коледы, А. А. Дудука. – Гродно: ГГАУ, 2010. – 340 с.
4. Лихацевич, А. П. Сельскохозяйственные мелиорации: учебник для студентов высших учебных заведений по специальности «Мелиорация и водное хозяйство» / А. П. Лихацевич, М. Г. Голченко, Г. И. Михайлов; под ред. А. П. Лихацевича. – Минск : ИВЦ Минфина, 2010. – 464 с.
5. Бушуева, В. И. Закономерности формообразовательного процесса и эффективность методов селекции бобовых культур (LupinusangustifoliusL.,GalegaorientalisLam., TrifoliumpratenseL.) в Беларуси :дис. докт. с.-х. наук : 06.01.05 / В. И. Бушуева. – Горки, 2010 – 286 л.

УДК 633/635

ИННОВАЦИОННЫЕ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАСТБИЩНЫХ ТРАВОСТОЕВ НА ОСУШАЕМЫХ ПОЧВАХ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Иванова Н.Н., к.с.-х.н., **КапсамунА.Д.**, д.с.-х.н., **Павлючик Е.Н.**, к.с.-х.н., **Вагунин Д.А.**,к.с.-х.н., **Амбросимова Н.Н.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г.Тверь, Россия

В современных условиях совершенствование кормопроизводства должно решаться не только с целью повышения продуктивности культур и качества кормов, но и максимального использования биологического и почвозащитного потенциала кормовых культур, а еще способствовать оптимизации и повышению стабильности осушаемых земель [1].

Одним из направлений кормопроизводства на ближайшую перспективу следует считать посев многокомпонентных кормовых смесей. Исследования, проведенные в ФГБНУ ВНИИМЗ и в ВНИИ кормов, установили, что в районах достаточного увлажнения смешанные посевы бобовых и злаковых культур дают возможность получать больше высококачественного корма, сбалансированного по всем основным элементам питания.

Смешанные посевы гарантируют более высокие и устойчивые урожаи, т.к. снижение урожая одной культурой в целом восполняются урожаем другого, введенного в смесь компонента [4, 6].

Одним из перспективных направлений развития и повышения эффективности современного кормопроизводства является освоение новых видов и сортов кормовых трав с улучшенными хозяйственно полезными свойствами. Важнейшим условием успешного развития полевого и лугового травосеяния является расширение посевов инновационных видов и сортов многолетних трав. Сорта являются биологической основой при разработке зональных технологий производства кормов, в связи с этим изучение биологических особенностей формирования высокопродуктивных травостоев при разработке агротехники их возделывания является важной научно-практической задачей [5].

Культура и сорт, определяющие продуктивность и устойчивость кормовых агроэкосистем, является главным фактором решения экологических и продуктивных проблем кормопроизводства, таких как устойчивая продуктивность по годам, обеспечение ресурсо- и энергоэкологичности, экологически безопасное производство высококачественной сельскохозяйственной продукции при сохранении оптимальных параметров окружающей среды [2].

Для лугового травосеяния нужны сорта, обладающие продуктивным долголетием и высокой конкурентной способностью при длительном паст-

бищном использовании, устойчивостью к вытаптыванию и стравливанию, различающие по скороспелости и ритму развития.

В современных условиях инновационные агротехнические и технологические приемы в луговодстве должны способствовать производству пастбищных кормов, отвечающих требованием кормления высокопродуктивных животных и предусматривать решение проблемы воспроизводства почвенного плодородия и охраны почвенного покрова от деградации [3].

Основанием для наших исследований послужила необходимость увеличения продуктивного долголетия пастбищных травостоев за счет оптимального сочетания новых видов и сортов трав в травосмесях, обладающих высокой степенью вегетативного возобновления и обеспечивающих продуктивное долголетие и питательную ценность полученного корма.

Экспериментальные исследования в 2017 году проводились на опытном участке института, на пастбищных агрофитоценозах 6-го года жизни, созданных на основе райграса пастбищного и межродового гибрида – фестулолиума.

Сорта трав подобраны с учетом их потенциальной продуктивности и устойчивого долголетия в условиях осушаемых почв, а именно: райграс пастбищный (*Loliurn perenne*) ВИК 66, фестулолиум (*x Festulolium F. Aschers. et Graebn*) ВИК 90, люцерна изменчивая (*Medicago varia*) Находка, лядвенец рогатый (*Lotus cornilatus*) Солнышко, клевер ползучий (*Trifolium repens*) ВИК 70, овсяница красная (*Festuca rubra*) Сигма, клевер луговой (*Trifolium pratense*) ВИК 7, тимофеевка луговая (*Phleum pratens*) ВИК 9, овсяница луговая (*Festuca pratensis*) Сахаровская.

Опыт проводился на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, осушаемой закрытым гончарным дренажем. Глубина залегания дрен 0,8-1,0м, расстояние между дренами 20-22 метра. Расположение вариантов поперек расположения дрен, рендомизированное. Размер делянки 172,8м^2.. Повторение опыта трёхкратное. Площадь опыта с учетом всех защитных полос 1,93га.

По результатам агрохимического состава почвы опытный участок считается вполне благоприятным и соответствует оптимальным условиям для роста и развития изучаемых пастбищных трав: содержание P_2O_5 – 131-160мг/кг, K_2O – 130-157мг/кг почвы. По реакции почвенного раствора почва характеризуется как близкая к нейтральной – pHсол. 5,7-6,1, содержание гумуса – 2,57-3,13%.

Отчуждение травостоев трехкратное. Имитация стравливания зеленой массы травостоев (3 цикла) проводилась при достижении растениями высоты 15-18см в фазу стеблевания бобового компонента (Методика опытов на сенокосах и пастбищах / ВНИИ кормов им. В.Р.Вильямса. – Москва, 1995).

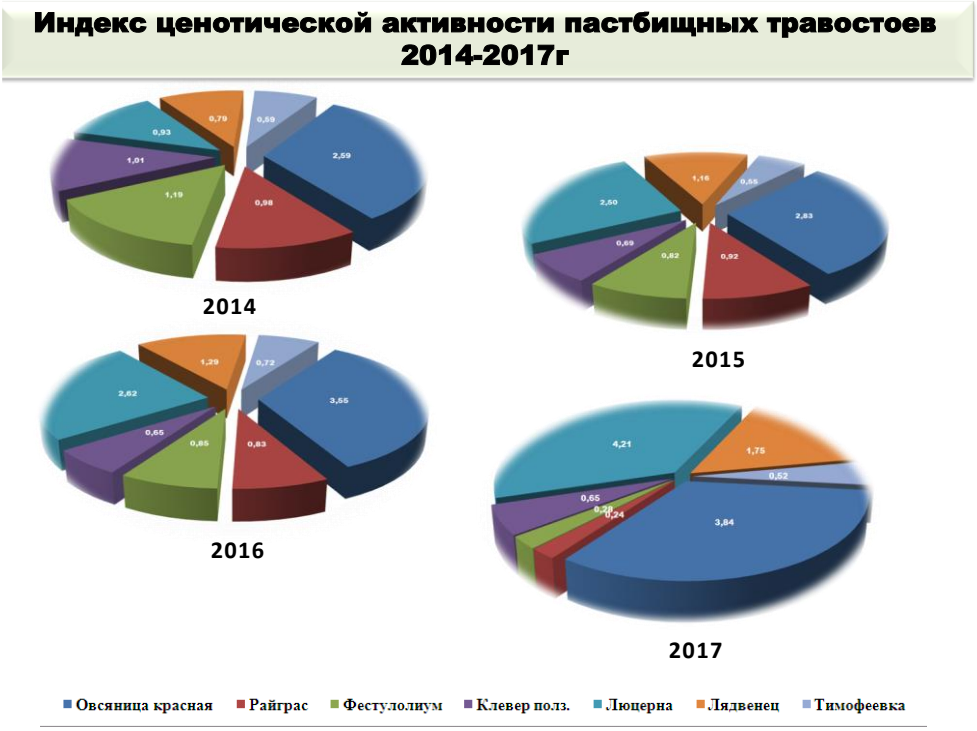
Метеорологические условия за период проведения исследований были различными и характеризовались неравномерным распределением осад-

ков с колебаниями среднесуточной температуры воздуха. Отдельные отрезки за время вегетирования пастбищных трав были как избыточного, так и недостаточного увлажнения.

Анализ видового состава показал, что на 6-й год жизни, в среднем за сезон, наиболее ценные по ботаническому составу травостои сформировались при посеве четырехкомпонентных травосмесей из райграса, клевера ползучего, люцерны изменчивой с тимофеевкой луговой, и аналогичной травосмеси с участием фестулолиума и традиционной травосмеси, характеризующиеся наиболее оптимальным соотношением содержания бобовых – соответственно 42,6-51,2% с участием 17,1-30,9% злаков при низкой засоренности травостоев внедрившимися несеяными видами трав.

На соотношение компонентов в травостое, наряду с биологическими особенностями трав, большое влияние оказывают факторы внешней среды, учитывая которые можно значительно увеличить продуктивное долголетие многолетних трав.

Показано, что в условиях осушаемых почв, люцерну изменчивую Находка, лядвенец рогатый Солнышко, овсяницу красную Сигма можно отнести к многолетним травам с конкурентным преимуществом на долголетнее устойчивое функционирование и продуцирование в многокомпонентных пастбищных агрофитоценозах в условиях осушаемых земель.



При анализе данных фенологических наблюдений выявлен высокий адаптивный потенциал у представителей бобового компонента – люцерны изменчивой, лядвенца рогатого и злакового вида – овсяницы красной при возделывании их на осушаемых землях в данных условиях.

Урожайность – основной показатель хозяйственной ценности любой культуры. В целом за сезон самый большой урожай зеленой массы обеспечили травостои на основе фестулолиума. Так трехвидовой травостой в сочетании с люцерной изменчивой за сезон сформировал 22,2т/га зеленой массы. Четырехкомпонентный травостой с данной злаковой основой – обеспечил сбор 20,2тонны зеленой массы на гектаре.

Наиболее продуктивные травостои по зеленой массе на основе райграса сформировались при посеве четырехкомпонентных травосмесей – 19,8т/га и двойной травосмеси с клевером ползучим – 19,2т/га зеленой массы.

Данные изучаемые травостои обеспечили увеличение урожайности зеленой массы на 2,83-5,98т/га в сравнении с ранее рекомендованной травосмесью (16,2т/га), в состав которой вошли традиционно возделываемые виды трав.

Наиболее высокой урожайностью по сухой массе отличались травостои, в состав которых входила люцерна изменчивая. Они обеспечили получение с гектара 4,14-5,01тонн сухой массы.

В целом за вегетационный период 2017года продуктивными были травостои со злаковым доминантом – фестулолиумом (4,29т/га), против 4,14 тонн, полученных райграсовыми травостоями. По сбору кормовых единиц в исследуемых травостоях сложилась похожая тенденция (табл. 1).

Таблица 1 – Продуктивность пастбищных травостоев, т/га, 2017 г.

Видовой состав травостоя	Продуктивность пастбищных травостоев, т/га			Прибавка зеленой массы, ± т/га	
	зеленая масса	сухая масса	кормовые ед-цы	к традиционной травосмеси	от включения бобового компонента
1.Клевер луговой + клевер ползучий + тимофеевка + овсяница луговая **(традиционная травосмесь)**	16,20	3,35	2,78	-	-2,08
2.Райграс пастбищный + фестулолиум **(контроль)**	18,28	3,65	3,03	2,08	-
3.Райграс пастбищный+клевер ползучий	16,66	3,83	3,25	0,46	-1,62
4.Райграс пастбищный+клевер ползучий	19,20	3,32	2,82	3,00	-0,98
5.Райграс пастбищный+клевер ползучий + люцерна	19,03	4,14	3,52	2,83	0,75
6.Райграс пастбищный+клевер ползучий + лядвенец рогатый	18,33	4,00	3,40	1,90	0,05
7.Райграс пастбищный+клевер ползучий + тимофеевка + люцерна	19,80	4,28	3,64	3,60	1,52
8.Райграс пастбищный(8) + клевер ползучий + овсяница красная	15,04	3,93	3,26	-1,16	-3,24
9.Фестулолиум + клевер ползучий	17,00	3,54	3,01	0,80	-1,28
10.Фестулолиум + клевер ползучий	15,89	3,38	2,87	-0,31	-2,39
11.Фестулолиум + клевер ползучий +	22,18	5,01	4,26	5,98	3,96

люцерна изменчивая					
12.Фестулолиум + клевер ползучий + лядвенец рогатый	19,12	3,79	3,22	2,92	0,84
13.Фестулолиум + клевер ползучий + тимофеевка + люцерна	20,15	4,06	3,45	3,95	1,87
14.Фестулолиум + клевер ползучий + овсяница красная	16,75	3,75	3,11	0,55	-1,53
НСР05	0,44	0,90	0,88		

Исследования по влиянию дополнительных бобовых видов (люцерны изменчивой Находка и лядвенца рогатого Солнышко показали, что включение их в травосмесь достоверно повышает урожайность зеленой массы травостоев.

Средняя урожайность зеленой массы травостоев, на основе райграса пастбищного, в зависимости от введения второго бобового вида, на шестой год жизни трав, увеличилась на 0,77т/га, или на 4,2%, фестулолиумовых – на 2,22т/га, или на 12,1%.

Данные изучаемые травостои, в сложных агрометеорологических условиях вегетационного периода 2017 года сформировали 18,3-22,2т зеленой массы на гектаре, они характеризуются высокой устойчивостью к неблагоприятным условиям произрастания и обеспечивают устойчивое долголетие и наибольшую продуктивность.

В целом за пастбищный сезон 2017 года по результатам исследований существенной прибавкой урожая отличались травостои, в состав которых входил второй бобовый компонент – люцерна изменчивая Находка, обеспечившие сбор с 1 га 19,0-22,9 тонн зеленой массы, 4,06-5,01 тонн сухой массы, 3,45-4,26 тонн кормовых единиц, против 16,2 тонн зеленой массы, 3,35 тонн сухой массы, 2,78 тонн кормовых единиц, полученных традиционной травосмесью.

Сравнительная оценка биопродуктивности изучаемых травостоев за исследованный период (2013-2017 гг.), созданных с использованием перспективных пастбищных видов трав – райграса пастбищного и фестулолиума, подтверждает, что явное преимущество по величине урожайности (21,1-28,1т/га зеленой массы) имеют смешанные трехкомпонентные бобово-злаковые травостои, созданные с дополнительным включением в травосмесь второго бобового вида – люцерны изменчивой Находка или лядвенца рогатого Солнышко.

Выявлено, что исследуемые виды и сорта пастбищных трав приспособлены к определенной амплитуде ритмов роста в течении вегетации, используют оптимальные условия жизнедеятельности в разные периоды вегетации и обеспечивают при совместном выращивании наибольшее накопление биомассы.

Таким образом, в пастбищные травосмеси необходимо дополнительно включать бобовые виды и инновационные их сорта. Новые виды бобо-

вых и бобово-злаковые травосмеси лучше окупают антропогенные затраты на их создание. Бобовые травы в условиях смешанного травостоя отличаются достаточно высокой урожайностью, а злаковые компоненты способствуют формированию упругой дернины и получению более сбалансированного по питательным веществам корма.

Наиболее полноценные фитоценозы с высоким и стабильным по годам участием сеяных видов трав при сохранении 59,7-82,1% на 6-й год жизни сформировались при высеве четырехкомпонентных смесей из райграса и фестулолиума с люцерной изменчивой Находка и тимофеевкой луговой.

Полученная информация позволила выявить оптимальные пастбищные травостои, созданные на основе райграса пастбищного ВИК 66 и фестулолиума ВИК 90 в сочетании с клевером ползучим ВИК 70 с включением дополнительных бобовых компонентов – люцерны изменчивой Находка и лядвенца рогатого Солнышко, как источников продуктивного, высокобелкового зеленого корма и увеличения долголетия травостоев.

Итак, в состав травосмесей при создании сеяных пастбищ на осушаемых почвах необходимо включать помимо традиционных видов трав новые перспективные виды и сорта с более высоким и стабильным уровнем урожайности, питательности и устойчивых к интенсивному использованию.

Литература

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий» Под редакцией академика РАСХН В.И. Кирюшина, академика РАСХН А.Л.Иванова. ФГНУ «Росинформагротех». М.,2005. 783с
2. Жученко А.А. Фундаментальные и прикладные научные приоритеты адаптивной интенсификации растениеводства в 21 веке. -Саратов: ООО Новая газета, 2000. – 275с
3. Иванова Н.Н. Особенности формирования устойчивой продуктивности пастбищных травостоев в условиях осушаемых земель Нечерноземной зоны ЦР России, созданных на основе райграса пастбищного ВИК 66 и фестулолиума ВИК / Н.Н. Иванова, А.Д. Капсамун, Е.Н. Павлючик, Н.Н. Амбросимова, Д.А. Вагунин, И.В. Жимаева, Т.Н. Пантелеева // Кормопроизводство.– 2016.– №8. – С.16–21.
4. Коломейченко В.В. Многолетние травы: возможности и проблемы. //Земледелие. 1997, №6. с.19.
5. 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.
6. Тюлин В.А. Многолетние бобовые травы в агроландшафтах Нечерноземья: Монография / В.А. Тюлин, Н.Н. Лазарев, Н.Н. Иванова, Д.А. Вагунин. – Тверь: Тверская ГСХА, 2014. –234 с.

УДК 633.375:633.2:551.58

АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МНОГОЛЕТНИХ КОРМОВЫХ ТРАВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Павлючик Е.Н., к.с.-х.н., **КапсамунА.Д.**, д.с.-х.н., **Иванова Н.Н.**, к.с.-х.н., ***Тюлин В.А.**, д.с.-х.н., профессор, **Силина О.С.**, **Епифанова Н.А.**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ),

**ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», г.Тверь, Россия*

Многолетние кормовые растения наиболее перспективны в условиях Верхневолжья. Они отличаются комплексом агробиологических признаков: долголетием, зимостойкостью, интенсивным ранневесенним отрастанием, надёжной и стабильной урожайностью, способностью к вегетативному размножению, высокой биологической пластичностью и большими потенциальными возможностями [4,9].

В связи с применением в последнее время минимального количества дорогостоящих удобрений актуальным является использованием в сельском хозяйстве более урожайных многолетних бобово-злаковых травосмесей на основе новых видов и сортов трав.

Селекция кормовых растений позволила создать сорта, которые наряду с высокой кормовой, белковой и семенной продуктивностью, отличаются повышенной устойчивостью к неблагоприятным факторам среды, универсальностью использования на полевых землях, сенокосах и пастбищах [1, 2].

Для успешного привлечения в сельское хозяйство перспективных кормовых трав современного поколения требуется знание их агробиологических особенностей. Данное направление являлось одной из задач наших исследований.

Методика исследований. Отделом кормопроизводства ФГБНУ ВНИИМЗ проводятся многолетние исследования по определению агробиологических особенностей кормовых трав новых видов и сортов и выявлению наиболее адаптированных к местным условиям, определение их биологического потенциала при использовании в сложных травосмесях сенокосного типа на осушаемых землях.

Схема опыта включает многолетние бобово-злаковые травосмеси, состоящие из бобовых культур разнопоспевающих сортов клевера лугового, люцерны изменчивой и разных видов злакового компонента.

Скашивание травостоев 1-го укоса проводилось в фазу бутонизации-начала цветения бобовых культур (на сено), 2-го укоса – через 45-55 дней после первого укоса (на силос).

Наблюдения и исследования проводили по общепринятым методикам [5]. Для статистической обработки результатов исследований приме-

нялся метод дисперсионного анализа с использованием компьютерных программ [3].

Результаты исследований. На основе проведённых многолетних исследований определены агробиологические особенности новых видов и сортов многолетних кормовых трав.

Наблюдения за ростом и развитием разнопоспевающих видов и сортов многолетних бобовых трав в смесях позволили определить, что сроки наступления фаз зависят от видовых и сортовых особенностей кормовых культур, а также складывающихся погодных условий.

Ранневесеннее отрастание кормовых трав отмечено 19-29 апреля, при установлении среднесуточной температуры выше +5˚С.

По продолжительности периода от начала весеннего отрастания до начала цветения первого укоса, изучаемые сорта клевера лугового можно разделить на две группы: раннеспелые (продолжительность периода от 55 до 68 дней) и позднеспелые (от 66 до 84 дней) [6,7,8].

В первую группу относятся исследуемые сорта: Марс, Дымковский, ВИК 7, во вторую – Витязь. Наиболее раннеспелым из ранних сортов показал себя сорт Марс, зацветающий на одну неделю раньше контрольного сорта ВИК 7. Наблюдения показали, что в условиях Тверской области одноукосный позднеспелый клевер Витязь начинает цвести в первой половине июля (10-16), через 76-77 дней после отрастания, а двуукосный клевер Марс – в середине июня или на две недели раньше позднего.

Позднеспелый, или одноукосный тип клевера со 2-го года жизни даёт один полноценный укос: до цветения растений проходит 70-85 дней. Развивается медленнее раннего и зацветает на 10-15 дней позже.

Клевер гибридный в сравнении с луговым клевером отличается большей позднеспелостью и меньшей отавностью. В наших исследованиях он не получил развития, клевер луговой и злаковые компоненты угнетающе действовали на клевер гибридный.

По степени укосной спелости на корм с весны ранним отрастанием и быстрым темпом роста характеризуются ежа сборная и ультраранеспелый сорт клевера Марс, затем укосная спелость наступает у овсяницы луговой, раннеспелых клеверов, люцерны, тимофеевки, позднее отрастает клевер позднеспелый одноукосный.

По способности отрастать после укосов (давать отаву) наиболее высоко отавными показали себя – овсяница луговая, ежа сборная и люцерна изменчивая, меньшей отавностью обладал клевер луговой позднеспелый Витязь, который в силу своих агробиологических особенностей за анализируемый период сформировал неполноценный второй укос.

По отношению к теплообеспеченности наименее требовательны ультраранеспелый сорт клевера лугового Марс, которому на формирование урожая первого укоса необходима сумма температур в пределах 530-580ºС. Сумма эффективных температур от возобновления вегетации до цветения

для тимофеевки луговой сорта ВИК 9 составила 470ºС, для овсяницы луговой Сахаровская – 450, для ежи сборной Хлыновская – 400ºС.

Клевер луговой позднеспелый Витязь в 1-й год развивался медленно, образуя к осени прикорневую розетку листьев с укороченными вегетативными побегами. Плодоносящие побеги образовал только на второй год жизни. Для раннеспелого клевера характерно быстрое развитие и зацветали на 10-15 дней, раньше позднеспелого. Во 2-й год жизни ранние сорта раньше и быстрее отрастали, формируя за период вегетации два полноценных укоса первый на сено, второй на силос.

В травостоях на четвёртый год пользования освободившуюся нишу после выпадения клевера лугового, вследствие его биологических особенностей, заняла люцерна изменчивая. Люцерна изменчивая отличается по интенсивности отрастания, в 1-2-й годы пользования развивается мощная корневая система, а надземная масса небольшая. В последующие годы надземная масса люцерны формирует мощную зелёную массу. Вегетация возобновлялась весной позже сопутствующих компонентов, после скашивания отличалась быстрым отрастанием. Период от весеннего отрастания до 1-го укоса составил 48-50 дней, от 1-го до 2-го укоса – 28-32 дня. Наибольшего развития достигла на 3-4 годы пользования.

Из злаковых трав быстрым темпом в первые три года развития отличалась тимофеевка луговая. Растение весной отрастало рано, и отличалось более медленным ростом в смешанном травостое. В 1-ый год пользования рост тимофеевки подавлял клевер луговой.

Для овсяницы характерно, что в год посева не даёт генеративных побегов, но хорошо кустится, довольно быстро растёт и весной развивается быстрее, чем тимофеевка, превосходя её по отавности, начало колошения у неё наступает на 4-8 дней, начало цветения на 6-12 дней раньше, чем у тимофеевки луговой. Полного развития овсяница достигла на 2-3 год жизни.

Из злаковых трав на 5-й год пользования травостоями наиболее широкое распространение на опытном участке в смесях получила высококонкурентная культура – ежа сборная. Так при первичном скашивании процент её содержания в стеблестое, где она являлась компонентом, составлял 39-67%, данные как внедрившегося вида составляли от 25 до 56%.

Отмечено, что среди исследуемых трав большим долголетием отличается люцерна изменчивая, использование которой наибольшую эффективность имеет до 3-4 лет, в дальнейшем она стареет, изрежевается и снижает продуктивность. При проведении подкормок на более высоком агрофоне продлеваются сроки использования в посевах люцерны изменчивой до 5-6 лет без снижения урожайности. Использование в люцерно-клеверозлаковых травостоях выведенного селекционерами скороспелого сорта люцерны изменчивой Находка, позволяет обеспечить на осушаемых землях Нечерноземной зоны стабильные урожаи в течение 4-5 лет.

Вторым бобовым компонентом травосмеси являлся клевер луговой,

культура с более коротким периодом использования, которая давала высокие урожаи в первые два года пользования, в последующем в травостоях клевер сильно изрежевался и на 4-ый год пользования практически выпал. Причина выпадения клевера лугового на 3-4-ый год пользования заложена в его биологических особенностях. Большей долговечностью, чем раннеспелые сорта Марс, ВИК 7 и Дымковский, отличался позднеспелый клевер Витязь.

Использование в смесях с люцерной изменчивой и злаковыми травами клевера гибридного сорта Йыгева, как было отмечено ранее, показало отрицательный результат, данная культура не выдерживала конкуренции со стороны данных компонентов и выпадала из травостоя.

Среднедолголетние злаковые компоненты смесей – тимофеевка луговая и овсяница луговая сохранялись в травостое в течение пяти лет, на шестой год пользования практически выпали и остались единичные экземпляры. Смеси с этими злаковыми травами высокую продуктивность сохраняли в течение 3-4-х лет пользования. Более долголетним злаковым компонентом показала себя высококонкурентная культура ежа сборная. Среди изучаемых злаковых компонентов она занимает особое место, помимо сохранения её на вариантах, где она высевалась, ежа сборная как раннеспелая культура, осеменялась и внедрялась на все делянки опыта, способствуя повышению их урожайности.

Сравнительная оценка зимостойкости культур показала, что более зимостойким по сравнению с клеверами раннеспелых сортов Марс и Дымковский является позднеспелый клевером Витязь.

Современный сорт люцерны изменчивой Находка показал себя как зимостойкая и холодостойкая культура, которая отличалась светолюбием.

Из злаковых трав хорошей зимостойкостью обладала тимофеевка луговая ВИК 9, которая не страдала от холодов и заморозков.

В ходе исследований отмечено, что бобово-злаковые травосмеси обладают высокой продуктивностью, об этом свидетельствуют полученные данные продуктивности травостоев. При среднем уровне плодородия почвы и сравнительно небольших дозах подкормок минеральными удобрениями они дают урожай сухой массы по годам пользования: 1-й – 7,7-9,2т/га; 2-й – 5,7-6,4; 3-й – 8,0-9,2; 4-й – 4,8-6,8 и на 5-й год – 4,5-7,9т/га.

Смеси, на основе современных раннеспелых сортов клевера лугового Марс, ВИК 7, Дымковский формировали в течение трёх лет пользования за сезон два полноценных укоса и отаву с общей продуктивностью 5,7-9,2 т/га сухого вещества. В первые два годы пользования клевер в травосмесях составлял 70-80%, на третий год пользования 40-50% и на четвёртый год пользования процент клевера лугового в ботаническом составе не превышал 20%, он практически выпал и его место заняла люцерна изменчивая.

Люцерна обладает продуктивным долголетием и является хорошим компонентом, после выпадения клевера из травостоя на третий год пользо-

вания она активно отрастает и даёт в благоприятные годы 2 укоса. Высокая продуктивность люцерно-клеверо-злаковой смеси на 3-5-ый годы пользования обеспечивалась за счёт люцерны изменчивой Находка.

Продуктивность травосмесей с участием клевера и люцерны в смеси со злаковыми травами более стабильна: в 1-2-й годы пользования наиболее урожаен клевер луговой, на 3-й год урожайность формируется с участием клевера и люцерны и в последующие годы за счёт люцерны. Злаковые компоненты принимали участие в формировании продуктивности на протяжении пяти лет пользования.

Если соотношение клевера лугового и люцерны изменчивой в смесях на 3-й год пользования составлял практически равные доли 30-40%, то на 4-й г.п. процент содержания люцерны в смеси составлял 60% и преобладал участие в смеси клевера лугового.

На пятый год пользования участие тимофеевки луговой и овсяницы луговой в стеблестое, где она являлись компонентами, составлял 23-25%. Выше этот показатель у ежи сборной – 35%, как злакового компонента и 25%, как внедрившегося вида. Ежа сборная – наилучшие урожаи она дает на 2…3-й годы жизни и сохраняет свою продуктивность в смеси на пятый год пользования травостоями.

На основе многолетних исследований выявлено, что на осушаемой дерново-подзолистой почве бобово-злаковые трёхкомпонентные травосмеси, в которых место выпавшего клевера занял второй бобовый компонент – люцерна изменчивая, на шестом году жизни способны обеспечивать продуктивность 5-8т/га сухой кормовой массы при двуукосном режиме скашивания.

Выявлено, что наилучшими являются сроки проведения 1-го укоса конец июня - начало июля в период бутонизации-начало цветения бобовых трав – в первые три года клевера лугового, а затем более долголетней культуры – люцерны изменчивой, рекомендуемые сроки проведения 2-го укоса конец августа - начало сентября.

Наиболее ценные по составу травостои формируются у сконструированных трёхкомпонентных травосмесей из клеверов Марс, ВИК 7 и Дымковский с люцерной изменчивой Находка, которые характеризуются содержанием бобовых культур более 75-80% при 20-25% участии злаковых.

Люцерна является ценным компонентом кормовых травосмесей, обладая высокой экологической пластичностью, долголетием, высокой урожайностью и другим ценными качествами при совместном использовании с клевером луговым решают проблему устранения дефицита растительного белка в рационах животных.

Использование многовидовых высокопродуктивных, долголетних и оптимизированных по составу и структуре травосмесей возможно на основе учёта агробиологических особенностей современных адаптированных сортов трав, способных к совместимости. Использование клевера лугового

и люцерны изменчивой в многовидовых агрофитоценозах существенно снижает их потребность в азоте, повышает кормовую ценность, улучшает почвенное плодородие и обеспечивает устойчивую продуктивность и природосохранность.

Литература

1. Возделывание и использование перспективных сортов клевера лугового в кормопроизводстве Центральных районов Нечерноземной зоны. -М., ВНИИК. 2009.-36с.
2. Возделывание и использование перспективных сортов люцерны в кормопроизводстве Центральных районов Нечерноземной зоны России. – М., ВНИИК - 26с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., Агропромиздат, 1985.- 350с.
4. 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.
5. Методические рекомендации по рациональному использованию осушаемых земель в Нечерноземной зоне России. – М., 1997.
6. Павлючик Е.Н., Силина О.С., Епифанова Н.А. Биопродуктивность бобово-злаковых травосмесей пятого года жизни /Мат.VIII межд.научн.-практ. конф. Тверь, ТГСХА. 2017. С.118-120.
7. Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н., Епифанова Н.А. Формирование продуктивности люцерно-клеверо-злаковых травосмесей на северо-западе Нечерноземья./ Мат.II межд.научн.-практ. интернет конф. Астраханская обл. Прикаспийский НИИ аридного земледелия. 2017. С.790-794.
8. Силина О.С., Павлючик Е.Н., Тюлин В.А. Урожайность бобово-злаковых травостоев с участием клевера лугового и люцерны изменчивой. Тверь. ФГБНУ ВНИИМЗ. 2017г. С.49-54.
9. Тюлин В.А. Формирование устойчивой продуктивности бобово-злаковых и злаковых травостоев. – Тверь: ТГСХА, 2000. – 223с.

УДК 636.085:636.085.25

ОБМЕН АЗОТА, КАЛЬЦИЯ И ФОСФОРА В ОРГАНИЗМЕ ДОЙНЫХ КОРОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ В РАЦИОНЕ СИЛОСА БОБОВО-ЗЛАКОВОЙ ТРАВОСМЕСИ

Капсамун А.Д., д.с.-х.н., **Павлючик Е.Н.**, к.с.-х.н.,
Иванова Н.Н., к.с.-х.н., **Васильева Е.А.**, к.б.н.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г.Тверь, Россия

Улучшение качества кормов и правильное их использование – одна из важнейших проблем современного сельскохозяйственного производства. Укрепление кормовой базы в ближайшие годы должно осуществляться не за счет расширения посевных площадей под кормовые культуры, а преимущественно за счет повышения их урожайности и питательной ценности.

В этой связи изучение пятикомпонентных бобово-злаковых травосмесей является актуальным, так как балансирование рационов жвачных животных с учетом содержания протеина и углеводов является основным условием для получения высокой продуктивности животных. Полноценность кормления обусловлена повышением качества кормов, оптимизацией сроков и совершенствованием технологии их заготовки, улучшением качества рационов, применением физиологически обоснованных технологий приготовления кормов и способов их скармливания.

Современная система питания учитывает доступность питательных и биологически активных веществ, базируется на системах энергетического и протеинового питания, учитывающих доступный для животных протеин и потребность в лимитирующих аминокислотах, а также субстратные параметры углеводного, липидного, минерального, витаминного питания [3]. Из всех компонентов питания энергия и протеин являются главными лимитирующими факторами продуктивности [1, 2, 5].

В этой связи представляют интерес исследования особенностей обмена и использования отдельных, жизненно необходимых питательных и минеральных веществ у лактирующих коров, также степени удовлетворения потребностей животных за счет естественного содержания их в основных кормах рациона и питьевой воде.

Материалы и методы исследований. Экспериментальная и аналитическая часть исследований выполнена в ФГБНУ ВНИИМЗ. Обменные опыты проводили на лактирующих коровах черно-пестрой породы с продуктивностью за предыдущую лактацию 4600-5000кг молока.

В целях изучения переваримости и использования питательных веществ рационов и процессов обмена в организме коров азота, кальция и фосфора были проведены физиологические опыты по методике ВИЖ и ВИК [7], а зоотехнический анализ по методике Н.А. Лукашик, В.А. Тащилин [6].

Для опыта были отобраны 2 группы коров по 3 головы – аналога из каждой группы. Эксперимент проводился на зимних рационах в специальном помещении. Принципиальное различие в кормлении молочных коров между группами состояло в том, что животным контрольной группы скармливали силос из клевера лугового Ранний 2, опытной – силос бобово-злаковой травосмеси.

В опыте на дойных коровах, период стабилизации удоев (101-200 дней лактации), с продуктивностью 14,5 кг в сутки животные первой группы потребляли в среднем на голову в день по 43,5кг силоса из клевера лугового Ранний 2, второй – 43,0кг силоса бобово-злаковой травосмеси. Дополнительно к рациону подопытные животные получали по 0,3кг ячменной дерти и по 100г поваренной соли. Условия содержания коров были одинаковыми и отвечали зоотехническим требованиям.

Опыт состоял из двух периодов – подготовительного (20 дней) и учетного (8 дней). В опытах был обеспечен методический принцип «единства межгруппового различия» и наличия контрольных животных, позволившие получить объективные сравнительные экспериментальные данные и достоверные выводы на основе математической обработки с использованием статистических компьютерных программ [8].

Результаты исследований. В среднем за период исследований животные подопытных групп потребляли на 100кг живой массы по 2,18 и 2,82кг сухих веществ корма. На каждую кормовую единицу приходилось соответственно 134г, во второй – 101г переваримого протеина; 8,19 и 8,84г кальция; 6,12 и 6,14г фосфора. Клетчатка составляла в первом случае 22,77%, жир – 2,95% во второй – 26,46% и 2,58%. Отношение кальция к фосфору составило 1,34 и 1,44:1. В суточном рационе за этот период опыта содержалось в контрольной группе 11,41, в опытной – 10,93 кормовых единиц (табл.1).

Таблица 1 – Среднесуточный рацион кормления дойных коров

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
1	2	3
Силос клеверный, кг	43,5	-
Силос бобово-злаковой травосмеси, кг	-	43,0
Ячменная дерть, кг	0,3	0,3
Потреблено воды, л	38,5	38,5
Соль, г	100	100
Содержится в рационе:		
Обменной энергии. МДж	135,6	135,5
Сухое вещество, кг	13,75	14,03
Кормовых единиц, кг	11,41	10,93
Протеин, г	1532	1102
1	2	3
Клетчатка, г	3131	3713
Жир, г	405	362
БЭВ, г	5987	5291
Кальция, г	93,43	96,59
Фосфора,	69,82	67,13
Калия, г	206,43	213,60
Магния, г	16,17	11,84
Железо, мг	5934	5356
Марганец, мг	1103	1124
Цинк, мг	338,34	341,61
Медь, мг	34,24	32,07
Кобальт, мг	0,776	0,936
Йод, мг	1,621	2,819
Селен, мг	1,186	1,909
Кадмий, мг	4,25	3,456
Мышьяк, мг	1,952	2,166
Свинец, мг	22,33	22,75
Каротина, мг	696	602

Установлено, что состав рациона оказал определенное влияние на переваримость питательных веществ. Коровы опытных групп, получивших в рационе силос бобово-злаковой смеси по сравнению с контрольными животными переваривали больше сухого вещества соответственно; на 10,43% (P<0,01), органического вещества – на 8,18% (P < 0,01), сырой клетчатки – на 12,16% (P < 0,01) и БЭВ – на 5,71% (P< 0,05), сырого протеина – на 2,5% (табл.2).

Таблица 2 – Переваримость питательных веществ рациона, %

Группа	Сухое вещество	Органическое вещество	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ
Контрольная	65,84±1,14	68,77±0,90	59,81±0,89	81,17±3,30	56,04±5,67	75,04±2,38
Опытная	76,27±1,87	76,95±0,38	62,31±1,41	70,30±3,13	68,20±2,39	80,75±2,23

Включение в состав рациона силос бобово-злаковой травосмеси оказало положительное влияние не только на коэффициенты переваримости питательных веществ, но и на обмен азота в организме животных. Следует отметить, что коровы контрольной группы, получавшие в рационе провяленный силос из клевера лугового Ранний 2, с мочой выделяли больше азота, чем животные опытной группы. Эти показатели составляли; контрольной группе 69,15г, в опытной группе – 66,25г. Использовано азота на образование молока от принятого в рационе составило: в контрольной группе 20,07%, в опытной – 23,60%, от переваренного 33,56% и 37,94%, что ниже на 3,53 и 4,38% соответственно.

Баланс азота у животных обеих групп был положительным. Однако, лучшее использование азота наблюдалось у кров контрольной группы 28,25г, опытной 1,94г (табл.3).

Таблица 3 – Баланс и использование азота подопытными животными

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Принято с кормом, г	245,07	176,32
Выделено с калом, г	98,48	66,45
Переварилось, г	146,59	109,87
Коэффициент переваримости, %	59,81	62,31
Выделено с мочой, г	69,15	66,25
Использовано, г	77,44	43,62
Использовано азота от принятого, %	31,60	24,74
Использовано азота от переваренного, %	52,83	39,70
Выделено с молоком, г	49,19	41,68
Использовано на образование молока от принятого, % от переваренного, %	 20,07 33,56	 23,60 37,94
Баланс азота (±), г	+28,25	+1,94
Усвоено: от принятого, % от переваренного, %	11,53 19,27	1,10 1,76

Содержание макроэлементов в кормовых средствах в значительной мере определяют общий уровень затрат питательных веществ на продукцию и устойчивость животных к болезням. В опытах на дойных коровах были установлены особенности минерального обмена при скармливании силоса из клевера лугового и бобово-злаковой травосмеси.

Положительный баланс кальция был отмечен у всех подопытных животных, что указывает на отсутствие нарушений обмена веществ в их организме (табл.4).

Таблица 4 Среднесуточный баланс кальция и фосфора (в среднем по группе)

Показатель	Группа			
	Контрольная		Опытная	
	Элемент			
	кальций	фосфор	кальций	фосфор
Принято с кормом, г	93,43	69,82	96,59	67,13
Абсорбировано, г	30,78	20,80	41,59	23,43
% от потребленного	32,94	29,79	43,06	34,90
Выделено с мочой, г	0,606	1,095	0,627	1,31
% от потребленного	0,649	1,57	0,650	1,96
% от абсорбированного	1,83	16,96	1,51	5,61
Выделено с молоком, г	23,16	10,56	19,06	10,91
% от потребленного	24,79	15,12	19,73	16,25
% от абсорбированного	75,24	52,59	45,83	46,56
Ретенция, г	7,01	9,14	21,90	11,21
% от потребленного	7,51	13,09	22,67	16,70
% от абсорбированного	22,79	43,97	52,66	47,84

Полученные результаты показали, что количество принятого кальция с кормом у подопытных коров было неодинаковым. Так, животные опытной группы больше потребляли кальция, чем животные контрольной группы – на 3,38%. Баланс кальция в контроле составлял 7,01 г, что ниже на 14,89г по сравнению с опытной группы. Данные балансовых опытов свидетельствуют о том, что катионы кальция в силосе из клевера и бобово-злаковой смеси имеет различную химическую связь с минеральными анионами и органическими кислотами, а также степенью их диссоциации. В силосе бобово-злаковой смеси кальций находится в более доступной форме для усвоения в организме жвачных животных.

В составе силоса из клевера лугового коровы получали фосфора больше, чем в силосе бобово-злаковой смеси, однако, по количеству использованного в желудке и кишечнике межгруппового различия были не значительными.

С мочой у животных подопытных групп экскрецировалось почти одинаковое (1,09-1,31г/сут.) количество фосфора. Межгрупповое различие в выделении его с молоком у коров было незначительным (10,56 и 10,91 г/сут). Ретенция фосфора у подопытных животных составила: в контрольной группе 9,14г, опытной – 11,21г.

Заключение

1. Скармливание подопытным животным силоса из бобово-злаковой травосмеси взамен силоса из клевера лугового Ранний 2 повышало переваримость питательных веществ, что способствовало увеличению отложения в теле опытных коров кальция и фосфора. Баланс кальция в контроле составлял 7,01г, что ниже на 14,89г по сравнению с опытной группой.
2. Переваримость сухого вещества была больше соответственно на 10,43%, органического вещества – 8,18%, сырой клетчатки – 12,16%, БЭВ – 5,71% и сырого протеина – 2,50%.

Литература

1. Агафонов, В.И. Физиологические потребности в питательных веществах и нормирование питания молочных коров /В.И. Агафонов {и др.}/ Справочное руководство.- Боровск. 2000. -136с.
2. Григорьев, Н.Г. Биологическая полноценность кормов / Н.Г. Григорьев, Н.Г.Волков Е.С. Воробьев {и др.} //Агропромиздат, 1989. - 287с.
3. Кальницкий, Б.Д. К вопросу оценки питательности рационов и нормирования кормления жвачных животных. /Б.Д. Кальницкий {и др.}// Вестник РАСХН. - 2000. - №1.- С.12-15.
4. Капсамун А.Д. Производство и использование кормов из козлятника восточного в рационах молочных коров.- Монография. - 2014. - 198с.
5. Косолапов, В.М. Возделывание и использование перспективных состав клевера лугового в кормопроизводстве Центральных районов Нечерноземной зоны России/ В.М. Косолапов, А.С.Шпаков. Ю.К.Новоселов и др. -М.: РЦСК. 2009. -36с.
6. Лукашик, Н.А. - Зоотехнический анализ кормов / Н.А.Лукашик, В.А. Тащилин. -1970. -С.78-85.
7. Плохинский, Н.А. Биометрия. -М.: Из-во МГУ. -1970. -342с.
8. Томмэ, М.Ф. Методики определения переваримости кормов и рационов /М.Ф.Томмэ. – М., 1969. - 31с.

УДК 633.375:633.2:551.58

ПРОДУКТИВНОСТЬ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВОСМЕСЕЙ СЕНОКОСНОГО ТИПА НА ПЯТЫЙ ГОД ПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ СКАШИВАНИЯ

Силина О.С., КапсамунА.Д., д.с.-х.н., ***Тюлин В.А.**, д.с.-х.н., профессор, **Павлючик Е.Н.**, к.с.-х.н., **Епифанова Н.А.**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель»,

**ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», г.Тверь, Россия*

Учёными отмечено, что для устранения дефицита протеина в объёмистых кормах наиболее целесообразно удельный вес бобовых и бобово-злаковых трав в России увеличить до 78-85%.

Следует отметить, что в настоящее время при ограничении ресурсов в сельскохозяйственном АПК, в связи с высокой стоимостью азотных удобрений, наиболее выгодным является выделение основного места в полевом кормопроизводстве бобовым травам, выращиваемых в смешанных агрофитоценозах.

Введение в сельское хозяйство широкого разнообразия бобовых трав, особенно более длительного срока пользования, характеризующихся разными ритмами развития и низкими затратами невосполнимой энергии за счёт ризобиальной фиксации, раскрывает потенциал бобовых трав.

При научном конструировании сеяных фитоценозов для их многоукосного использования при учёте биологических свойств трав и высокой отавности их видов и сортов, учитывается и их долголетие при включении трав в состав травосмесей. Для реализации потенциала новых видов и сортов трав особое внимание уделяется учёту их адаптации к местным природно-климатическим условиям.

Поэтому при создании травосмесей подбор разных видов многолетних трав и адаптивных новых сортов играет важную роль. Включение в травосмеси в качестве доминирующей кормовой культуры – люцерны изменчивой предусматривает увеличение продуктивного долголетия. Введение бобово-злаковых травосмесей на основе разных видов и сортов трав, отличающихся сроками поспевания при двух-трёхкратном использовании является основой формирования прочной кормовой базы на осушаемых землях Нечерноземья. Использование в сенокосной технологии смешанных посевов является экологически чистым приёмом повышения эффективности кормопроизводства.

Бобово-злаковые травосмеси на основе современных сортов клевера лугового и люцерны изменчивой, отличающихся кислотоустойчивостью, устойчивой кормовой продуктивностью при высокой зимостойкости позволяет их возделывание в северо-западных районах Нечерноземья [1].

При использовании в сложных травосмесях двух и более бобовых компонентов увеличивается насыщенность угодий азотфиксирующими видами и повышается эффективность использования почвенно-климатических ресурсов.

Для получения более высокой и стабильной по годам продуктивности созданных селекционерами интенсивных сортов требуется исследование их адаптации к условиям Нечерноземья, для привлечения наиболее ценных видов и сортов трав в этот регион [3].

Актуальность исследований по адаптации агрофитоценозов кормовых культур к водно-физическому состоянию осушаемых земель заключается в оценке потенциала и параметров повышения продуктивности трав нового поколения и увеличения продуктивного долголетия травосмесей на осушаемых землях и связанных с ними изменений видового состава смесей.

Методика исследований. Опыты проводились на полевом полигоне отдела кормопроизводства ФГБНУ ВНИИМЗ (2012-2017г.) в Тверской об-

ласти на дерново-подзолистой суглинистой почве со слабокислой реакцией почвенной среды, средней обеспеченностью легкогидролизуемым азотом, подвижным фосфором (по Кирсанову) и обменным калием.

Схема опыта включает многолетние бобово-злаковые травосмеси, состоящие из двух бобовых культур и одного злакового компонента.

Скашивание травостоев 1-го укоса проводилось в фазу бутонизации-начала цветения бобовых культур (на сено), 2-го укоса – через 45-55 дней после первого укоса (на силос).

Наблюдения и исследования проводили по общепринятым методикам [4]. Для статистической обработки результатов исследований применялся метод дисперсионного анализа с использованием компьютерных программ [2].

Результаты исследований. Продуктивность многолетних травосмесей определяется режимом скашивания травостоя, видовыми и сортовыми особенностями компонентов, а также складывающимися погодными условиями и является показателем хозяйственной ценности видов и сортов трав.

Высота травостоя пятого года пользования в опыте изменялась в зависимости от состава травосмесей, видов и сортов трав, а так же погодных условий и ко времени проведения первого укоса составляла 51-94 см, второго укоса – 29-45 см. Наиболее высокорослыми были травостои, в состав которых входила ежа сборная – 88см. В зависимости от сорта клевера лугового выше всех были травостои с раннеспелым клевером луговым сорта Дымковский – 76см, наименьшая высота – 65см у травостоев с позднеспелым клевером Витязь.

Неблагоприятные погодные условия в межукосный период, когда показатели полной полевой влагоёмкости (ППВ) почвы были выше 100% и воздух из почвы вытеснялся водой, при этом корни испытывали кислородную недостаточность. Такие условия отрицательно отразились на росте растений и, следовательно, на их продуктивности, поэтому ко времени проведения вторичного скашивания высота травостоя была в пределах 40см, поэтому кормовая продуктивность смесей резко снизилась.

Бобовые культуры в составе травосмесей при проведении первого укоса в среднем составляли 61-88%. Наиболее высокий показатель у травосмесей с клевером луговым ВИК 7. Проведя анализ состава травосмесей по виду злакового компонента, следует отметить, что в составе смесей из злаковых компонентов самый высокий процент в первом укосе у тимофеевки луговой – 20-73%, самый низкий у фестулолиума – 0-10%. А ко второму укосу картина меняется. Процентное соотношение злакового компонента увеличивается и составляет: у овсяницы луговой – 38-100%, фестулолиума – 50-100%, ежи сборной – 57-100% и тимофеевки луговой – 39-100%.

Ботанический состав бобово-злаковых травостоев сенокосного типа при втором укосе показывает высокое в % отношении участие в травостоях бобовых культур 61-62% за счёт участия люцерны изменчивой Находка, которая являлась вторым компонентом в травосмесях с полностью выпавши-

ми на пятый год пользования клеверами ВИК 7, Марс и Дымковский. Клевер луговой Витязь и клевер гибридный Йыгева выпали из смесей ранее.

В опытных травостоях освободившуюся нишу после выпадения клевера лугового, вследствие его биологических особенностей, занимала люцерна изменчивая. В соотношение клевера лугового и люцерны изменчивой в смесях на 5 г.п. травостоями преобладает люцерна изменчивая 80-90%. Содержание бобовых в смешанном травостое является ведущим фитоценотическим фактом, определяющим дополнительное поступление азота и урожайность в целом травостоя.

Анализ данных урожая по укосам показывает, что сложные бобово-злаковые травосмеси 5 г.п. при первичном скашивании в фазу бутонизации - начала цветения бобовых культур формируют урожайность сухой массы 3,48-8,13 т/га или 2,96 – 6,91 тысяча кормовых единиц (рис. 1).

При вторичном скашивании травосмеси формируют урожай на уровне 0,98-1,97 т/га сухой массы, в которой содержится 0,84-1,68 тысяч кормовых единиц, что меньше, чем в 1-ом укосе на одну и более т/га сухой массы и тысяч кормовых единиц.

При двуукосном скашивании на 5-ый г.п. травостоями доля первого укоса составила 72-81%, второго 19-28%. Лучшими по данному показателю показали себя травосмеси с ранними и среднеспелыми сортами при наиболее равномерном распределении кормовой массы по укосам.

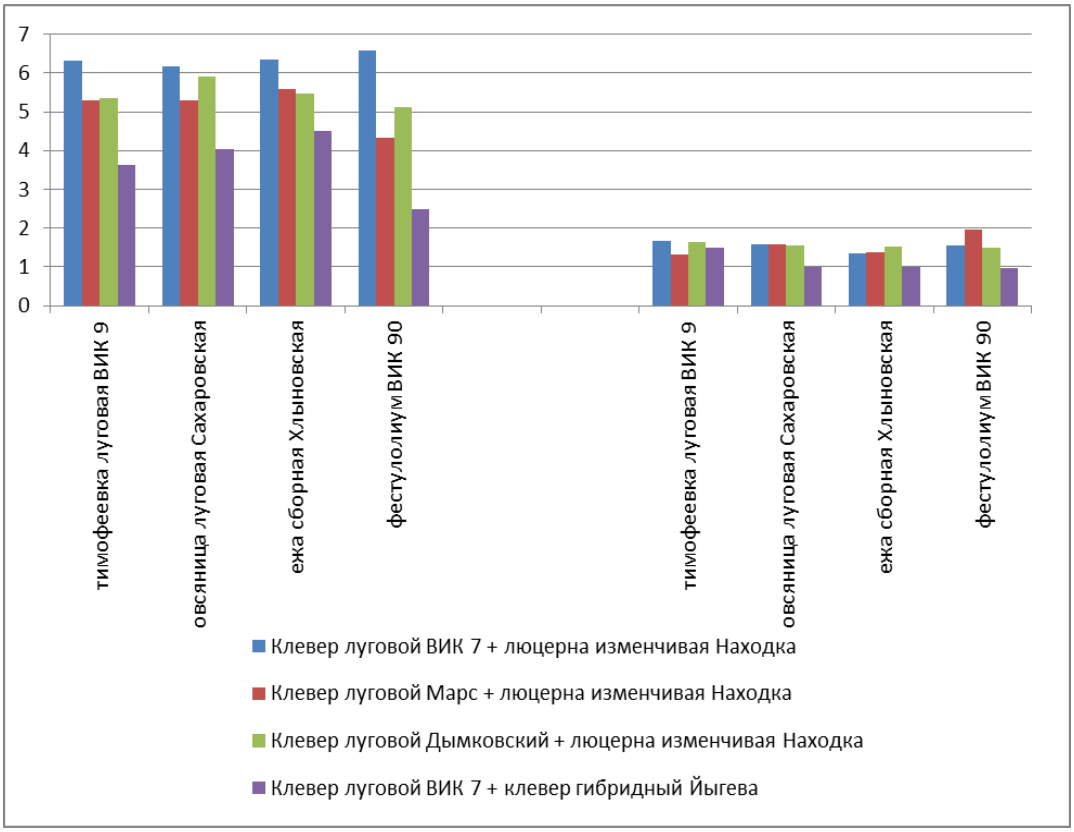


Рис. 1. Продуктивность сухой массы бобово-злаковых травосмесей 5г.п. (т/га), 2017г. (по укосам)

Сравнивая продуктивность травосмесей, в зависимости от злакового компонента, следует отметить, что наибольший урожай – 6,8 т/га сухой массы в среднем обеспечили клевера в смеси с овсяницей луговой, а также в смеси с ежой сборной 6,8т/га. В зависимости от сорта клевера наибольшей продуктивностью отличались травосмеси с клевером ВИК 7 – 7,9 т/га сухой массы с содержанием 6,7 тысяч кормовых единиц (рис.2).

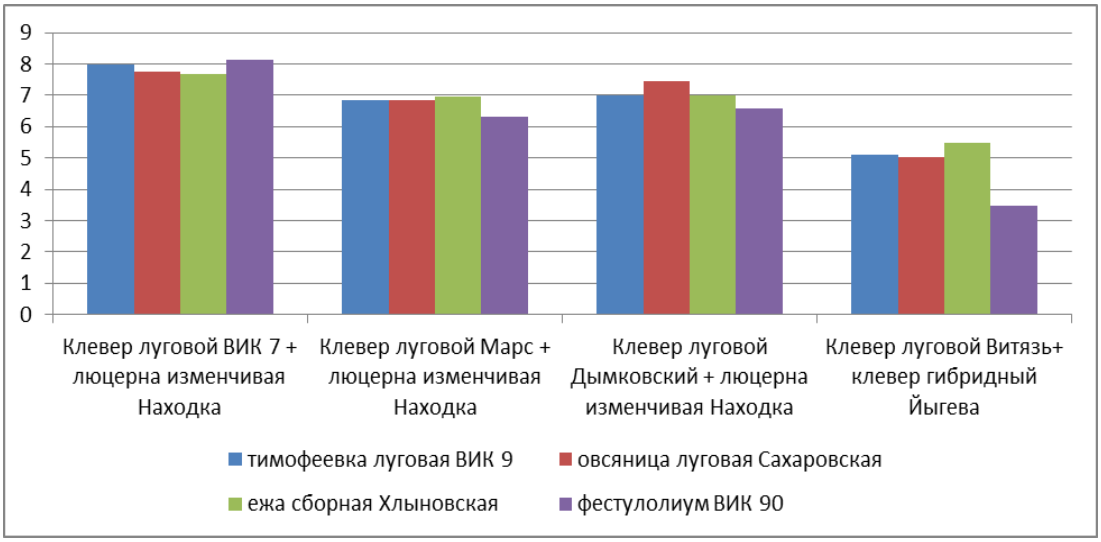


Рис. 2. Продуктивность сухой массы бобово-злаковых травосмесей 5г. п. (т/га), 2017г. (в сумме за два укоса)

Следует отметить, что наилучшими для проведения первого укоса является скашивание травостоев в конце июня - начале июля в фазу бутонизации - начала цветения бобовых трав, в данном случае люцерны изменчивой, рекомендуемые сроки проведения 2-го укоса – конец августа - начало сентября.

Конструирование многовидовых высокопродуктивных, долголетних и оптимизированных по составу и структуре травосмесей возможно на основе современных сортов трав, способных к совместимости. Использование клевера лугового и люцерны изменчивой в многовидовых агрофитоценозах существенно снижает их потребность в азоте, повышает кормовую ценность, улучшает почвенное плодородие и обеспечивает устойчивую продуктивность и природосохранность.

Возделывание сортов различных групп спелости, соответствующих почвенно-климатическим условиям регионов, различающихся периодом вегетации, требованиями к обеспеченности влагой и теплом позволяет обеспечить высокую продуктивность кормовых трав в оптимальные для заготовки кормов фазы развития, при меньшей степени зависимости от негативных явлений климатических условий.

Литература
1. Благовещенский Г.В., Кутровский В.Н. Инновационный потенциал бобового разнообразия травостоев. //Кормопроизводство, 2011.- №6. - С.3-5.
2. Доспехов, Б. А.- Методика полевого опыта. -М.: Колос, 1985. -352 с.
3. Косолапов В.М. Кормопроизводству – сбалансированное развитие / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова // АПК: экономика, управление. -2013, № 7. -С.15-23
4. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. - М.: Агропромиздат, 1997. -27 с.

УДК:631

АГРОЦЕНОЗЫ НА ОСНОВЕ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ГУМИДНОЙ ЗОНЫ

Вагунин Д.А., к.с.-х.н.
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г.Тверь, Россия

Для достижения высокого уровня использования почвенных, климатических и природных ресурсов в кормопроизводстве различных стран возможно благодаря оптимизационным технологиям возделывания бобовых культур. Наиболее ценное хозяйственное свойство козлятника восточного выражается через его высокое долголетие. Способность произрастать на одном месте более 15 лет обеспечивая стабильно высокий урожай зеленой массы. Козлятник восточный среди бобовых культур отличается, высокой продуктивностью, способен формировать полноценный растительный белок. Роль данной культуры достаточно велика и для производства высокобелковых кормов, и также в процессе биологизации земель при недостаточном обеспечении азотными удобрениями, для решения обостряющихся проблем энерго- и ресурсосбережения, способствует стабилизировать урожайность сельскохозяйственных культур [1, 2].

К другим ценным достоинствам козлятника восточного относиться его способность ускоренно отрастать до укосной спелости, что возможно благодаря энергичному использованию почвенного влагозапаса после осенне-зимних периодов и притока солнечной энергии, за счет чего козлятник восточный сформировывает значительный урожай первого укоса, и в сравнении с прочими долголетними бобовыми культурами почти независим от метеорологических условий в начале вегетации [3].

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 Псков-

ский НИИСХ. Опытный участок расположен на трех почвенных разностях (глубокооглеенная, глееватая, глеевая), дерново-подзолистой, супесчаной почвы. Кислотность pH – 4,5-5,5, среднее содержание P_2O_5 – 114 мг/кг, K_2O – 92 мг/кг. Удельная масса почвы 2,59 г/см^3. Содержание гумуса низкое – 1,4-3,2 %. Междренные расстояния регулирующей сети 18-40 м, глубина закладки дрен колеблется от 0,8 до 1,1 метра. Площадь опыта 6,8 га, размещение вариантов рендомизированное, в три яруса, повторность трехкратная. Посев беспокровный. Использование двуукосное. Агротехника общепринятая.

Результаты исследований

Ботанический состав изучаемых травостоев показал, что в 2015 году преобладал двукисточник тростниковый 24,0-54,6%. В чистых посевах на долю козлятника восточного приходилось 65,2-79,5%, в смеси со злаками – 6,8-24,1%. С годами опыта процентное содержание козлятника восточного в чистых и смешанных посевах постепенно возрастает. Среди злаковых трав к 2017 году в сенокосных травостоях доминировала тимофеевка луговая 22,4-40,7%. На долю козлятника восточного в 2017 году приходилось 64,6-82,3% в чистом посеве, 17,2-35,7% в смеси. В среднем по годам опыта более конкурентоспособным отмечен козлятник восточный сорта Кривич глееватой почвы чистого посева 80,2%. В смеси со злаками его доля составляла 16,6-24,7%. Козлятник сорта Гале в чистых посевах варьировал от 63,9-72,0%, в смеси – 12,2-22,4%; сорта Юбиляр – 70,7-73,6%, 14,3-25,2% соответственно.

Корреляционно-регрессионный анализ связи урожайности с ботаническим составом козлятника восточного показал, что между этими показателями существует тесная зависимость, которая выражена уравнениями:

$$y_1 = 5{,}59 + 0{,}03\ x_1, r = 0{,}64$$

$$y_1 = 8{,}39 - 0{,}001 x_2, r = -0{,}05$$

$$y_1 = 7{,}96 + 0{,}03\ x_3, r = 0{,}61$$

$$y_2 = 7{,}73 - 0{,}001\ x_1, r = -0{,}13$$

$$y_2 = 8{,}44 + 0{,}02\ x_2, r = 0{,}04$$

$$y_2 = 7{,}37 + 0{,}01\ x_3, r = 0{,}25$$

$$y_3 = 7{,}54 - 0{,}02\ x_1, r = -0{,}69$$

$$y_3 = 7{,}04 - 0{,}02\ x_2, r = -0{,}56$$

$$y_3 = 5{,}40 - 0{,}004\ x_3, r = -0{,}28$$

где y_1 – урожайность сухой массы 2015 года,
y_2 – урожайность сухой массы 2016 года,
y_3 – урожайность сухой массы 2017,
x_1 – глубокооглеенная почва,
x_2 – глееватая почва,
x_3 – глеевая почва.

Более высокая (r=0,64) степень сопряженности между урожайностью травостоев и процентным участием козлятника восточного отмечено на глубокооглеенной почве в 2015 году. Линейная связь отсутствовала на глеватой почве 2015 (r=-0,05), и в 2016 (r=0,04). Средняя отрицательная связь отмечена в 2017 году на всех вариантах по трем почвенным разностям.

По сортовым особенностям связь между урожаем сухой массы и процентным участием козлятника восточного в травостоях описывается следующими уравнениями регрессии:

В 2017 году:

$y_1 = -8{,}68 + 0{,}24\ x_1, r = 0{,}64$

$y_2 = -0{,}03 + 0{,}29\ x_1, r = 0{,}98$

$y_1 = -21{,}01 + 0{,}40\ x_2, r = 0{,}95$

$y_2 = 10{,}78 - 0{,}084\ x_2, r = -0{,}88$

$y_1 = 0{,}77 + 0{,}10\ x_3, r = 0{,}83$

$y_2 = 4{,}32 + 0{,}11\ x_3, r = 0{,}99$

В 2016 году:

$y_1 = 15{,}08 - 0{,}11\ x_1, r = -0{,}80$

$y_2 = 7{,}92 - 0{,}02\ x_1, r = -0{,}99$

$y_1 = 12{,}33 - 0{,}06\ x_2, r = -0{,}79$

$y_2 = 8{,}46 - 0{,}02\ x_2, r = -0{,}27$

$y_1 = 7{,}19 + 0{,}01\ x_3, r = 0{,}55$

$y_2 = 0{,}84 + 0{,}34\ x_3\ r = 0{,}96$

В 2015 году:

$y_1 = 6{,}67 - 0{,}02\ x_1, r = -0{,}94$

$y_2 = 5{,}09 + 0{,}17\ x_1, r = 0{,}48$

$y_1 = -1{,}02 + 0{,}09\ x_2, r = 0{,}45$

$y_2 = 7{,}48 - 0{,}09\ x_2, r = -0{,}69$

$y_1 = 0{,}51 + 0{,}07\ x_3, r = 0{,}38$

$y_2 = 9{,}82 - 0{,}20\ x_3, r = -0{,}97$

где y_1 - урожайность сухой массы, чистый посев,

y_2 – урожайность сухой массы травосмеси,

x_1 – сорт Гале,

x_2 – сорт Юбиляр,

x_3 – сорт Кривич.

Проведенный корреляционно-регрессионный анализ зависимости между урожайностью сухого вещества и процентным содержанием козлятника восточного в травостое показывает, что наиболее высокая корреляционная зависимость (r=0,99), (r=0,98) отмечена на посевах в смеси со злаками сорта Кривич и Гале в 2017 году. Наибольшая прямая зависимость по вариантам опыта отмечена в 2017 году, наименьшая в 2015. Это связано с изменение ботанического состава в травостоях.

Применение индекса ценотической активности позволяет определить поведение отдельных видов трав в составе различных типов сеянных травостоев на протяжении длительного периода. В наших исследованиях многолетние травы сенокосного использования характеризуются различной фитоценотической активностью. Наиболее высоким индексом ценотической активности в среднем по годам опыта, обладала тимофеевка луговая 1-1,9, а самым низким козлятник восточный 0,3-0,8. Кострец безостый и двукисточник тростниковый занимали промежуточное положение.

За 2015-2017 годы индекс ценотической активности козлятника восточного варьировал в пределах 0,2-0,9. По сортовым особенностям существенной разницы не отмечено. Злаковые травы более ценотически активны. У костреца безостого и двукисточника тростникового по годам наблюдается постепенное снижение конкурентоспособности и выпадение из травостоя. Индекс ценотической активности костреца безостого по вариантам опыта к 2017 составил 0,6-1,4, двукисточника тростникового 0,8-1,4, активность тимофеевки луговой с годами опыта увеличивалась, достигнув 1,3-2,4 к 2017 году (табл. 1).

Таблица 1 – Индекс ценотической активности бобово-злаковых травостоев, 2015-2017гг.

Урожайность	Почва	Годы	Вариант						
			1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Козлятник восточный	глубоко-оглеенная	2015	0,8	0,2	0,8	0,3	0,7	0,3	0,0
		2016	0,6	0,2	0,7	0,3	0,3	0,5	0,0
		2017	0,6	0,5	0,7	0,5	0,7	0,4	0,0
		Сред.	0,7	0,3	0,7	0,4	0,6	0,4	0,0
	глееватая	2015	0,7	0,3	0,8	0,2	0,7	0,3	0,0
		2016	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,6	0,0
		2017	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,0
		Сред.	0,6	0,5	0,7	0,5	0,8	0,6	0,0
	глеевая	2015	0,8	0,2	0,7	0,6	0,8	0,5	0,0
		2016	0,7	0,6	0,7	0,3	0,5	0,4	0,0
		2017	0,7	0,7	0,8	0,4	0,8	0,9	0,0
		Сред.	0,7	0,5	0,7	0,4	0,7	0,6	0,0
Кострец	глубоко-	2015	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0	1,3	1,2

безостый	оглеенная	2016	0,0	1,3	0,0	1,2	0,0	1,1	1,6
		2017	0,0	0,9	0,0	0,8	0,0	0,8	1,4
		Сред.	0,0	1,3	0,0	1,2	0,0	1,1	1,4
	глееватая	2015	0,0	1,4	0,0	1,1	0,0	1,1	1,6
		2016	0,0	0,8	0,0	1,1	0,0	0,8	0,7
		2017	0,0	0,7	0,0	0,8	0,0	0,7	1,0
		Сред.	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	0,9	1,1
	глеевая	2015	0,0	1,8	0,0	1,7	0,0	1,3	1,4
		2016	0,0	0,9	0,0	1,2	0,0	0,6	1,5
		2017	0,0	0,8	0,0	0,9	0,0	0,6	1,4
		Сред.	0,0	1,2	0,0	1,3	0,0	0,8	1,4
Двукисточник тростниковый	глубокооглеенная	2015	0,0	2,0	0,0	1,7	0,0	1,3	2,6
		2016	0,0	1,2	0,0	1,0	0,0	1,0	1,3
		2017	0,0	1,2	0,0	1,2	0,0	1,0	1,2
		Сред.	0,0	1,5	0,0	1,3	0,0	1,1	1,7
	глееватая	2015	0,0	2,1	0,0	1,6	0,0	2,0	2,2
		2016	0,0	0,8	0,0	1,1	0,0	0,9	1,0
		2017	0,0	0,9	0,0	1,0	0,0	0,8	1,4
		Сред.	0,0	1,3	0,0	1,2	0,0	1,2	1,5
	глеевая	2015	0,0	1,0	0,0	0,9	0,0	1,8	1,0
		2016	0,0	1,8	0,0	1,3	0,0	1,7	1,7
		2017	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0	1,8	2,1
		Сред.	0,0	1,5	0,0	1,3	0,0	1,8	1,6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тимофеевка луговая	глубокооглеенная	2015	0,0	1,0	0,0	0,9	0,0	1,8	1,0
		2016	0,0	1,8	0,0	1,3	0,0	1,7	1,7
		2017	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0	1,8	2,1
		Сред.	0,0	1,5	0,0	1,3	0,0	1,8	1,6
	глееватая	2015	0,0	0,7	0,0	1,1	0,0	1,0	0,8
		2016	0,0	1,5	0,0	1,5	0,0	1,7	2,4
		2017	0,0	1,5	0,0	1,6	0,0	1,4	2,4
		Сред.	0,0	1,2	0,0	1,4	0,0	1,4	1,9
	глеевая	2015	0,0	0,7	0,0	0,7	0,0	1,5	0,7
		2016	0,0	1,1	0,0	1,8	0,0	2,2	2,2
		2017	0,0	1,3	0,0	1,9	0,0	1,3	2,1
		Сред.	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0	1,7	1,7

Примечание: вариант 1 одновидовой посев козлятника восточного сорт Гале, вариант 3 одновидовой посев козлятника восточного сорт Юбиляр, вариант 5 одновидовой посев козлятника восточного сорт Кривич, вариант 2,4,6 травосмесь, включающая в себя козлятник восточный (Гале, Юбиляр, Кривич), кострец безостый (Вегур), тимофеевка луговая (ВИК 9), двукисточник тростниковый (Урал). Вариант 7 злаковая травосмесь кострец безостый (Вегур), тимофеевка луговая (ВИК 9), двукисточник тростниковый (Урал)

Биохимический состав бобовых, бобово-злаковых и злаковых травостоев при сенокосном использовании в среднем за 3 года пользования характеризовался средним содержанием сырого протеина 14,7%, сырой золы 7,4%, базазотистых экстрактивных веществ 43,1%, низким сырого жира 1,6%. Отмечено высокое содержание клетчатки 31,9%, средним содержанием кальция 0,7%, фосфора 0,4%, калия 2,5%. Чистые посевы козлятника восточного характеризовались более высоким содержанием сырого протеина и кальция в среднем по годам опыта 16,8-17,4% и 0,8-0,9% соответственно. В травосмесях содержание сырой клетчатки больше чем в одновидовых посевах (соответственно, 32,7-34,0% и 29,4-31,2%). По содержанию других питательных веществ (сырая зола, сырой жир) и минеральному составу (макро-, микроэлементы Mg, K_2O, P_2O_5) изучаемые варианты опыта различались в меньшей степени. Козлятник восточный обладал высокой облиственностью свыше 50%.

Результаты проведенных исследований на дерново-подзолистой супесчаной почве показали, что более высокая урожайность в среднем за 3 года опыта наблюдается на посевах козлятника восточного сорта Кривич в смеси со злаками глееватой почвы 35,7 т/га зеленой массы, 8,2 т/га сухой массы, 7,0 тыс.к.ед./га. Бобовые травостои в чистом посеве по годам опыта формировали урожайность 4,3-11,7 т/га сухой массы, бобово-злаковые и злаковый 5,0-9,6 т/га, 4,4-9,4 т/га соответственно. Более урожайным отмечен козлятник восточный сорта Юбиляр чистого посева в среднем по годам составил 7,3-8,0 т/га. Более высокая продуктивность по вариантам опыта отмечена на глееватой почве.

Заключение. На основе проведенных исследований можно сделать вывод, что чистые посевы козлятника восточного в сравнении со смешанными обеспечивают более высокий выход сухой массы до 11,7 т/га, сырого протеина до 22,3%. Более конкурентоспособной в травосмесях отмечена тимофеевка луговая. По сортовым особенностям более продуктивен козлятник восточный сорта Юбиляр в среднем за 3 года составив 7,3-8,0 т/га.

Литература

1. Кулешов Н.И. Влияние расчетных доз минеральных удобрений на урожай козлятника, его корневую систему и численность дождевых червей под ним /Н.И. Кулешов, О.В. Игошина //Кормопроизводство.- 2006.- №7.- С.27-29.
2. Сивякова Ю. А. Развитие козлятника восточного в первый год жизни в зависимости от способа посева и норм высева в условиях недостаточного увлажнения Ростовской области / Ю.А. Сивякова // Кормопроизводство. – 2007. – № 11. –С. 19-21.
3. Синицина Н.И. Агроклиматология. / Н.И. Синицина, И.А. Гольцберг, Э.А. Струнников – Гидрометеоиздат, 1973. с. 17–19.

УДК 633.3+631.82

ПРОДУКТИВНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКОВЫХ И БОБОВЫХ ТРАВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Кузнецова С.Н., к.с.-х.н., доцент
ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», г.Тверь, Россия

Одним из определяющих направлений развития животноводства и повышения его экономической эффективности является создание прочной и устойчивой кормовой базы. Решать задачу развития кормовой базы животноводства необходимо по всем направлениям: полевое и лугопастбищное кормопроизводство, подсобное производство, заготовка и хранение кормов, широкое использование вторичного сырья отраслей промышленности. Полевое кормопроизводство является основным источником кормовых культур. Оптимизация структуры посевов способствует увеличению производства продукции, не требуя дополнительных инвестиций. Для укрепления кормовой базы необходимо дальнейшее совершенствование структуры посевных площадей при сохранении и восстановлении плодородия почв. Потребность скота в белке обеспечивается лишь наполовину, поэтому необходимо внедрение высокопродуктивных сортов (увеличение посевов бобовых трав и бобово-злаковых смесей), стимулирование производства семян сои, рапса и восстановление системы семеноводства трав в целом. Важным направлением является технологическая модернизация кормопроизводства, предусматривающая использование продукционно-управляемых технологий с применение минеральных удобрений в соответствии со стратегией машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года. Прогрессивные ресурсосберегающие технологии в кормопроизводстве предполагают разработку и освоение технических средств нового поколения, обеспечивающих комплексную механизацию в отрасли. Необходимо рационально использовать лугопастбищные угодья, создавая специализированные (по видам скота) культурные пастбища; повышать продуктивность; наращивать возможности природных пастбищ за счёт внесения азотных удобрений; для осуществления технологических процессов в необходимые сроки и получения качественных кормов необходима механизация на должном уровне [2].

Возделывание многолетних бобовых трав в севооборотах позволяет производить высокопитательный корм для молочного животноводства при высокой продуктивности пашни, а также обеспечивает воспроизводство плодородия почв как за счет усиления накопления гумуса, так и биологического азота в почве, что обеспечивает значительное повышение урожайности возделываемых в севообороте зерновых и других культур [3].

В производственных условиях возникает необходимость создания травостоев длительного срока пользования: выводных полей, запольных участков, участков пашни, которые хозяйство не в состоянии обработать. Установлено, что на почвах со средней и сильной кислотностью лучшей для залужения является травосмесь лядвенца рогатого с тимофеевкой луговой [4].

Производство продукции животноводства тесно связано с увеличением производства высокобелковых кормов и расширение их видового состава, кроме таких ценных культур как клевер и люцерна. Это список можно дополнить такой перспективной культурой как лядвенца рогатый, который характеризуется высокой экологической пластичностью, превосходно сочетает высокую продуктивность с отличными кормовыми достоинствами.

Для изучения влияния минеральных удобрений на продуктивность одновидовых посевов лядвенеца рогатого (*Lotus corniculatus L.*) сорта Луч и тимофеевке луговой (*Phleum pratense L.*) сорта ВИК-9 в 2016 г. был заложен полевой опыт на кафедре ботаники и луговых экосистем ФГБОУ ВО Тверской ГСХА. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, содержание гумуса 1,88-2,04 %, P_2O_5 – 195-201 мг на 100 г почвы, K_2O – 98-102 мг на 100 г почвы, pH kl – 6,8-7,01. В 2017 и 2018 годах исследования были продолжены [1].

На лядвенце рогатом применялась следующая схема опыта:1 вариант – контроль; 2 вариант – внесение K_2O 60 д. в. на 1 га; 3 вариант – внесение K_2O 90 д. в. на 1 га. На тимофеевке луговой: 1 вариант – контроль; 2 вариант – внесение P_2O_5 30 д. в. на 1 га; 3 вариант – внесение P_2O_5 60 д. в. на 1 га. Супер фосфат и хлористый калий на травах 1, 2 года пользования (2017-2018 гг.) вносили рано весной после начала отрастания трав. Повторность 3-х кратная, площадь делянок 10 м^2. Учет и наблюдения проводились с использованием общепринятых методик (Методика ВНИИ кормов, 1986; Методика ВАСХНИЛ, 1986; Б.А. Доспехов, 1985).

В 2018 году (2 год пользования трав) на варианте без внесения удобрений в первом укосе урожайность лядвенца рогатого составила в среднем 42,0 ц/га сухой массы. При внесении удобрений в дозе K_2O 60 д. в. на 1 га (2 вариант) продуктивность была получена в пределах 47,6 ц/га и на 3 варианте (внесение удобрений в дозе K_2O 90 д. в. на 1 га) – 49,9 ц/га. На тимофеевке луговой соответственно были получены следующие результаты – 36,8 (1 вариант), 53,1 (2 вариант) и 55,7 (3 вариант) ц/га сухой массы.

Второй укос дал меньшую продуктивность: соответственно по вариантам на лядвенце рогатом – 19,4, 20,5 и 22,4 ц/га сухой массы; на тимофеевке луговой – 18,2, 27,5 и 30,4 ц/га сухой массы. На такой результат сказалось недостаток влаги во второй половине лета.

В среднем по вариантам опыта на лядвенце рогатом засоренность в первом укосе составила 34,6 %, на втором укосе – 27,5 %. На тимофеевке

луговой процент засоренности был небольшим – всего 8,4 % в среднем по вариантам опыта в первом укосе и 15,7 % во втором укосе. Видовой состав сорняков не зависел от норм удобрений: марь белая, горошек мышиный, горец почечуйный, ярутка полевая, щавель конский, одуванчик лекарственный и другие сорняки.

Результаты исследований показывают положительное влияние внесения минеральных удобрений на продуктивность бобового и злакового компонента в одновидовых посевах на дерново-подзолистых почвах в условиях Тверского региона.

Литература

1. Кузнецова С.Н. Формирование продуктивности лядвенеца рогатого в зависимости от внесения минерального компонента. /С.Н. Кузнецова // Повышение конкурентоспособности племенного животноводства и кормопроизводства в современной России / Сборник статей VIII международной научно-практической конференции, 14 - 16 февраля 2017. – Тверь: Тверская ГСХА. – С.162-164.
2. Лобачева, Т.И. Состояние и направления развития кормовой базы животноводства / Т.И. Лобачева// Кормопроизводство. - 2017. - № 8. – С. 3-9.
3. Тимошенко, С. М. Оптимизация процессов трансформации азота в агроэкосистемах и увеличение производства растительного белка при возделывании многолетних бобовых и бобово-злаковых трав различного видового состава в зернотравяных севооборотах на дерново-подзолистых почвах.: Автореф. дис. к-та с.-х. наук /С.М. Тимошенко. – М., 2007.
4. Фигурин, В.А. Продуктивность травосмеси лядвенца рогатого с тимофеевкой луговой на сильно-кислой почве в зависимости от режимов использования. / В. А. Фигурин, Н. П. Сунцова, А. П. Кислицына // Кормопроизводство. -2017. -№ 10. -С.11-15.

РАЗДЕЛ III. Плодородие почв в условиях мелиорации

УДК 631.465

ИЗМЕНЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОЧВЕ ПОД КАРТОФЕЛЕМ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИМЕНЕНИИ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Рабинович Г.Ю., д.б.н., профессор, **Тихомирова Д.В.**
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Ферменты, относящиеся к классу оксидоредуктаз, катализируют окислительно-восстановительные реакции, которые, в свою очередь, являются одним из факторов, влияющих на почвообразование и плодородие почвы. В почвах наиболее распространены такие ферменты этого класса, как каталаза и дегидрогеназа.

Каталаза широко распространена в почвах, является характерным показателем ее биологической активности. Определение этого фермента осуществляют газометрическим методом, основанным на измерении скорости разложения перекиси водорода при ее взаимодействии с почвой. В процессах почвенного дыхания большую роль играют дегидрогеназы, которые отщепляют водород от окисляемых субстратов. Основным методом обнаружения дегидрогеназ является восстановление индикаторов с низким редокспотенциалом за счет дегидрирования соответствующих им субстратов. Для понятия напряженности биохимических процессов, происходящих в почве под действием этих двух ферментов, используется окислительно-восстановительный коэффициент (ОВК), который представляет собой их отношение, выраженное в условных единицах [1].

В 2017 г. на дерново-подзолистой почве мелиоративного объекта «Губино» был проведен опыт по выращиванию картофеля сорта «Скарб» с применением минеральных и органических удобрений. Органические удобрения в опыте были представлены уже широко известным и зарекомендовавшим себя на рынке удобрением КМН и разработанным в отделе биотехнологий ФГБНУ ВНИИМЗ биоудобрением БиГуЭм [2], которое сравнимо по питательности с КМН, но имеет немного иной способ получения. Расчетный баланс вносимых в почву минеральных удобрений (аммиачная селитра, двойной суперфосфат и хлорид калия) был произведен относительно содержания NPK в этих органических удобрениях. Общая схема вариантов опыта (№№ 1 - 9) представлена в таблице 1.

Основным контролем в опыте был вариант № 1 – КМН (3 т/га) + NPK (экв. КМН 3 т/га) – вариант, который в 2016г. в результате изучения совместного применения удобрения КМН с минеральными удобрениями оказался наиболее эффективным по многим показателям. Основным вариантом сравнения к нему был взят вариант с идентичной дозой внесения ор-

ганического удобрения БиГуЭм 3 т/га + NPK (экв. БиГуЭм 3 т/га) – вариант № 2. В вариантах №№ 3-6 количество БиГуЭм и NPK варьировалось, но суммарная доза внесения удобрений в каждом варианте опыта была равна 6 т/га. Также были исследованы варианты с максимальными дозами БиГуЭм 6 т/га и NPK (экв. 6 т/га БиГуЭм) – варианты №№ 7 и 8 соответственно. Общим контролем для всего опыта служил вариант без использования удобрений (б/у) – вариант № 9.

Таблица 1 – Схема микрополевого опыта по изучению совместного внесения органических удобрений БиГуЭм или КМН с NPK

№	Варианты опыта
1	КМН (3 т/га) + NPK (экв. 3 т/га КМН)
2	БиГуЭм (3 т/га) + NPK (экв. 3 т/га БиГуЭм)
3	БиГуЭм (1 т/га) + NPK (экв. 5 т/га БиГуЭм)
4	БиГуЭм (2 т/га) + NPK (экв. 4 т/га БиГуЭм)
5	БиГуЭм (4 т/га) + NPK (экв. 2 т/га БиГуЭм)
6	БиГуЭм (5 т/га) + NPK (экв. 1 т/га БиГуЭм)
7	БиГуЭм (6 т/га)
8	NPK (экв. 6 т/га БиГуЭм)
9	б/у

Рассчитанные дозы удобрений были внесены в почву (ленточное внесение) за день до посадки клубней. Опыт был заложен в трехкратной повторности, размер опытной делянки был 7,2 м^2, общая площадь опыта составила 0,06 га. Почва под картофелем была отобрана трижды за сезон (по фазам всходов, цветения и отмирания ботвы) и проанализирована на ряд биохимических показателей.

Каталаза способна разлагать перекисные соединения, которые образуются в процессе дыхания и в результате различных биохимических реакций окисления. Биохимические процессы распада в почве всех вариантов опыта протекали практически одинаково (рис. 1), в середине вегетации наблюдалось повышение каталазной активности относительно начала опыта (в некоторых вариантах – №№ 3 и 4 этот показатель был более выражен) и далее к фазе отмирания ботвы отмечалось угасание процессов распада.

Об активно идущих процессах катаболизма в почве свидетельствовал достаточно высокий показатель каталазной активности уже в фазу роста растений картофеля в варианте с применением БиГуЭм в дозе 6 т/га (вариант № 7), где в дальнейшем был отмечен линейный спад активности к концу опыта. Возможно, это связано с высоким содержанием питательных веществ как в самом удобрении БиГуЭм, так и с его максимальной дозой внесения. Следует также отметить вариант № 9 (б/у), в почве которого, ввиду отсутствия поступления дополнительных питательных веществ, определение каталазной активности на всем протяжении вегетации было практически одинаковым и лишь в фазу цветения растений отмечалось некоторое ее повышение.

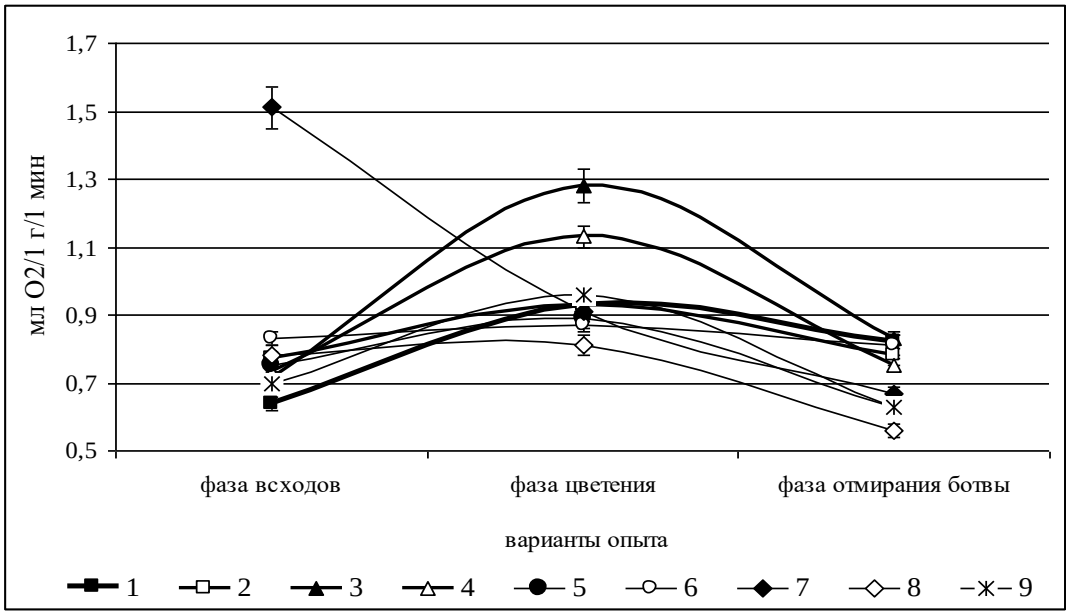


Рис. 1 – Динамика каталазной активности почвы за сезон вегетации в вариантах опыта:

1 – 3 т КМН + NPK (экв. 3 т КМН); 2 – 3 т БиГуЭм + NPK (экв. 3 т БиГуЭм); 3 – 1 т БиГуЭм + NPK (экв. 5 т БиГуЭм); 4 – 2 т БиГуЭм + NPK (экв. 4 т БиГуЭм); 5 – 4 т БиГуЭм + NPK (экв. 2 т БиГуЭм); 6 – 5 т БиГуЭм + NPK (экв. 1 т БиГуЭм); 7 – 6 т БиГуЭм; 8 – NPK (экв. 6 т БиГуЭм); 9 – б/у

Динамика активности фермента дегидрогеназы (рис. 2) в разных вариантах опыта была весьма неоднозначной. К середине вегетационного периода максимальное значение активности этого фермента было отмечено в почве вариантов опыта №№ 2, 4 и 7, что свидетельствует о достаточно высоких анаболических процессах.

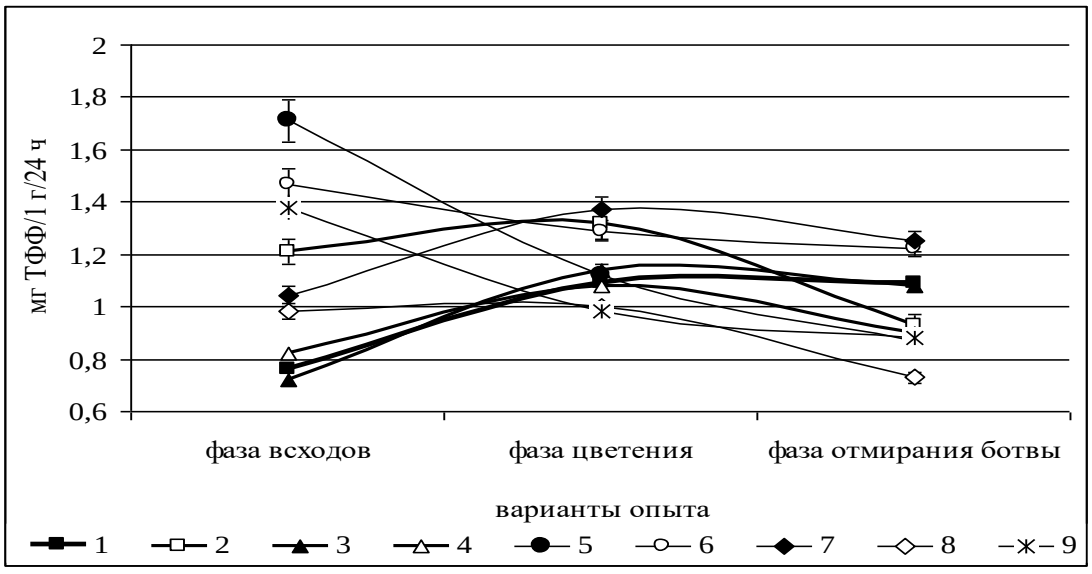


Рис. 2 – Динамика дегидрогеназной активности почвы за сезон вегетации в вариантах опыта:

1-9 – обозначения те же, что и на рис. 1

Интересные данные получены для вариантов опыта №№ 5, 6 и 9, в которых в фазу цветения было отмечено достаточно резкое снижение ак-

тивности этого показателя и продолжавшееся дальнейшее снижение к концу вегетации.

Как уже отмечалось выше, коэффициент ОВК характеризует реакции процессов распада и синтеза, которые происходят под воздействием ферментов класса оксидоредуктаз. Данные его динамики за сезон вегетации отражены на рис. 3. Во всех вариантах опыта, кроме варианта № 9 (б/у), наблюдался достаточно высокий уровень ОВК уже через 3 недели после посадки клубней (фаза всходов), что обусловлено введением в почву свежего органического вещества как основного источника энергии для микроорганизмов. Затем наблюдается снижение этого показателя к середине вегетационного процесса и дальнейшее незначимое увеличение этого показателя к фазе отмирания ботвы (рис. 3).

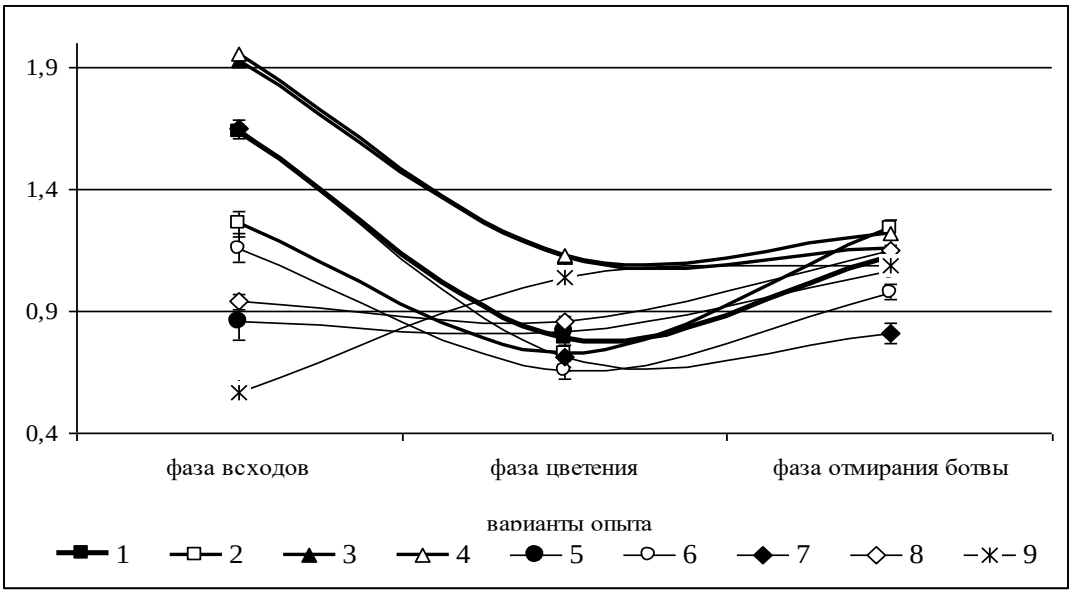


Рис. 3 – Динамика ОВК почвы за сезон вегетации в вариантах опыта:
1-9 – обозначения те же, что и на рис. 1

Такая «пауза» в биохимических процессах почвы в середине вегетации, возможно, связана с достаточным поступлением в почву питательных веществ из органических и минеральных удобрений. По иному себя «показал» вариант без использования удобрений (№ 9), в почве которого биохимические процессы стабилизировались (ОВК оказалось было в районе 1) уже к середине вегетационного периода и до конца опыта существенно не изменялись.

Таким образом, проведя исследование по изучению динамики за сезон вегетации ферментов каталазы и дегидрогеназы в почве под растениями картофеля, а также при подсчете среднесуммарного показателя ОВК (рис. 4), можно сделать вывод о том, что окислительно-восстановительные процессы, протекающие в почве под картофелем с применением удобрений практически равноценны: среднесуммарный показатель ОВК (рис. 4) почти во всех вариантах опыта (кроме вариантов №№ 3 и 4) был в районе 1, что свидетельствует о равенстве процессов распада и синтеза.

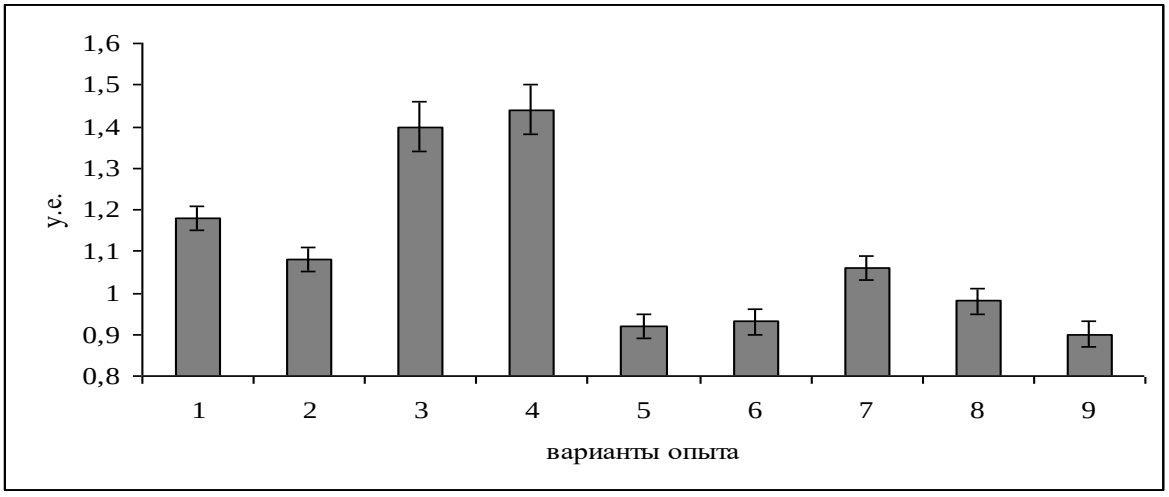


Рис. 4 – Средний за сезон показатель ОВК почвы в вариантах опыта:
1-9 – обозначения те же, что и на рис. 8

В вариантах опыта №№ 3 и 4, где отмечалось наименьшее использование дозы органического удобрения БиГуЭм, среднесуммарный показатель ОВК был самым высоким (1,40 и 1,44 соответственно), свидетельствуя о высоком уровне процессов распада. Как и следовало ожидать, самый наименьший показатель отношения процессов распада и синтеза (0,90) был обнаружен в варианте № 9 (б/у). Кроме этого, была выявлена взаимосвязь среднесуммарного показателя ОВК почвы вариантов опыта с каталазной активностью, которая описывается уравнением регрессии y = 0,256053 + 1,00471x, коэффициент корреляции R=0,52, что свидетельствует о умеренно сильной взаимосвязи между этими переменными.

Литература

1. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г. Звягинцева. – МГУ, 1991. – 304 с.
2. Патент РФ №2646630 Способ получения биоудобрения / Рабинович Г.Ю., Тихомирова Д.В., 2018

УДК 631.821.1(470.314)

НЕКОТОРЫЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ КИСЛЫХ ПОЧВ

Окорков В.В., доктор сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», г. Суздаль, Россия

В России из 50 млн. га избыточно кислых почв сильно- и среднекислые занимают 25 млн. га. Кислотность этих почв – генетическое свойство, связанное с климатом и условиями почвообразования на бескарбонатных почвообразующих породах. Без оптимизации реакции среды в почве нельзя создать высокопродуктивное земледелие и лугопастбищное хозяйство,

решить продовольственную и экологическую проблемы, обеспечить эффективность факторов интенсификации земледелия [1-5] путем увеличения мощности корнеобитаемого слоя почвы

В работах [6, 7] при обобщении результатов исследований по эффективности известкования кислых почв было показано, что в большинстве полевых опытов коэффициент использования ($К_{ИСП}$) известьсодержащих удобрений, вносимых в дозах по гидролитической кислотности ($Н_Г$) от половинной до полной, варьировал от 0,4 до 0,6. Исходя из этого было высказано положение, что в процессе их взаимодействия с ППК кислых почв происходит гидролиз карбонат-ионов в основном по 1-й ступени ($CO_3^{2-} + H_2O \rightarrow HCO_3^- + OH^-$). Образовавшиеся ионы гидроксила связывают поглощенные ионы водорода и алюминия соответственно в слабодиссоциированное (H_2O) и малорастворимое {$Al(OH)_3$} соединения. Связанные поглощенные ионы заменялись ионами кальция. В модельных исследованиях [7,8] на образцах сильнокислого слабо агрегированного иллювиального горизонта ($Н_Г$ = 9,1, сумма поглощенных оснований = 6,9 мг-экв/100 г почвы) установлено, что $К_{ИСП}$ доломитовой муки (ДМ) в дозе по 0,5 $Н_Г$ составил 0,93, а в дозе 1,05 $Н_Г$ – 0,81. В то же время в первую очередь для известкования используют кислые почвы с величиной $Н_Г$ 3-5 мг-экв/100 г почвы. Они широко распространены и являются более легким объектом мелиорации [2-6]. Поэтому целью исследований было изучение механизма взаимодействия доломитовой муки с поглощающим комплексом более агрегированных дерново-подзолистых почв, путей повышения её эффективности с целью оптимизации доз известковых мелиорантов.

Исследования проводили в колонках (в лаборатории), в два верхних разделяемых слоя которых (по 10 см) были внесены различные дозы доломитовой муки (ДМ), гипс и его сочетание с ДМ, в два последующих слоя мелиорант не вносился. Через колонки порциями по 50 мл через два дня пропускали по 500 мл дистиллированной воды, что соответствовало выпадению половинной нормы (300 мм) годовых осадков. Фильтрат собирали по порциям количественно. В нем определяли pH и состав анионов и катионов. По окончании опыта колонки разбирали по почвенным слоям, которые высушивали при 50°С и растирали в фарфоровой ступке, анализировали по общепринятым методам агрохимического анализа. Величину pH каждого слоя почвы определяли при соотношении почва: вода 1:0,5. Использовали образцы сильнокислого иллювиального горизонта дерново-подзолистой почвы с содержанием гумуса 0,27%; величиной $Н_Г$ 3,14 и суммой поглощенных оснований 6,9 мг-экв/100 г почвы; pH_{KCl} 4,04.

Видно (табл. 1), что ДМ в дозе 0,66 $Н_Г$ улучшала кислотные свойства иллювиального горизонта лишь в слое внесения. $К_{ИСП}$ её на снижение $Н_Г$ в этом слое составил 0,56, а степень гидролиза карбонат-ионов – 55,7% (табл. 2), что свидетельствовало о гидролизе CO_3^{2-} мелиоранта в процессе взаимодействия с ППК в основном лишь по 1-й ступени. При совместном

применении той же дозы ДМ с гипсом в дозах 0,66 (вар. 4) и 0,33 (вар. 6) $Н_Г$ уменьшение гидролитической кислотности наблюдали и в слое 20-40 см почвы. $К_{ИСП}$ ДМ повышался до 0,65-0,83, степень гидролиза карбонат-ионов – до 74,2-82,8% (табл. 2).

Таблица 1 – Влияние доз доломитовой муки и гипса на физико-химические свойства различных слоев колонок В1-горизонта дерново-подзолистой почвы

Глубина слоя, см	$Н_Г$	S	$Н_Г$ + S	$Н_{ОБМ}$	Т, %	$Al_{обм}$	$pH_{водн}$
	мг-экв/100 г почвы					мг/100 г	1:0,5
1. Контроль							
0-10	2,82	6,4	9,22	0,66	69,4	2,25	5,60
10-20	3,50	5,8	9,30	0,82	62,4	3,00	5,09
20-30	2,97	6,6	9,57	0,62	69,0	2,50	5,46
30-40	2,80	6,4	9,20	0,60	69,6	2,52	5,47
2. По 2,06 мг-экв ДМ на 100 г почвы в 2 слоя (0,66 $Н_Г$, 7,21 мг-экв/колонку)							
0-10	2,10	8,8	10,9	0,08	80,7	0,45	6,10
10-20	1,92	8,2	10,1	0,05	81,0	0,25	5,95
20-30	3,32	6,2	9,52	0,75	65,1	1,89	5,26
30-40	3,50	6,0	9,50	0,77	63,2	2,79	4,99
3. По 4,12 мг-экв ДМ на 100 г почвы в 2 слоя (1,31 $Н_Г$, 14,42 мг-экв/колонку)							
0-10	1,75	9,0	10,75	0,04	83,7	0,18	6,36
10-20	1,57	8,8	10,37	0,02	84,9	Нет	6,55
20-30	1,92	7,5	9,42	0,20	79,6	0,63	6,07
30-40	2,80	6,4	9,20	0,57	69,6	2,16	5,51
4. По 2,06 мг-экв/100 г почвы ДМ и гипса в 2 слоя (по 7,21 мг-экв/колонку)							
0-10	1,92	8,68	10,6	0,06	81,9	0,50	5,52
10-20	1,75	8,38	10,1	0,03	82,7	0,45	5,77
20-30	2,30	7,10	9,40	0,37	75,5	1,53	5,45
30-40	2,70	6,55	9,25	0,51	70,8	2,43	5,16
5. По 4,12 мг-экв гипса на 100 г почвы в 2 слоя (1,31 $Н_Г$, 14,42 мг-экв/колонку)							
0-10	3,06	7,00	10,1	0,28	69,3	3,06	5,15
10-20	2,71	6,80	9,51	0,32	71,5	3,42	4,97
20-30	3,59	6,30	9,89	0,38	63,7	3,69	4,91
30-40	3,73	6,50	10,2	0,59	63,7	2,97	5,00
6. По 2,06 мг-экв ДМ и 1,03 мг-экв гипса на 100 г почвы в 2 слоя (7,21 + 3,60 мг-экв)							
0-10	1,92	8,70	10,6	0,17	82,1	0,27	6,08
10-20	1,84	7,60	9,44	0,12	80,5	0,20	6,12
20-30	2,71	6,80	9,51	0,55	71,5	2,52	5,34
30-40	2,94	6,75	9,69	0,67	69,7	2,98	5,24

В два раза более высокая доза ДМ (1,31 $Н_Г$) также обеспечила улучшение кислотных свойств глубже слоя внесения мелиоранта. Коэффициент использования этой дозы находился в пределах 0,49-0,50, а степень гидролиза карбонат-ионов – на уровне 54%. Применение одного гипса в дозе 1,31 $Н_Г$ не вело к снижению гидролитической кислотности, но по сравнению с контрольной колонкой заметно уменьшало величину $pH_{водн}$ (соот-

ношение почва:вода 1:0,5), несколько увеличивало содержание обменного алюминия из-за понижения pH.

Таблица 2 – Эффективность использования доломитовой муки и её смесей с гипсом

Вариант	Слой колонки, см	$Н_Г$, мг-экв/100 г почвы	$К_{исп}$ ДМ в слое 0-20 см почвы /степень гидролиза	$К_{исп}$ ДМ в слое 0-40 см почвы /степень гидролиза
1. Контроль	0-20	3,16	-	-
	20-40	2,88	-	
2. По 2,06 мг-экв ДМ на 100 г почвы в 2 слоя (7,21 мг-экв/колонку)	0-20	2,01	**0,56/55,7**	0,30/55,7
	20-40	3,41		
3. По 4,12 мг-экв ДМ на 100 г поч-вы в 2 слоя (14,42 мг-экв/колонку)	0-20	1,66	0,36/54,0	**0,49/54,0**
	20-40	2,36		
4, По 2,06 мг-экв/100 г почвы ДМ и гипса в 2 слоя (по 7,21 мг-экв)	0-20	1,84	0,64/82,8	**0,83/82,8**
	20-40	2,50		
5. По 4,12 мг-экв гипса на 100 г поч-вы в 2 слоя (14,42 мг-экв/колонку)	0-20	2,88	0,07*	Увеличение $Н_Г$ на 8,3 %
	20-40	3,66		
6. По 2,06 мг-экв ДМ и 1,06 мг-экв гипса на 100 г почвы в 2 слоя (7,21 + 3,71 мг-экв)	0-20	1,88	0,62/74,2	**0,65/74,2**
	20-40	2,82		

Примечание. * - коэффициент использования гипса.

При сочетании ДМ с гипсом (вар. 4) по сравнению с одной доломитовой мукой заметно снижался $pH_{водн}$ (1:0,5), но повышался $К_{ИСП}$ ДМ. Это связано с тем, что в присутствии гипса создавалась высокая концентрация ионов кальция и магния, которая вызывала переагрегацию ППК (табл. 3). В процессе её происходило взаимодействие ионов Ca^{2+} с внутриагрегатными кислотными и солевыми группами ППК, что вело к вытеснению ионов водорода и повышению агрегированности ППК (коагуляции почвенных коллоидов). Вытесненные ионы водорода, в том числе и из слоя глубже внесения мелиоранта, нейтрализовались передвигающимися вниз бикарбонатами (ионами OH^-, появляющимися при гидролизе HCO_3^- по 2-й ступени). Это обеспечивало снижение $Н_Г$ и в подпахотных слоях почвы.

Для сильнокислых слабо агрегированных почв коэффициент использования ДМ на снижение $Н_Г$ совпадал со степенью гидролиза карбонат-ионов, определяемой по pH_{H2O} слоев почвы 0-10 и 10-20 см [7]. Однако, как показали результаты эксперимента (табл. 4), для более агрегированных почв величины pH_{H2O} почвы и фильтратов заметно различались. Наиболее высокие различия наблюдали в вариантах контроля и применения одной ДМ.

Таблица 3 – Концентрация суммы кальция и магния в порциях фильтрата, м-экв/л

№ колонки	Порция фильтрата						Средняя по колонке
	1	2	3	4	5	6	
1	5,96	1,74	1,69	1,98	1,89	1,71	2,49
2	4,64	2,96	1,77	2,05	1,98	2,27	2,69
3	5,24	2,42	2,06	2,38	2,33	2,25	2,84
4	33,3	32,3	30,2	18,9	15,4	9,36	23,8
5	36,9	37,3	38,4	33,9	30,1	24,8	33,6
6	23,1	23,1	15,5	12,2	11,8	9,78	16,2

Это обусловлено тем, что низкая концентрация катионов кальция и магния в жидкой фазе (фильтратах) не в состоянии вытеснить внутриагрегатные ионы водорода и алюминия (табл. 4). Она быстро приходит в равновесие с поверхностно поглощенными катионами, не затрагивая внутриагрегатные ионы водорода. При определении pH_{H2O} в слоях колонки (по окончании опыта) они переходят в жидкую фазу, снижая pH.

Таблица 4 – Величина pH в порциях фильтрата

№ колонки	Порция фильтрата						Средняя по колонке	pH_{H2O} в слое 0-20 см
	1	2	3	4	5	6		
1	6,70	6,46	6,77	6,92	6,78	6,76	6,73	5,34
2	7,04	7,05	7,02	7,07	7,27	7,15	7,10	6,02
3	7,03	7,07	7,22	7,20	7,14	7,32	7,16	6,46
4	5,60	5,45	5,62	5,75	5,95	6,13	5,75	5,64
5	6,01	5,02	4,97	4,94	5,03	5,05	5,17	5,06
6	6,40	6,20	5,68	5,75	6,35	6,48	6,14	6,10

И в дерново-подзолистых почвах Северо-Западного региона России с гидролитической кислотностью 5,4 и 5,6 мг-экв/100 г почвы при известковании конверсионным мелом (КМ) гидролиз CO_3^{2-} протекал в основном по 1-й ступени [9]. Физико-химическая характеристика дерново-подзолистых почв дана в табл. 5. Почвы легкого гранулометрического состава преобладают в почвенном покрове этого региона, занимая примерно 57% от площади пашни [3].

Таблица 5 – Физико-химическая характеристика дерново-подзолистых почв [9]

Гумус, %	pH_{KCl}	$H_Г$	$H_{ОБМ}$	ЕКО	Степень насыщенности основаниями, %	Содержание фракций, %	
		ммоль (экв)/100 г почвы				<0,001 мм	<0,01 мм
Почва № 1							
3,02	4,1	5,4	2,5	22	75,4	6,86	18,6
Почва № 2							
1,76	4,2	5,6	0,75	14	60,0	8,98	21,6

Для более гумусированной и агрегированной почвы при всех дозах КМ коэффициент использования мелиоранта изменялся от 0,50 до 0,55, а для смеси КМ с доломитовой мукой – от 0,40 до 0,42. Последнее обусловлено меньшей скоростью растворения ДМ (табл. 6).

Таблица 6 – Влияние конверсионного мела на среднюю величину гидролитической кислотности и pH_{KCl} дерново-подзолистых почв, ммоль (экв)/100 г почвы (вегетационные опыты) [9]

Вариант опыта	Год действия КМ		1-й год последействия КМ		$К_{ИСП}$ КМ, среднее по действию и 1-му году последействия*
	$Н_Г$	pH_{KCl}	$Н_Г$	pH_{KCl}	
Почва № 1					
1. NPK (фон)	5,20	4,2	5,35	4,3	-
2. Фон + КМ по 1 $Н_Г$	2,37	5,8	2,45	5,0	0,53-0,54
3. Фон + КМ по 0,5 $Н_Г$	3,83	5,2	3,99	4,8	0,50-0,52
4. Фон + КМ по 0,2 $Н_Г$	4,56	4,5	4,85	4,4	0,52-0,55
5. Фон + КМ по 0,5 $Н_Г$ + ДМ по 0,5 $Н_Г$	3,09	5,6	3,29	5,1	0,40-0,42
Почва № 2					
1. NPK (фон)	5,70	4,2	5,70	4,1	-
2. Фон + КМ по 1 $Н_Г$	2,61	5,5	2,75	5,0	0,53-0,55
3. Фон + КМ по 0,5 $Н_Г$	3,95	4,7	4,09	4,6	0,58-0,60
4. Фон + КМ по 0,2 $Н_Г$	4,40	4,3	4,66	4,3	1,02-1,04
5. Фон + КМ по 0,5 $Н_Г$ + ДМ по 0,5 $Н_Г$	2,93	5,4	3,11	4,9	0,48

Примечание. * - расчеты выполнены автором.

Для менее агрегированной и гумусированной почвы (почва № 2) при применении полной и половинной доз КМ $К_{ИСП}$ его был более высоким, а значения pH_{KCl} – более низкими, чем для почвы № 1. При применении КМ в дозе 0,2 $Н_Г$ при низкой концентрации двухвалентных катионов кальция в более дисперсной почве № 2 гидролиз CO_3^{2-} протекал по обеим ступеням, мелиорант полностью использовался на снижение $Н_Г$. В этой почве по сравнению с почвой № 1, очевидно, большая абсолютная величина гидролитической кислотности принадлежала поверхности дезагрегированных частиц (коллоидов). Для менее агрегированной почвы № 2 при соответствующих дозах КМ и смеси мелиорантов наблюдали более низкие значения pH_{KCl}, более высокую степень гидролиза карбонат-ионов и коэффициенты использования доз мелиорантов (табл. 6).

Исходя из важности увеличения мощности корнеобитаемого слоя кислых пахотных почв [2-4, 6-7] предлагается рассчитывать дозу извести на мелиорацию слоя почвы 0-30 см. На почвах сильной и средней степени кислотности ($Н_Г$ = 3-5 мг-экв/100 г почвы) $К_{ИСП}$ известкового мелиоранта, можно принять равным 0,5. Кроме того, уровень безвредной для растений кислотности, по данным работ [5, 7, 10], должен составлять 0,10, 0,15 и

0,20 степени насыщенности почвы ионами водорода от емкости катионного обмена соответственно для тяжелосуглинистых, средне- и легкосуглинистых, песчаных и супесчаных почв. Поэтому оптимальную дозу извести для дерново-подзолистых почв можно рассчитать по общей формуле:

$$Д = 2,25 \cdot (Н_Г – 0,10…0,20\ ЕКО) / К_{ИСП}, \quad (1)$$

где Д – доза извести, т/га; $Н_Г$ – гидролитическая кислотность слоя почвы 0-30 см, мг-экв/100 г почвы; 2,25 – переводной коэффициент, соответствующий дозе извести для величины $Н_Г$ 1 мг-экв/100 г почвы, т/га; 0,10, 0,15 и 0,20 ЕКО – безвредная величина $Н_Г$ (мг-экв/100 г почвы) для тяжелых, средних и легких почв. Она соответствует 10, 15 и 20% степени насыщенности ППК ионами водорода от емкости катионного обмена.

Для быстрого улучшения физико-химических свойств подпахотных горизонтов кислых почв наиболее эффективна комплексная мелиорация (совместное применение известковых и гипсосодержащих мелиорантов). Она, в первую очередь, предназначена для средне- и тяжелосуглинистых дерново-подзолистых и серых лесных почв с гидролитической кислотностью 4-6 мг-экв/100 г почвы.

Доза известкового материала на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах рассчитывается для слоя 0-30 см почвы по уравнению 1 (для 0,15 ЕКО). $К_{ИСП}$ извести в присутствии гипса варьирует от 0,7 до 0,8.

Значимое влияние на повышение $К_{ИСП}$ извести оказывали дозы гипса, находящиеся в интервале 1/3-1/2 $Н_Г$ (в среднем 0,40 $Н_Г$), а эквивалентная масса гипса в 1,72 раза выше, чем извести. Поэтому оптимальную дозу гипса можно рассчитать по формуле:

$$Д_{гипса} = 0,70 \cdot 2,25(Н_Г – 0,15\ ЕКО) = 1,60 \cdot (Н_Г – 0,15\ ЕКО). \quad (2)$$

В физическом весе, как показали расчеты, соотношение извести и гипса должно составлять 1:0,5.

Известь и гипс вносятся одновременно различными агрегатами и запахиваются в пахотный слой. При внесении мелиорантов следует учитывать содержание в них действующего вещества.

Литература

1. Гедройц К.К. Учение о поглотительной способности почв. -М.: Сельхозгиз, 1932. – 216.
2. Известкование кислых почв / Под ред. Н.С. Авдонина, А.В. Петербургского, С.Г. Шедерова. - М.: Колос, 1976. – 304 с.
3. Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Теоретические основы известкования почв. – СПб., 2005. – 252 с.
4. Юлушев И.Г. Почвенно-агрохимические основы адаптивно-ландшафтной организации систем земледелия ВКЗП: Учебное пособие. – М.: Академический Проект; Киров, Константа, 2005. – 368 с.
5. Шильников И.А., Сычёв В.Г., Зеленов Н.А., Аканова Н.И., Федотова Л.С. Известко-

вание как фактор урожайности и почвенного плодородия. –М.: ВНИИА, 2008. -340с.
6. Окорков В.В. О механизме и эффективности взаимодействия извести с кислыми почвами // Агрохимия, 2004, № 7. – С. 11-21.
7. Окорков В.В. Теоретические основы химической мелиорации кислых почв/ Федеральное аг-во науч. организаций, ФГБНУ «Владимирский НИИСХ». – Иваново: ПресСто, 2016. – 332 с.
8. Окорков В.В., Окоркова Л.А. Механизмы взаимодействия извести и гипса с поглощающим комплексом кислых почв // Доклады РАСХН, 2013, № 5. – С. 39-43.
9. Лаврищев А.В. Изучение поведения стабильного стронция в агроэкосистемах Северо-Запада России. Диссертация доктора сельскохозяйственных наук. – Санкт-Петербург-Пушкин, 2016. – 272 с.
10. Окорков В.В. Физико-химическая природа устойчивости почвенной структуры серых лесных почв Владимирского ополья // Почвоведение. 2003. № 11. –С. 1346-1353.

УДК 631.51: 631.445.25/631.16

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ В УСЛОВИЯХ ПОЧВЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ВО ВЛАДИМИРСКОМ ОПОЛЬЕ

Зинченко С.И., д.с.-х.н.
ФГБНУ «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр», г. Суздаль, Россия

С увеличением численности населения на Земле возрастает вклад труда в земледелие и повышается его регулярность. Возрастает площадь обрабатываемой земли на одного человека. С усовершенствованием почвообрабатывающих орудий, изменением тягловой силы увеличивалась и глубина обработки почвы. Вершиной разработки почвообрабатывающего орудия стало создание в конце 19 века культурного плуга с предплужником. Дальнейшее его совершенствование позволило этому орудию в различных модификациях стать основным почвообрабатывающим орудием, используемым при основной обработке почвы под возделываемые сельскохозяйственные культуры [1].

Однако, дальнейшее устойчивое наращивание производства растениеводческой продукции требует сокращения затрат на ее выращивание. Одним из наиболее трудоемких процессов во всем агротехническом комплексе возделывания сельскохозяйственных культур является отвальная вспашка. На ее выполнение приходится 40% энергетических и 25 % трудовых затрат.

Одной из основных причин низкой рентабельности растениеводства является и значительная внутрипольная пестрота урожайности основных культур на фоне однородного (недифференцированного) проведения всех основных технологических операций в том числе и обработки почвы. Такая динамика урожайности культур в большей степени обусловлена неоднородностью почвенного покрова на отдельном поле. Эта зависимость

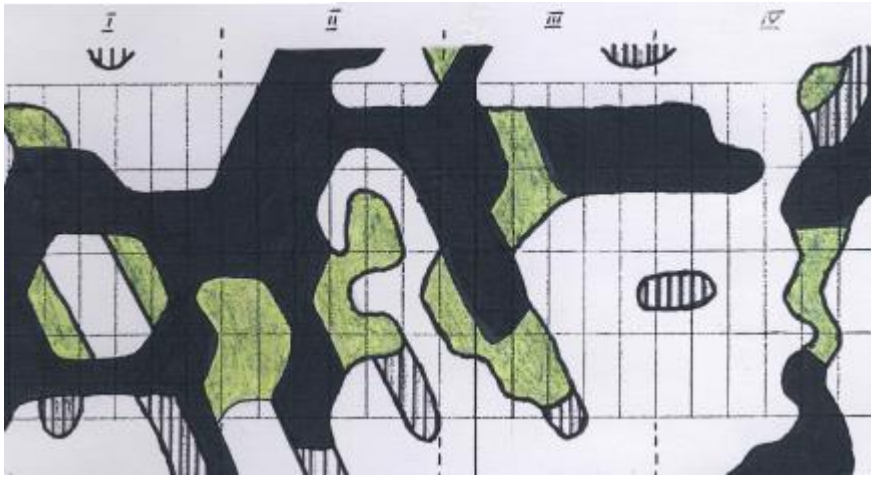
значительно проявляется в условиях пологоволнистого рельефа почвенного покрова Владимирского ополья, где наблюдается высокая комплексность почвенного покрова в пределах одного поля.

Целью наших исследований было установить влияние приемов основной обработки на динамику запасов продуктивной влаги и формирование урожая ярового ячменя в условиях неоднородности почвенного покрова.

Объектом исследований являлись почвы серые лесные, серые лесные со вторым гумусовым горизонтом Владимирского ополья.

Материал и методы исследования. Исследования проводились в стационарном опыте на фоне по изучению приемов основной обработки (на фоне с нормальным уровнем интенсивности агротехники) в зернотравяном севообороте (овес + мн. травы (клевер+тимофеевка) – клевер первого года пользования – клевер второго года пользования – озимая рожь – яровая пшеница – ячмень) на поле где возделывается яровой ячмень. В опыте применялась агротехника, рекомендованная для зоны Владимирского ополья. Высевался ячмень сорта Зазерский – 85. Под ячмень вносили минеральные удобрения в осенний период $P_{45}K_{45}$ кг д.в., весной – N_{45} кг д.в.

В 1998 году под руководством профессора Шеина Е.В. сотрудниками комплексной почвенной экспедиции кафедры физики и мелиорации почв и кафедры общего земледелия факультета почвоведения МГУ была составлена подробная карта-схема первой закладки полевого опыта. Исключительная дефференцированность почвенного покрова достаточно полно представлена на рисунке.



серая лесная неоподзоленная и слабооподзоленная;
серая лесная средне - и сильнооподзоленная;
серая лесная сильнооподзоленная со 2-м гумусовым горизонтом;
серая лесная средне - и сильнооподзоленная;1- 1V – повторения в опыте.

Рисунок. Почвенная карта-схема опытного поля Владимирского НИИСХ

Картирование территории стационарного опыта с шагом оценки структуры почвенного покрова 7х7 м показало полигонально-блочное строение участка. Малые блоки (20-35м) и крупные (60-75м), представлен-

ные серыми лесными почвами, оконтуренные межблочными участками вытянутой формы от 50 до 100м, шириной 6-24м, разной степени оподзоленности и со вторым гумусовым горизонтом, глубиной до 75см и более.

Почвообразующая порода – пылеватые покровные суглинки. Лессовидные суглинки карбонатные и содержат большое количество известковых конкреций. Данная структура почвенного покрова характерна для сельскохозяйственных угодий Владимирского ополья.

Исследования по оценке запасов продуктивной влаги и продуктивности ячменя проводились на двух почвенных разностях: серой лесной неоподзоленной и слабооподзоленной почве, преобладающей в почвенном покрове исследуемого участка, и на наиболее дифференцированной по своим свойствам серой лесной сильнооподзоленной почве со 2-м гумусовым горизонтом. Эти почвы отчетливо различаются физико-химическими свойствами отдельных горизонтов почвенного профиля, что отражается в особенностях структуры и строения их порового пространства [1]. Серая лесная почва имеет мощность гумусового горизонта А (A_n+A_1) от 31 до 34 см; pH $_{KCl}$ – 5,2, содержание гумуса 3,20%, содержание подвижных P_2O_5 (по Кирсанову) – 15,5, K_2O (по Масловой) – 15,2 мг/100г почвы. Серая лесная почва со вторым гумусовым горизонтом: мощность А (A_n+A_1) от 24 до 36 см, мощность Ah от 33 до 75 см, содержание гумуса 4,08%, pH $_{KCl}$ – 6,2, подвижных P_2O_5 (по Кирсанову) – 16,0, K_2O (по Масловой) – 16,2 мг/100г почвы.

Наблюдения за запасами продуктивной влаги проводили до глубины одного метра (ГОСТ 28268 – 89) [2]. Почвенные образцы отбирали на двух – трех несмежных повторениях в трех- или четырехкратном повторении. Фенологические наблюдения и учет урожая были выполнены на изучаемой почвенной разности с закрепленных площадок площадью 1м^2 в шестикратной повторности.

Результаты и обсуждение. Для получения высокого урожая ячменя важно получить дружные всходы культуры с заданной густотой. В этом отношении решающее значение имеет влажность посевного слоя. В период посева запасы продуктивной влаги в серой лесной почве в слое 0-10 см были в пределах от 20,1 до 21,2 мм, в серой лесной со вторым гумусовым слоем – 19,2-22,4 мм, а в слое 0-20 см соответственно 20,5-21,6 и 19,8-24,0 мм, что обеспечивало дружные всходы ячменя.

Густота всходов ячменя на серой лесной почве колебалась от 283 до 308 шт./м^2, на серой лесной со вторым гумусовым слоем, вероятно из-за более лучшего прогревания почвы, наблюдается тенденция увеличения количества всходов от 288 до 321 шт./м^2. На варианте с безотвальной обработкой на 6-8 см впервые дни были отмечены более дружные всходы, что обусловлено формированием более благоприятного посевного слоя и уплотненного семенного ложа. Однако через неделю по вариантам опыта всхожесть выравнивалась.

На вариантах с ежегодной безотвальной обработкой на 6-8 и 20-22см и вспашкой на 20-22 см на серой лесной почве со вторым гумусовым горизонтом густота всходов была несколько выше, чем на этих же вариантах, расположенных на серой лесной почве.

Влагообеспеченность посевов ярового ячменя в этот период в значительной степени определяет уровень его урожайности. Запасы продуктивной влаги в период сева в метровом слое серой лесной почве определялись значениями 207,9 - 220,5 мм, а в серой лесной со вторым гумусовым горизонтом - 214,8 - 230,6 мм. За счет более высокой водоудерживающей способности серых лесных почв со вторым гумусовым горизонтом, отмечена тенденция увеличения запасов продуктивной влаги в этих почвах на 3-4% [3]. Особенно это выражено на вариантах с рыхлением на глубину 20-22 см. К колошению запасы продуктивной влаги в целом по вариантам опыта снижались за счет использования их растениями и испарения. Однако на серой лесной почве со вторым гумусовым горизонтом наблюдается тенденция более высокого ее содержания в метровом слое, чем на серой лесной почве. К уборке использование запасов продуктивной влаги, растениями снижалось, а выпавшие летние и осенние осадки пополняли их запасы. В результате этого содержание их в почве к уборке увеличилось на двух почвенных разностях. На серой лесной почве к уборке их уровень достигал уровня запасов продуктивной влаги в период колошения. На серой лесной почве со вторым гумусовым горизонтом запасы продуктивной влаги были выше и достигали уровня периода сева культуры.

При оценке влияния приемов и их систем обработки почвы на урожайность культуры важно выявить их влияние на интенсивность нарастания зеленой массы растений. Рост растений (увеличение массы от трех листьев до полного колошения) зависел как от приема и системы обработки, так и от почвенной разности. На серой лесной почве наиболее высокие показатели нарастания массы растений отмечались на вариантах с ежегодной безотвальной обработкой на 20-22 см и варианте с ярусной вспашкой трав на 28-30 см и последующим безотвальным рыхлением на 6-8 см, что составило соответственно, как 750, 740, 751 г/100 растений.

На серой лесной почве со вторым гумусовым горизонтом наиболее благоприятные условия для формирования продуктивности складывались на варианте с ежегодной безотвальной обработкой на 6-8 см, где масса 100 растений составила 1300 г/100 растений.

В результате водно-физических условий сформированных в почве с приемами основной обработки на серой лесной почве высокий урожай ячменя был получен на вариантах с ежегодной безотвальной обработкой на 20-22 см (48,2 ц/га) и на вариантах с ярусной вспашкой трав на 28-30 см и последующей безотвальной обработкой на 6-8 см (47,7 ц/га-48,6 ц/га).

Достоверно выше урожай ячменя получен на серой лесной со вторым гумусовым горизонтом по всем вариантам опыта. Это обусловлено ком-

плексом фактором: лучшими водно-физическими и агрохимическими свойствами, а также более высоким уровнем биологической активности, которыми обладают серые лесные почвы со вторым гумусовым горизонтом [4]. Максимально высокий урожай был получен на варианте с ежегодной безотвальной обработкой на 6-8 см (54,2 ц/га).

Таким образом, запасы продуктивной влаги в метровом слое серых лесных почв и серых лесных со вторым гумусовым горизонтом в течение вегетации ячменя не зависели от глубины, приема и системы обработки. В период колошения в почве со вторым гумусовым горизонтом наблюдается тенденция увеличения запасов продуктивной влаги. На этой почвенной разности наиболее активно протекало нарастание массы растений ячменя, где в фазу колошения масса 100 растений составила 1200 -1300 гр., а на серой лесной 590 -751 гр. Наилучшие условия формирования высокого урожая обеспечила серая лесная почва со вторым гумусовым горизонтом, где он колебался от 51,8 до 54,2 ц/га - на ежегодной мелкой безотвальной обработке ($НСР_{05}$=2,2 ц/га). На серой лесной слабоподзолистой он был на уровне 44,6 – 48,6 ц/га ($НСР_{05}$=2,5 ц/га).

Литература

1.Зинченко С.И. Особенности использования влаги яровой пшеницей в агроэкосистемах Опольной зоны/ С.И. Зинченко // Владимирский земледелец. – 2016. - № 1 (75). - С. 24-31.

2. ГОСТ 28268 – 89. Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 26 с.

3. Зинченко М.К. Бактерии азотного обмена как индикаторы процессов трансформации органического вещества в агроландшафтах серой лесной почвы/ М.К. Зинченко, Л.Г. Стоянова // Владимирский земледелец.- 2015.-№2 (72).- С. 8-11.

4.Зинченко М.К. Формирование биогенности серой лесной почвы в агроландшафтах Владимирского ополья под влиянием различных систем удобрений/ М.К. Зинченко // Владимирский земледелец.- 2014.-№4.- С. 12-14.

УДК 631.465 /445

АКТИВНОСТЬ ГИДРОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ ПРИ ИЗВЕСТКОВАНИИ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ

Зинченко М.К., к.б.н.

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

Повышение кислотности – одна из главных причин низкого плодородия почв Верхневолжья и недостаточной эффективности удобрений. Важным мероприятием, позволяющим коренным образом улучшить свойства кислых почв, является известкование. Для диагностических целей наибольший интерес представляют показатели интенсивности ключевых

микробиологических процессов формирования плодородия на мелиорируемых почвах. Одним из основных биологических показателей состояния почв является ее ферментативная активность. Исследования по этому вопросу проводятся в лаборатории микробиологии Владимирского НИИСХ [1-3]. Целью данных исследований было оценить влияние мелиорации на активность гидролитических ферментов в серой лесной почве агроландшафтов. Гидролазы – самая большая группа почвенных ферментов. Наибольшее значение в почвенной биодиагностике имеют те ферменты, которые расщепляют сложноэфирные, глюкозидные, пептидные, кислотоангидридные и некоторые другие связи в органических соединениях. Участвуя в реакциях гидролитического распада высокомолекулярных органических соединений, они играют важную роль в обогащении почвы подвижными и доступными растениям и микроорганизмам питательными веществами [4].

Исследования в этом направлении представляются перспективными в том отношении, что позволяют получить более полное представление о влиянии различных доз извести на активность гидролаз и оптимизировать антропогенное воздействие на серую лесную почву в системе адаптивно-ландшафтного земледелия.

Объекты и методы исследования. Исследования проводились в микрополевом опыте, заложенном в 2016г. на производственном поле Владимирского НИИСХ (г.Суздаль). Площадь делянки 4м^2, трехкратная повторность. Почва серая лесная слабооподзоленная среднесуглинистая. Основные агрохимические свойства серой лесной почвы в слое 0-20см перед закладкой опыта: содержание гумуса – 3,24%; pHсол.-5,62; $H_{г.}$ – 5,1мг-экв. /100г; S- 25,7 мг-экв. /100г; P_2O_5-155,5 и K_2O -132,0 мг/кг почвы.

Известь вносили в количестве: 0,5; 1; 1,5 дозы, рассчитанной по гидролитической кислотности (7,6т/га $CaCO_3$ -1г.к., $H_{г.}$) на естественном и минеральном ($N_{60}P_{60}K_{60}$)фоне. Схема микрополевого опыта представлена в таблице 1. В качестве минеральных удобрений были использованы: суперфосфат двойной гранулированный, аммиачная селитра и хлорид калия. Известь и фосфорно-калийные удобрения в 2016г. заделывали под осеннюю зяблевую обработку почвы, азотные в 2017г. под весеннюю культивацию. В 2016 г. на производственном поле возделывалась яровая пшеница, а в 2017 г. – овес.

Почвенные образцы на определение активности ферментов отбирались на каждом варианте из слоя 0-20см в течение вегетации культур: май, июнь, июль, август, сентябрь. Из трех точек составлялся средний образец для анализов. В свежевысушенных почвенных образцах определяли активность гидролитических ферментов уреазы (колориметрический метод Т.В. Щербаковой) и инвертазы (метод И.Н. Ремейко, С.М. Малиновской) [4].

Экспериментальные данные были обработаны статистически с использованием программы Statistic 6.

Результаты и обсуждение. Уреаза относится к ферментам азотного обмена. С уреазной активностью связана аммонификация мочевины и переход азота в доступную для растений форму. Эта реакция одна из важнейших в круговороте азота и формировании его минеральных форм в почве.

Известь, применяемая на естественном фоне, не оказала значимого воздействия на уреазную активность почвы (табл.1). На этих вариантах средние показатели составили 0,09-0,10 мг $N\text{-}NH_4$/г почвы за 4 часа. Увеличение уреазной активности в 1,8-2раза произошло на вариантах совместного внесения минеральных удобрений и извести в дозе 1г.к. и 1,5 г.к. Средние значения составили 0,18 и 0,16 мг $N\text{-}NH_4$/ г почвы за 4 часа соответственно.

Таблица 1. Влияние различных доз извести на активность уреазы, мг $N\text{-}NH_4$ / гпочвы за 4 часа

Вариант	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Среднее за сезон
Контроль	0,07	0,06	0,20	0,08	0,10	0,10
$0{,}5Н_{г.}$	0,08	0,05	0,20	0,06	0,08	0,09
$Н_{г.}$	0,08	0,06	0,19	0,09	0,08	0,10
$1{,}5Н_{г.}$	0,08	0,04	0,20	0,05	0,08	0,09
$0{,}5Н_{г.}+ N_{60}К_{60}Р_{60}$	0,07	0,08	0,17	0,07	0,06	0,09
$Н_{г.} + N_{60}К_{60}Р_{60}$	0,15	0,15	0,31	0,18	0,10	0,18
$1{,}5Н_{г.}+ N_{60}К_{60}Р_{60}$	0,12	0,14	0,28	0,16	0,11	0,16
$НСР_{05}$	0,03	0,04	0,07	0,02	0,03	

Положительное действие удобрений и извести на активность ферментов азотного обмена связано с тем, что при их внесении увеличивается численность аммонифицирующих микроорганизмов. При этом активизируются и другие биохимические процессы: нитрификационная способность, накопление аминокислот и интенсивность распада целлюлозы в почве [5]. В соответствии с изменениями биохимической и микробиологической активности азотного метаболизма произошло возрастание уреазной активности на вариантах применения извести по фонам полного минерального удобрения.

Наиболее активно эти процессы на всех вариантах опыта протекали в июле, когда при благоприятных эдафогенных условиях превалировало количество аммонифицирующей микрофлоры в микробном пуле. Активность уреазы в этот период возросла в 2-3 раза относительно других периодов исследования.

Инвертазная активность является показателем интенсивности разложения органического вещества в почве. Инвертаза участвует в расщеплении дисахаридов, играет важную роль в формировании предгумусовой фракции из разлагающейся растительной и микробной биомассы. Значимого воздействия различных доз извести на активность инвертазы по естественному фону не выявлено, как и дозы 0,5г.к. по минеральному фону

удобрений. Вариация средних значений на этих вариантах была в пределах 2,93-3,22 мг глюкозы на 1г почвы за 40 часов. Почва на вариантах с использованием мелиоранта в дозе 1г.к. и 1,5 г.к. по минеральному фону проявляла достоверно большую инвертолитическую активность (при $НСР_{05}$=0,54), средние значения составили 5,01 и 4,94 мг глюкозы на 1г почвы за 40 часов соответственно (табл.2).

Таблица 2. Влияние различных доз извести на активность инвертазы, мг глюкозы на 1г почвы за 40 часов

Вариант	Май 11.05	Июнь 6.06.	Июль 3.07.	Август 4.08.	Сентябрь 4.09.	V,%	Среднее за сезон
Контроль	3,03	3,18	3,06	2,89	3,24	4,4	3,08
$0,5Н_{г.}$	3,20	2,06	2,99	3,0	3,39	17,5	2,93
$Н_{г.}$	2,96	3,18	2,95	3,02	3,38	5,9	3,10
$1,5Н_{г.}$	3,18	2,29	3,09	3,14	3,54	15,1	3,05
$0,5Н_{г.}+ N_{60}К_{60}Р_{60}$	3,21	3,0	3,06	3,36	3,48	6,9	3,22
$Н_{г.} + N_{60}К_{60}Р_{60}$	4,26	4,41	4,97	5,77	5,92	24,7	5,01
$1,5Н_{г.}+ N_{60}К_{60}Р_{60}$	4,29	4,18	4,91	5,59	5,73	23,9	4,94
$НСР_{05}$	0,21	0,47	0,63	0,59	0, 71		0,54

Уровень инвертазной активности этих вариантов указывает на возможность активной аградации углеводов растительных остатков в компоненты гумуса. Активность инвертазы при использовании извести на удобренном фоне отражает также повышенное содержание в почве легкогидролизуемых углеводов, которые служат энергетическим материалом для многих почвенных гетеротрофов. Поэтому показатели инвертазной активности почвы являются одним из главных критериев оценки ее общей биологической активности.

Таким образом, выявлено, что применение различных доз извести на естественном фоне не оказало влияния на активность гидролаз. Самая высокая активность гидролитических ферментов уреазы и инвертазы наблюдается на варианте использования извести по минеральному фону в дозе 1г.к. и 1,5г.к. На этих вариантах получены максимальные показатели активности уреазы и инвертазы не только относительно контроля, но и других вариантов. Это является показателем повышения функционально- экологической устойчивости этих вариантов.

Литература

1. Зинченко М.К., Стоянова Л.Г. Действие различных систем удобрения на интенсивность биологических процессов в серой лесной почве //Владимирский земледелец. 2014. №2-3. С. 19-22.
2. Зинченко М.К., Зинченко С.И**.** Ферментативный потенциал агроландшафтов серой лесной почвы Владимирского ополья //Успехи современного естествознания. -2015. №1. -С. 1319-1323.
3. Зинченко М.К., Зинченко С.И., Борин А.А., Камнева О.П. Ферментативная активность аграрных почв Верхневолжья //Современные проблемы науки и образования. 2017. №3.

4. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. -252 с.
5. Хазиев Ф.Х., Агафарова Я.М. Активность ферментов азотного обмена и динамика азота в черноземах //Азотный фонд и биохимические свойства почв Башкирии: монография. -Уфа, 1977. -С.41-69.

УДК:631.821:631.452

РОЛЬ ИЗВЕСТКОВАНИЯ В СОХРАНЕНИИ ПЛОДОРОДИЯ ПАХОТНЫХ ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА

Яковлева Л. В., д.с.-х.н., доцент, **Жданов С.С.,** м.н.с.
ФГБНУ Ленинградский НИИСХ «Белогорка»,
Ленинградская область, Россия

Как показывают исследования, деградация плодородия пахотных почв Северо-Запада России происходит в результате резкого снижения применения химических мелиорантов и минеральных удобрений и усиления, в результате этого, генетических и климатических особенностей формирования почв региона. В целом по Российской Федерации наличие более 50 млн. га кислых почв приводит к ежегодному недобору урожая около 17 – 18 млн. т сельскохозяйственной продукции в пересчете на зерно [1]. На кислых почвах на 20-40% снижается эффективность минеральных удобрений, а при высоком содержании подвижных форм алюминия, применение азотных и калийных удобрений может даже понизить урожай. Поэтому основной целью исследований было определение закономерностей влияния известкования и длительного применения минеральных удобрений на свойства и режимы почвы, развитие растений и определение путей сохранения плодородия почвы.

Исследования проводили в длительных полевых опытах и сопутствующих микрополевых вегетационных и лизиметрических опытах. Установлены закономерности влияния известкования кислых почв на изменение структуры почвенной кислотности, режим питания растений, органическое вещество почвы, микрофлору, урожайность и качество сельскохозяйственных культур.

Многолетние наблюдения показали, что наибольшие изменения pH_{KCl} в почве происходят в течение первого года после внесения извести и сохраняются в зависимости от дозы извести и гранулометрического состава почвы от 3 до 6…8 лет. В этот период происходит наряду с вымыванием оснований взаимодействие почвы с не прореагировавшей известью. Результаты наших опытов с ^{45}Ca и других указывают, что еще и на третий год после внесения содержание свободной извести составляло от 10 до 64% от внесенного количества в зависимости от нормы внесения.

Применение минеральных удобрений на кислых почвах приводит через 4…5лет к достоверному снижению реакции почвы ниже исходного уровня (табл.1) в результате вымывания оснований с атмосферными осад-

ками вместе с подвижными анионами удобрений (хлоридами, сульфатами), а также в составе органо-минеральных комплексов. Это положение сохраняется в течение длительного периода времени и связано с буферной способностью почв. В сопутствующих наблюдениях установлено, что подкисляли почву в основном азотные удобрения.

Таблица 1. Влияние длительного применения минеральных удобрений на реакцию почвы

Дозы удобрений	Год наблюдений					
	Исходное	1	3	6	9	36
Без удобрений	4.55	4.87	4.27	4.37	4.39	4.23
N1P1K1	4.55	4.83	4.25	4.21	4.20	4.02
N2P2K2	4.55	4.73	4.23	4.02	4.06	3.98
N3P3K3	4.55	4.67	4.21	4.00	3.84.	3.68
$НСР_{05}$	по фактору «удобрения» – 0.12; по фактору «годы» – 0.22					

Одним из главных факторов, определяющих отрицательное действие кислых почв на растения, является присутствие в них больших количеств подвижных форм алюминия. Обменная кислотность в почвах нашего региона объясняется в основном присутствием подвижного алюминия и, в меньшей степени, обменного водорода. В почвах, имеющих реакцию среды (pH в KC1) 4,0, содержится 9…10мг подвижного алюминия на 100г, при pH 4,9…5,0 – около 1мг. Ряд исследователей считают, что алюминий в почве находится в обменном состоянии главным образом в промежуточных слоях глинистых минералов. Полимеры алюминия в этих слоях представляют собой не полностью нейтрализованные ионы гидратированного алюминия, которые относительно прочно соединены химическими связями с прилегающими слоями глины. При известковании полимеры алюминия нейтрализуются основаниями очень медленно – в течение нескольких месяцев. Механизм перехода алюминия при известковании в малорастворимое состояние до конца не изучен. Предполагается, что при этом могут образовываться различные по химическому составу и степени полимеризации гидроксиды алюминия. Исследования физических и электрических свойств почв методом электрофореза показали, что в известкованных почвах алюминий ведет себя как анион, то есть при известковании происходит также образование алюминатов [2].

Степень повреждения растений при избытке Al зависит не только от вида и сорта растения, концентрации Al, но и от соотношений концентраций Al и других элементов (Ca, Mg, K, Mo, Mn, Fe, Cu, Si и P) в питательной среде и почве. По нашим данным гуминовые и фульвокислоты снижают токсичность алюминия, марганца и железа для ячменя, клевера красного и других культур и смещают оптимальный для них интервал значений реакции почвы в сторону большей кислотности.

Чем больше емкость поглощения почвы и чем выше насыщенность почвы основаниями, тем большей буферностью обладает (по Д.Н. Прянишникову) такая почва, тем более стабильна система. Этот показатель зависит главным образом от гранулометрического состава и содержания гумуса. С увеличением дозы извести емкость поглощения почв увеличивается на 3…31% при известковании почв различного гранулометрического состава до pH 5 и на 28…59% - при внесении извести для доведения реакции почвы до pH 7 (по отношению к неизвесткованной почве) (табл. 2).

Таблица 2. Изменение емкости поглощения дерново-подзолистой супесчаной почвы

Дозы		E, мэкв/100г	ΔE от 1т извести
удобрений	извести		
Без удобрений	0	8,27	
	До pH 5	9,53	0,57
	До pH 7	12,20	0,42
N60P60K60	0	8,12	
	До pH 5	9,30	0,54
	До pH 7	11,30	0,34
N120P120K120	0	8,90	
	До pH 5	12,14	0,38
	До pH 7	19,68	0,41
	$НСР_{05}$	0,89	

Это связано с освобождением после известкования мест обмена в ППК, блокированных ранее алюминием и является, как установлено А.Н.Небольсиным [3], следствием его осаждения в виде нерастворимых гидроксидов и вовлечением в реакции обмена карбоксильных и отчасти гидроксильных групп гумусовых веществ. Как известно, в реакциях катионного обмена почвенно-поглощающий комплекс проявляет себя как анион кислотной природы. На его поверхности существуют сильнокислотные и слабокислотные обменные позиции, определяемые по гетерополярному (ионному) и ковалентному (полярному) связыванию обменно адсорбируемых водородных ионов. Ёмкость поглощения в произвесткованных почвах увеличивается за счет слабокислотных обменных позиций органического вещества почвы.

Огромная роль в формировании почвенного плодородия принадлежит гумусовым веществам. Органическое вещество и кальций являются основными экологическими факторами, позволяющими увеличить буферность почвенного плодородия, что является основой стабильности земледелия. Известкование, с одной стороны, создает благоприятные условия для новообразования гумусовых веществ, с другой – для возрастания скорости разложения растительных остатков. В зависимости от различных условий и преобладания тех или иных процессов, результаты могут быть различны. На известкованных почвах происходят заметные изменения в структуре

гумусовых веществ (табл.3) – возрастает доля гуминовых кислот (в основном за счет снижения доли фульвокислот), снижается их подвижность и возрастает оптическая плотность, расширяется отношение Сг:Сф. Под влиянием известкования уменьшилось содержание фракции 1 гуминовых кислот и увеличилось содержание фракции 2, несколько уменьшилось содержание фракции 1а и 1 фульвокислот, а фракции 2 – увеличилось.

Таблица 3. Изменение группового и фракционного состава гумуса под влиянием извести и минеральных удобрений.

Дозы удобрений	Дозы извести в долях Нг	Собщ. почвы, %	Фракции органических веществ, % к Собщ. почвы							СГК/ /СФК
			Гуминовые кислоты			Фульвокислоты				
			ГК1	ГК2	ГК3	ФК1а	ФК1	ФК2	ФК3	
Без удобрений	0	0.79	19.5	2.5	9.9	16.6	4.5	17.3	6.7	0.65
	1,0	1.04	20.6	3.3	9.5	15.1	5.5	12.5	6.4	0.86
	2,5	1.08	17.5	5.4	8.8	17.2	5.5	13.8	5.1	0.70
N45P30K45	0	0.87	20.5	0.2	6.7	5.6	19.1	7.6	2.3	0.86
	1,0	1.12	20.8	0.3	7.4	4.6	20.3	14.4	2.6	0.78
	2,5	1.09	18.0	1,2	7.9	4.5	12.6	11.0	3.1	0.86
N135P90 K135	0	0.88	24.4	1.7	6.6	8.2	14.1	10.8	5.5	0.90
	1,0	1.13	25.1	3.4	10.0	6.9	12.9	6.0	1.6	1.34
	2,5	1.26	24.8	4.2	10.4	7.4	10.2	9.3	6.3	1.18
$НСР_{05}$		0.10	2.0	1.4	0.9	1.5	2.2	1.9	1.3	0.12

В наших опытах установлено, что извести принадлежит одна из важных ролей в регуляции численности бактерий, грибов и актиномицетов при длительном применении минеральных удобрений. Во всех опытах содержание грибов снижалось на известкованной почве на 15…42%. Количество бактерий, использующих минеральные формы азота увеличивалось в 2,3…4,7 раза, количество бактерий, разлагающих органические азотсодержащие вещества – в 2,5…5,2 раза, количество олиготрофных бактерий – в 1,5…3,5 раза, споровых бактерий – в 1,1…2,1 раза, актиномицетов – в 2,0…10 раз в зависимости от дозы внесенной извести [4].

Одним из важнейших показателей свойств почвы служит нитрификационная способность. В интервале pH от 4,23 до 5,76 зависимость интенсивности нитрификации от pH показывает, что изменение реакции почвы на 1,0 ед. pH приводит к увеличению нитратонакопления на 6,85 мг/кг.

Изменения, происходящие в почве под влиянием известкования и длительного применения минеральных удобрений, оказывают значительное влияние на режим питания растений, миграционную способность основных элементов и их поступление в растения.

Известкование улучшает использование азота культурами, чувствительными к кислотности (по сравнению с сильнокислыми почвами) в 1,3…1,7 раза. Оплата 1кг азота аммиачной селитры урожаем ячменя увеличивалась с увеличением pH; при pH 4,4 она составляла 4…4,5кг зерна,

при pH 5,1 – 22,5кг, при pH 5,4 – 26,3кг. Наиболее высокая оплата 1кг азота картофелем наблюдалась при pH 5,1 и составляла 81,8кг клубней. Известкование увеличивает коэффициент использования азотных удобрений ячменем в 2…3 раза, овсом – на 10…12%, картофелем – на 7-11%. Это, по-видимому, связано с тем, что pH почвы регулирует поглощение нитратов растениями, непосредственно воздействуя на транспорт ионов в клетках корня, а также контролируя микробиологические процессы, определяющие содержание нитратов в почве. Под влиянием известкования содержание белка в зерне, к примеру, повышалось на 1,5-2.6%, в зависимости от уровня минерального питания. При этом снижалось содержание небелкового азота.

После известкования в течение десятилетий растения на дерново-подзолистых почвах используют значительно больше фосфатов, чем без извести. В основе этого явления лежит лучшая растворимость и усвояемость растениями фосфатов кальция, особенно одно- и двухзамещенных, а также свежеосажденных трехосновных фосфатов кальция, по сравнению с фосфатами полуторных оксидов. Кроме этого, в растениях между фосфором, с одной стороны, алюминием, марганцем и железом, с другой, существует определенный физиологический антагонизм. Алюминий по природе своего действия является типичным корневым ядом. В его присутствии резко уменьшается общий объем корневой системы, корневые волоски покрываются бурыми чехликами из гидроксидов, снижающих активность их работы. Поэтому часть уже поглощенного фосфора расходуется на инактивацию алюминия в самих растениях.

Как известно, калий, в отличие от других элементов, в растении находится в ионной форме и не входит в состав органических соединений клеток. Это основной противоион для нейтрализации отрицательных зарядов как неорганических ионов, так и клеточных полиэлектролитов. Известкование повышает содержание в почве подвижного калия, определяемого по методу Кирсанова, как на удобренных, так и на неудобренных делянках. Различия эти математически доказаны и высоко достоверны. Увеличение или снижение фиксации или же доступности калия при известковании не является общей закономерностью, а зависит от минералогического состава почв.

При известковании почвы одновременно протекают два процесса, которые изменяют активность ионов калия в почвенном растворе и уменьшают их поступление в растения. Во-первых, растворяются прослойки гидроксида алюминия в минералах группы почвенных хлоритов, освобождая обменные позиции в межпакетных промежутках трехслойных алюмосиликатов и способствуя фиксации калия. Во-вторых, почвенный поглощающий комплекс заметно насыщается ионами кальция, что снижает активность ионов калия в почвенном растворе. На кислых или недостаточно произвесткованных легких почвах в результате систематического при-

менения калийных удобрений возникают проблемы обеспечения растений магнием. Это отрицательно сказывается не только на урожае практически всех культур, но и на его качестве за счет нарушений в соотношении (K^+ + Na^+) : (Ca^{2+} + Mg^{2+}).

В литературе практически нет данных о значении извести в кальциевом питании растений. Считается, что даже на очень кислых почвах растения достаточно обеспечены кальцием как элементом питания. В опытах с известью, меченой ^{45}Ca, под влиянием известкования содержание кальция в клевере возрастало на песчаной почве в 2.4…3.5 раза, супесчаной – 2.3…3.3, глинистой – 2.3…2.6 раза. Такое увеличение содержания кальция, безусловно, говорит о значении извести не только как мелиорирующего средства, но и как источника жизненно необходимого элемента питания – кальция.

Отношение различных культур к составляющим почвенной кислотности неодинаково. Наиболее сильно на известкование и изменение уровня минерального питания в полевых севооборотах отзываются ячмень и многолетние травы с бобовым компонентом. Урожайность озимой ржи, овса, картофеля в большей степени зависела от уровня удобренности почвы. Уровень минерального питания в значительной степени влиял на эффективность известкования

Многообразие почвенных факторов, влияющих на эффективность известкования, обусловливает большую вариабельность прибавок урожая, получаемых на конкретных почвах.

Таким образом, имеющийся экспериментальный материал свидетельствует о необходимости опережающего известкования кислых почв и создания резко положительного баланса кальция для сохранения плодородия почв.

Литература

1.Шильников И.А., Лебедева Л.А. Известкование почв. -М.: Агропромиздат. -1987.- 157с.

2.Небольсин А.Н., Николаев И.Н. Определение ионной формы алюминия в кислых почвах с помощью электрофореза. //Вестник Россельхозакадемии. -2009. № 2. - С.21-22.

3.Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Теоретические основы известкования почв.- СПб, ЛНИИСХ.-2005.-252с.

4.Яковлева Л.В. Экологические аспекты известкования дерново-подзолистых почв Северо-Запада России //Дисс…докт.с.-х. наук.- 2009.- 374с.

УДК 631.

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОСЕВА ОЗИМОЙ РЖИ НА СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В ОСУШАЕМЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ

Рублюк М. В., к.с.-х. н., **Иванов Д. А.,** д.с.-х.н., чл.-корр. РАН,
Анциферова О.Н., к.с.-х. н.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Антропогенное изменение почв в системе земледелия – важная современная проблема. Наблюдения последних десятилетий в нашей стране и за рубежом показали высокую чувствительность почвенного покрова к антропогенному воздействию [3]. Диапазон влажности почвы очень широк для различных культур и сортов в зависимости от их биологических особенностей в целом по периодам развития, а также от почвенных и климатических условий, уровня залегания грунтовых вод и степени их минерализации, мощности корнеобитаемого слоя, почвенного плодородия, уровня агротехники и других факторов [2]. При разбросном способе посева культурные растения более равномерно распределяются по площади питания, что создает более благоприятные условия для их роста и развития и одновременно худшие для произрастания сорняков [1].

Исследование по изучению изменения свойств дерново-подзолистой почвы под воздействием способов посева проводилось на опытном стационаре ФГБНУ ВНИИМЗ, заложенном в 1996 году. В пределах стационара развернут зернотравяной севооборот. 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.

Изучение влияния способов посева озимой ржи на свойства дерново-подзолистой почвы проводились в поисковом опыте. Эксперимент был заложен осенью 2017 года – проведен разбросной посев озимой ржи сеялкой СЗ – 3,6 без семяпроводов с последующей заделкой боронами. Контролем для опыта является посев озимой ржи рядковым способом сеялкой СЗ – 3,6 в опыте по мониторингу.

Полученные данные обрабатывали методом трехфакторного дисперсионного анализа, где фактор А – экспозиция склона (северная и южная); фактор В – микроландшафты (транзитно-аккумулятивные, транзитные, элювиально-транзитные и элювиально-аккумулятивный); фактор С – почвы (глеевые и глееватые). Определение степени влияния ландшафтных факторов на водный режим почвы осуществлялось на основе метода Н. А. Плохинского путем деления частной факториальной суммы квадратов на общую [4].

Наблюдение за влажностью почвы позволило установить, что влагообеспеченность посевов озимой ржи в исследуемом 2018 году мало зависела от способа посева культуры (Табл. 1). В течение вегетации растений обеспеченность влагой была различной. В фазу весеннего отрастания растений влажность почвы была в пределах нормы – 65,38 % ППВ. По сравнению с контролем влажность почвы возрастала на 7,3 %. Наибольшее повышение влажности почвы отмечено в 7 варианте (Т-Ас) – на 12,9 %.

В фазу колошения влагообеспеченность растений озимой ржи была недостаточной и составила 33,94 % ППВ. Наибольший дефицит влаги отмечен в понижении южного склона в Т-Аю (19,9 % ППВ).

Таблица 1 – Динамика влажности пахотного слоя почвы под озимой рожью в различных агромикроландшафтах, в % ППВ

АМЛ	Дата отбора			Среднее
	10. 05	4. 06	27. 07	
1.Т-Аю	49,03/48,23	25,65/19,94	75,0/43,06	49,89/37,08
2.Тю	66,39/78,39	42,34/50,14	86,36/65,03	65,02/64,52
3.Э-Тю	62,15/71,08	24,85/39,48	84,19/65,05	57,06/55,54
4.Э-А	62,80/62,90	28,84/26,31	83,12/66,13	58,25/51,78
5.Э-Тс	45,91/59,57	19,95/25,15	83,76/63,98	49,87/49,57
6Тс	63,94/68,19	42,69/40,84	99,42/79,73	68,68/60,88
7.Т-Ас	59,84/72,80	56,04/55,70	101,88/79,73	65,92/62,74
Среднее	58,58/65,88	31,48/33,94	87,67/65,23	59,24/55,01
$НСР_{05}$				*16,14/ 16,14*
$НСР_{A}$				-
$НСР_{B}$				*8,07 8,07*

Примечание: числитель – рядовой способ посева (контроль);
знаменатель - разбросной посев.

В фазу молочно-восковой спелости озимой ржи влагообеспеченность посевов составила 65,2 % ППВ. По сравнению с контрольным вариантом отмечено достоверное снижение влаги на всех вариантах опыта ($НСР_{05}$ составила 12,6 %). Наибольшее снижение влажности почвы наблюдалось в понижении южного склона – в Т-Аю (на 32 %).

В среднем за вегетацию влажность пахотного слоя почвы на разбросном посеве составила 55 % ППВ. По сравнению с контролем достоверных различий по влажности почвы не выявлено.

Объемная масса почвы на поле с разбросным посевом озимой ржи находилась в пределах 1,17-1,25 г/см^3. Плотность почвы повышалась в транзитных вариантах северного склона и снижалась в транзите южного склона. По сравнению с контролем на разбросном способе посева отмечено достоверное повышение объемной массы почвы ($НСР_{05}$ составила 0,072 г/см^3). Это объясняется возделыванием предшествующих культур: на участке, где выращивали рожь по разбросному способу посева, длительное время произрастала травосмесь (17 лет), что привело к уплотнению почв. Озимая рожь в контрольном варианте возделывается в зернотравяном севообороте, с накоплением и минерализацией большого количества растительных остатков, что способствовало высокой степени окультуренности почвы.

Исследования показали, что на поле с разбросным посевом озимой ржи биологические процессы протекали менее интенсивно, чем на контроле. При разбросном посеве разложение целлюлозы по сравнению с контрольным вариантом снижалось в среднем на 31,1 % (табл. 2). Биологическая активность снижалась на склоне северной экспозиции и на вершине и повышалась на южном склоне. Разложение целлюлозы было наибольшим в транзитном варианте южного склона (повышение составило 33 %). Наибольшее снижение отмечено в элювиально-транзитном АМЛ южного склона (на 55,3 %). Исключение составляет транзитный вариант северного склона, где отмечено незначительное повышение биологической активности. Гидроморфизм почв оказал незначительное влияние на различия по их биологической активности.

Таблица 2 – Изменение биологической активности почвы при разных способах посева озимой ржи в осушаемых микроландшафтах, %

АМЛ	Способ посева		+/- к контролю
	рядовой (контроль)	разбросной	
1.Т-Аю	64,2	23,0	_ 41,2
2.Тю	95,9	57,6	_ 30,3
3.Э-Тю	86,0	30,7	_ 55,3
4.Э-А	63,7	14,2	_ 49,5
5.Э-Тс	14,2	12,0	_ 2,2
6.Тс	17,6	22,6	+ 5,0
7.Т-Ас	48,3	12,5	_ 35,8
Среднее	55,7	24,6	- 51,1

$НСР_{05}$	*19,75*	*29,13*	
$НСР_{A}$	*6,98*	*10,30*	
$НСР_{B}$	*9,87*	*14,56*	
$НСР_{C}$	*6,98*	-	

Таким образом, установлено, что способы посева озимой ржи в осушаемых агроландшафтах существенно не влияют на свойства дерново-подзолистой почвы. Влагообеспеченность посевов озимой ржи в исследуемом 2018 году мало зависела от способа посева культуры. При избыточном увлажнении почвы (фаза молочно-восковая спелость) наблюдалась тенденция к снижению влаги при разбросном посеве озимой ржи. При разбросном посеве отмечена также тенденция к повышению объемной массы почвы на 0,02 – 0,06 г/см^3 . Биологические процессы в почве при разбросном посеве озимой ржи протекали менее интенсивно, чем при рядовом посеве. Вместе с тем сглаживаются различия по биоактивности почв при изменении их гидроморфизма.

Литература

1. Артемьев А.Е., Митрофанов Ю.И. Влияние приемов обработки и способов посева на урожай ячменя / Мелиорация и водное хозяйство XXI века: проблемы и перспективы развития: материалы Международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ. г. Тверь, 27-28 августа 2014 года.- Тверь.: Тверской гос. ун-т, 2014. Кн. 1 . – 240 с.
2. Григоров М.С., Кравчук А.В. Обоснование выбора верхнего и нижнего пределов влажности и глубины увлажнения расчетного слоя почвы //Доклады РАСХН, № 1, 2007. С. 31-33.
3. Мальцев А.В., Калиниченко В.П., Шагохин С.А., Удалов А.В. Динамика агрофизических свойств и содержания гумуса в черноземе обыкновенном при отвальной поверхностной и чизельной системе основной обработке почвы //Доклады РАСХН, №6, 2012. С. 56-58.
4. Плохинский Н.А. Биометрия. //-М.: МГУ. – 1970. -367с.

УДК 631.111.2

ПРОБЛЕМЫ СОСТОЯНИЯ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

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

С точки зрения земледелия современная модель природопользования должна обеспечивать, наряду с производством продукции сельскохозяйственных культур, повышение плодородия почв и сохранение их экологических функций в биосфере[1].

Согласно официальным источникам в настоящее время в России выведено из оборота и не используется более 40 млн га пашни. Она переве-

дена в залежь и трансформируется под влиянием естественных и антропогенных процессов: почвообразования, саморазвития почв, зарастания лесом, задернения, залужения, заболачивания и др. [5, 7].

Выход из сельскохозяйственного оборота земель в таких масштабах имеет негативные социальные и экономические последствия: уменьшение площади пахотных земель на душу населения, и, как следствие, уменьшение валового сбора сельскохозяйственной продукции; потери «вложенного труда» (в мероприятия по повышению плодородия почв, мелиорацию вложены огромные финансовые средства); сокращение сельского населения, приобретающее характер социального опустынивания.

С другой стороны, из сельскохозяйственного оборота частично выпадают почвы, использование которых в настоящее время экономически не выгодно (мелкоконтурные, удаленные от населенных пунктов, потенциально низкоплодородные, сильнодеградированные). В определенных случаях, выход деградированных почв в залежь приводит к восстановлению естественного плодородия почв, их экологических функций, улучшению состояния экосистем, повышению устойчивости к техногенным воздействиям, восстановлению биоразнообразия, а также жизненно важных для человека функций (санитарных, водорегулирующих и др.) [7].

В целом необрабатываемые почвы по ряду показателей начинают приближаться к аналогичным целинным почвам, хотя ущерб, нанесенный им при некоторых процессах деградации (в первую очередь - эрозионных процессах) не устраняется в течение обозримого периода времени.

Для решения этой задачи необходимо безотлагательное проведение инвентаризации залежных земель, агроэкологической оценки, ранжирования и трансформации их в те или иные угодья в соответствии с почвенно-климатическими и ландшафтными условиями. В данном отношении имеются исследовательские работы по развитию научного обеспечения указанных задач [7].

За 1990-2015 гг. посевные площади сельскохозяйственных культур сократились на треть от всех посевных площадей 1990 г. В результате изменился характер и масштаб аграрных воздействий на природные компоненты и комплексы, весь облик современных сельских ландшафтов [3]. Традиционные для Нечерноземья лесо-лугово-полевые ландшафты в некоторых районах Тверской области трансформировались в лугово-лесные.

Длительное сельскохозяйственное использование почв Тверской области, резкое сокращение объемов по их улучшению привело к прогрессирующему развитию ряда деградационных процессов, способствующих снижению плодородия почв и изменению их агрохимических показателей. На сегодняшний день во многих районах области имеются значительные площади пашни (по данным Центра агрохимической службы «Тверской»), выведенные в залежь из-за невозможности рентабельного использования и

требующих больших капитальных затрат на восстановление утраченного плодородия.

Тверская область входит в состав Центрального федерального округа Российской Федерации и является одной из крупнейших областей Европейской части России. Общая ее территория составляет 8420,1 тыс. га, из них освоено в сельскохозяйственном производстве 30,6%. Сельскохозяйственными угодьями (по данным Управления Росреестра по Тверской области по состоянию на 01.01.2017 г.) было занято 2575,4 тыс. га. Наибольшая освоенность характерна для Кашинского, Старицкого, Торжокского, Калязинского, Ржевского, Бежецкого, Калининского, Краснохолмского районов (по данным ФГБУ ГЦАС «Тверской»).

Располагаясь в пределах древней Восточно-Европейской платформы, где была зона действий четвертичных оледенений, область имеет разнообразный рельеф и специфические ландшафты. На ее территории всхолмленные участки моренных равнин и гряд сочетаются с обширными волнистыми водно-ледниковыми или плоскими озерно-ледниковыми и аллювиальными низинами.

Тверская область расположена в южнотаёжной и подтаёжной зонах и почти на 60% своей территории покрыта лесами, которые являются важнейшим природным, экономическим потенциалом и важнейшим стабилизирующим компонентом окружающей среды. По данным государственного лесного реестра по состоянию на 01.01.2018 площадь земель, на которых расположены леса в Тверской области, составляет 4976,1 тыс.га, в том числе лесные земли – 4529,1 тыс. га, из них покрытые лесом – 4412,2 тыс.га [2].

На Территории Тверской области наибольшее распространение получили дерново-среднеподзолистые почвы (более 80%) нормально и кратковременно избыточно увлажненные (более 90%), местами встречаются дерново-глеевые, подзолисто-болотные, болотные, дерново-карбонатные почвы. Они имеют низкое естественное плодородие, требуют внесения минеральных, органических и известковых удобрений, а при прекращении их применения быстрее переходят в естественное состояние [6].

Сельскохозяйственные угодья в Тверской области составляют 991709,8 га, в том числе пашня 544124,7 га, сенокосы 100791,0 га, пастбища 88484,4 га, многолетние насаждения 5292,2 га и залежь 253017,5 га. Из всей площади сельскохозяйственных угодий фактически использовалось 651578,0 га.

К основным проблемам в сфере сельского хозяйства Тверской области отнесем: изношенность производственных фондов и невозможность их модернизировать из-за низкого уровня доходности; отсутствие значительных инвестиций; сложности сбыта сельскохозяйственной продукции из-за несовершенства рыночной инфраструктуры; утрата почвенного плодородия и выведение из сельскохозяйственного оборота значительных пахот-

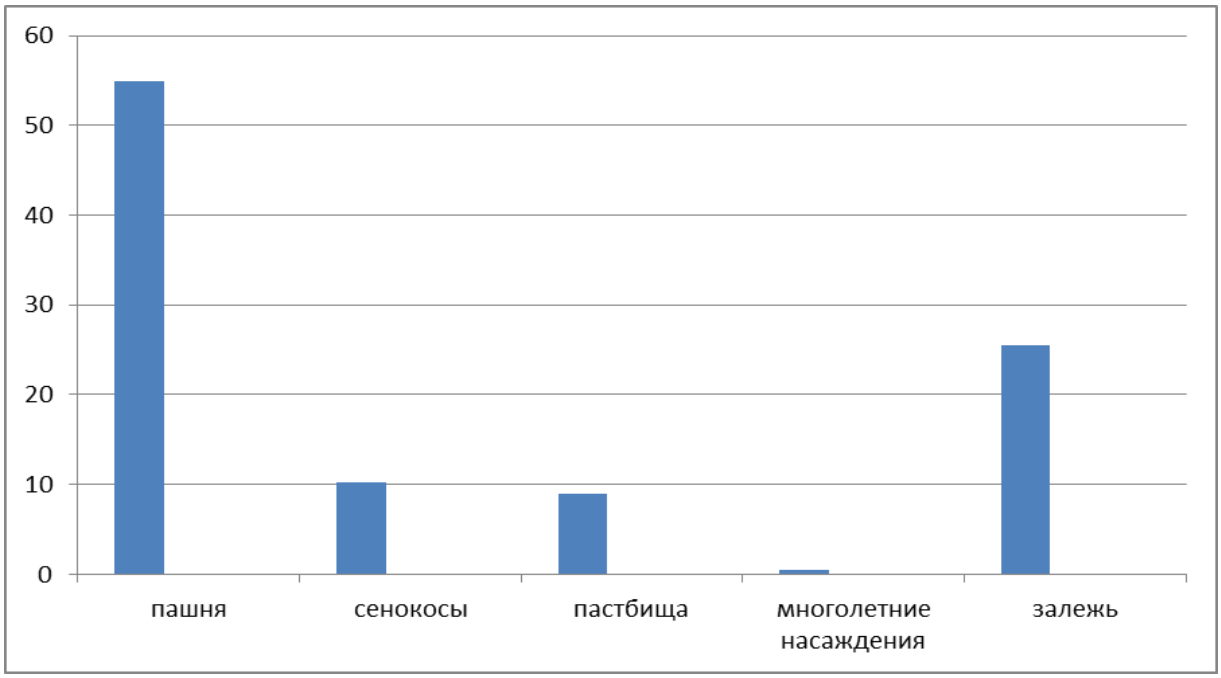


Рис. 1 Структура сельскохозяйственных угодий в хозяйствах всех категорий (на 1 июля 2016 года, в процентах от общей площади сельскохозяйственных угодий)

ных площадей; медленные темпы социально-экономического развития сельских территорий; ухудшение социально-демографической ситуации; отток трудового населения, особенно молодежи из сельской местности; сокращение занятости местного населения; слабое развитие альтернативных видов деятельности; низкая заработная плата [4].

Действующее земельное законодательство в области рационального использования и охраны земель пока значительно отстает от современных требований охраны земель сельскохозяйственного назначения.

Природа сама создаёт новый лес на сельхозземлях, которые давно не используются. Если использовать брошенные сельхозземли для рационального выращивания леса, то через несколько десятилетий только с них страна будет получать больше древесины, чем заготавливает сейчас в существующих лесах. Лес, растущий на брошенных сельхозземлях, защитит почву от эрозии, сохранит чистоту воды в реках и сократит суммарные выбросы парниковых газов, в том числе углекислого, будет являться источником древесины и продуктов и служить объектом биоразнообразия.

С другой стороны, бросовые земли, будучи резервациями вредных организмов, обусловливают устойчивый риск постоянной угрозы распространения злостных сорняков (например, борщевика Сосновского), нашествий вредителей и эпифитотий возбудителей болезней на засеваемые земли.

Литература

1. Байбеков Р.Ф. Природоподобные технологии основа стабильного развития земледелия / Р.Ф. Байбеков // Земледелие. - 2018. - № 2. – С. 3-6.

2. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Тверской области в 2017 году, Тверь. - 2018, 156 с.
3. Клюев Н.Н. Аграрное природопользование в Российский регионах: эколого-ресурсный «диссонанс» / Н.Н. Клюев // Известия русского географического общества. 2017. Вып.3. – С. 4-15.
4. Лапина Л.В., Состояние и перспективы развития сельского хозяйства Тверской области / Л.В. Лапина, Е.В. Чумакова // Вестник ТвГУ, Серия «Экономика и управление». 2013. Выпуск 22. С. 126 – 136.
5. Семёнов Н.А. Научное обоснование освоения разновозрастных залежей под луговые угодья в Нечерноземной зоне России / Н.А. Семенов, Н.А. Муромцев, А.Н. Снитко //Кормопроизводство. - 2016. - № 3. – 3-5.
6. Фирсов С.А. Зависимость плодородия дерново-подзолистых почв Тверской области от содержания подвижного фосфора / С.А. Фирсов //Агрохимический вестник. –№ 1. - 2011. – С. 16 – 18.
7. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота / под редакцией Г.А. Романенко. - М.: ФГНУ «Росинформагротех, 2008. – 64 с.

УДК 631.8:631.43

ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ОСУШАЕМЫХ ПОЧВ И ФАКТОРЫ СНИЖЕНИЯ ИХ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ

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

Из-за активного использования природных ресурсов, технического прогресса и ряда других факторов процесс загрязнения почвы становится неизбежным. К основным загрязнителям относятся бытовые отходы, нефть и продукты её переработки, пестициды, удобрения, радиоактивные вещества, выхлопные газы, химические элементы и их соединения, тяжёлые металлы и т.д.

Аграрный комплекс оказывает весьма негативное воздействие на почву. Основными источниками сельскохозяйственного происхождения являются средства химизации (минеральные удобрения, агромелиоранты и т.д.) и средства защиты растений при их ненормированном применении. Источником загрязнения являются также склады химикатов, удобрений, животноводческие фермы и комплексы.

К причинам загрязнения почв средствами защиты растений относятся завышенные дозы, нарушение сроков и технологии внесения и т.д. Основными процессами, определяющими поведение пестицидов в почве, являются адсорбция, разложение и миграция.

На мелиоративных системах коллекторно-дренажные воды, обогащённые биогенами, пестицидами и другими токсичными элементами и соединениями, являются диффузным источником загрязнения подземных вод и водных экосистем, а при использовании для орошения – почв и сельскохозяйственной продукции.

Зона влияния горизонтального дренажа на потоки воды и химических элементов распространяется на глубину, равную 3-4 глубинам заложения дрен. Зона влияния вертикального дренажа распространяется на глубину 100-150 м. Углубление дренажа, сокращение расстояния между дренами, увеличение инфильтрации воды способствуют увеличению зоны миграции и, соответственно, объёму выносимых солей и загрязняющих веществ в водные экосистемы [1].

Одно из важных условий охраны почв от загрязнения пестицидами – уменьшение доз внесения в почву. Для этого существует несколько способов их использования без снижения ожидаемой эффективности [2, 3]:

- Сочетание применения пестицидов с другими приемами. Интегрированный метод борьбы с вредителями – агротехнический, биологический, химический и т.д. При этом ставится задача не уничтожить целый вид целиком, а надежно защитить культуру.

- Совершенствование ассортимента пестицидов: применение менее опасных, с низкой степенью токсичности препаратов, замена персистентных гербицидов на виды, быстро разлагающиеся в почве. Использование новых форм позволяет существенно снизить норму расхода действующего вещества и свести к минимуму загрязнение почв.

- Чередование применения токсикантов с неодинаковым механизмом и длительностью токсического действия. Такой способ внесения химических средств борьбы предотвращает появление устойчивых форм вредителей. Для большинства культур рекомендуют 2-3 препарата с неодинаковым спектром действия.

В настоящее время применяют следующие способы по восстановлению загрязненных гербицидами почв [2]:

I. Для снижения концентрации свободного гербицида в пахотном слое:

- внесение высоких доз органических удобрений, торфа и других органических материалов с высокой степенью поглотительной способности;

- применение активированных углей, цеолитов и препаратов на их основе;

- использование химических соединений, являющихся катализаторами или индукторами различных процессов разложения гербицидов;

- глубокая вспашка с оборотом пласта, снижающая концентрацию остатков гербицидов в пахотном слое;

- проведение промывных поливов на загрязненных участках; особое внимание в этом случае должно уделяться мерам, направленным на предотвращение загрязнения грунтовых вод;

Причинами загрязнения почв удобрениями являются: а) несовершенство технологии транспортировки, хранения, тукосмешения и внесения удобрений; б) нарушение агрономической технологии их применения в севооборотах и под отдельные культуры. Несовершенство качественного состава органических удобрений, а также интенсивное использование различных промышленных, городских и бытовых отходов на удобрения наносит значительный ущерб окружающей среде.

В последнее время произошло резкое увеличение антропогенной нагрузки на биосферу как в зоне деятельности животноводческих предприятий, так и на объектах окружающей природной среды, прилегающих к ним.

Основными источниками загрязнений, поступающих от животноводческих ферм в окружающую среду, являются вентиляционные выбросы, навоз и стоки в процессе их удаления, хранения, переработки и утилизации.

Установлено, что в почвах, загрязненных отходами животноводства, увеличиваются сроки выживаемости патогенных микроорганизмов, которые могут трансформироваться и накапливаться в сельскохозяйственных культурах, выращенных на этих земельных участках, тем самым, создавая определенную эпизоотическую угрозу.

При создании строгой системы мероприятий по охране окружающей природной среды необходимо формирование процесса постоянного совершенствования технических и технологических решений подготовки и обработки органических отходов животноводства с учетом экологических требований.

К стратегии производства и применения экологически безопасных средств биологической мелиорации относится перспективное направление в этой области – создание малоотходных производственных систем, предусматривающих выполнение природоохранных мероприятий, включая их санацию, и обеспечивающих получение органического удобрения. А по необходимости – максимальное извлечение из навоза, помета и стоков питательных веществ для создания вторичных кормов, сырьевых компонентов (биогаз, биомасса) с последующим их использованием в различных отраслях народного хозяйства (топливно-энергетическая, пищевая, фармацевтическая).

Использование биотехнологических принципов при переработке и обеззараживании навоза, помета и стоков на основе микробной деструкции веществ, антагонизма и селекции микроорганизмов в системах биоценозов позволит добиться целенаправленного воздействия на патогенную микрофлору, внести соответствующие коррективы в технологические режимы переработки отходов и получать экологически безопасные продукта [4].

На данный момент в России недостаточно развита сфера переработки отходов сельского хозяйства с получением полезных продуктов. Такие производства существуют в единичных количествах, поэтому остро стоит необходимость в разработке предложений по мерам законодательной поддержки сельскохозяйственных производителей внедряющих передовые технологии утилизации отходов.

Загрязнение тяжёлыми металлами.

Практически во всех промышленно развитых районах РФ отмечается загрязнение почв тяжёлыми металлами. Наиболее опасными элементами по масштабам и объёмам выбросов являются свинец и цинк среди элементов 1 класса опасности, а 2 класса – никель и медь. Зоны, в которых содержание ТМ превышает ПДК в десятки и сотни раз, отмечаются в Кемеровской, Белгородской, Челябинской областях. В НЗ повышенное содержание наблюдается в Московской, Смоленской, Тульской и Брянской областях [5].

Технологии восстановления почв от загрязнения стремительно развиваются. Для обозначения комплекса мероприятий по восстановлению загрязнённых почв, грунтовых и поверхностных вод существует специальный термин – ремедиация. В системе существующих технологий ремедиации выделяют биологические методы – биоремедиацию.

Биоремедиация загрязнённых почв представляет собой технологии, основанные на применении биологических агентов. Чаще всего используют микроорганизмы, обычно бактерии и грибы, реже – растения. Выбор технологии основывается на таких критериях как природные условия места очистки, свойства почвы, концентрация и уровень токсичных поллютантов и т.д. Применяемые для ремедиации технологии условно объединяют в две группы: методы *in situ* и *ex situ*. Первые основаны на очистке почвы без её удаления, вторые – на снятии слоя загрязнённой почвы и очистке за пределами места загрязнения, что делает этот способ более дорогим [6].

Что касается растений – фиторемедиантов, то они обладают высокой биологической продуктивностью, поглощают в больших концентрациях тяжёлые металлы, основная часть которых должна аккумулироваться в надземных частях растений, отчуждаемых при уборке. Среди них выделяют так называемые растения – гипераккумуляторы, которые способны накапливать ТМ в надземной биомассе в концентрациях, намного превышающих таковые в почве. В настоящее время отмечают порядка 400 видов растений из 22 семейств. Наибольшее количество растений – гипераккумулянтов для целей ремедиации наблюдается в семействе крестоцветные [7].

Снять проблему деградации почв, вызванную техногенными загрязнениями, помогает соответствующая система агротехнических мероприятий, в которой видное место отводится высокотехнологичным органическим удобрениям и микробным препаратам. Последние обеспечивают более высокую устойчивость растений к стрессам.

Литература

1. Безднина С.А. Экологические аспекты водопользования в мелиорации //Вопросы мелиорации, № 1-2, 1998.
2. Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России /Под ред. акад. Россельхозакадемии А.В. Гордеева, Г.А. Романенко. М.: Росинформагротех. 2008. – 284 с.
3. Загрязнение почв пестицидами. Режим доступа //www.bibliofond. ru/vilw.
4. Тюрин В.Г. Основные направления природоохранных мероприятий в животноводстве /Г.А.Мысова, Н.Н.Потемкина, Р.А.Камалов //Вестник РГАЗУ, 2008, №4. – С. 132-133.
5. Деградация и охрана почв /Под общ. ред..акад. РАН Г.В. Добровольского – М.: изд. МГУ, 2002. – 654 с
6. Obedshacht, Kenneth Ajibo. Soilbioremediation: in - situ vs. ex - situ. (Costs, Benefits, and effects).-WSP and Goteborg Energi, 2002. - p. 77.
7. Чернин С.А. Экологические проблемы в сельском хозяйстве. /Презентация доклада – М., 2014. http://900igr.net/prezentacija/geografija.

УДК 631.6:635.2

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНО-ВОЗДУШНОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

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

Применение удобрений является основным средством, обеспечивающим повышение урожайности сельскохозяйственных культур, при своевременном и качественном выполнении других агротехнических агроприемов. Особенно это важно для дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны России, отличающихся невысоким естественным плодородием [1-5]. Однако их ограниченные ресурсы обуславливают необходимость проведения исследований по установлению экономически и экологически целесообразных доз их внесения.

Наши исследования по оценке эффективности удобрений в зависимости от погодных условий про возделывании картофеля на осушаемых землях проводились в 2011-2017 гг. на экспериментальном участке ФГБНУ ВНИИМЗ. Опыт заложен на осушаемом закрытым гончарным дренажом участке (междренное расстояние 20 м, глубина заложения дрен 0,9-1,2 м) на трех вариантах удобрений: 1 – без удобрений, 2 – средние нормы – компост многоцелевого назначения (КМН) 15 т/га + K_{90}, 3 – высокие нормы – КМН 15 т/га + $N_{70}K_{180}$, в четырехкратной повторности с размещением вариантов методом расщепленных делянок. Нормы удобрений на 2 и 3 вари-

антах определены с учетом почвенного плодородия и выноса питательных элементов с урожаем. Почва на участке дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая, среднекислая с высоким содержанием подвижного фосфора, повышенным обменного калия и гумуса – 2,23-2,38%.

В опыте выращивались районированные в Тверской области сорта картофеля, норма посадки 40 тыс. клубней/га. Возделывание культуры осуществлялось по рекомендованной ВНИИМЗ грядовой технологии в плодосменном четырехпольном севообороте со следующим чередованием культур: яровая пшеница + клевер – клевер 1 г.п. – озимые зерновые – картофель. Севооборот развернут в пространстве и во времени. Общая площадь делянок второго порядка 432 м^2, учетная – 20.

Погодные условия в годы исследований различались. По Г.Т. Селянинову года 2011, 2015, 2016, 2017 – влажные (ГТК за май-сентябрь 1,39-1,94), 2012 год – избыточно влажный (ГТК 2,34). 2013 и 2014 гг. – засушливые (ГТК 0,96 и 0,98). Влажность пахотного слоя под посадками картофеля соответственно градациям этих лет в среднем за вегетацию составила 58, 73, 36% НВ, общая порозность – 55, 52, 54% объема почвы, порозность аэрации – 39, 30, 44 (табл. 1). Для хорошего обеспечения растений водой и воздухом их соотношение в увлажненных районах на дерново-подзолистых почвах должно быть равно 1:1 [7]. Объем пор, занятых воздухом, был гораздо выше оптимальных значений, что говорит о недостаточной влагообеспеченности посевов.

Более благоприятным состояние водно-воздушного режима на посадках картофеля в течение вегетации было в 2012 г. В 2013 и 2014 гг. растения испытывали недостаток влаги в течение всей вегетации, в 2011 г. – кроме фазы всходов, особенно сухо было в начале созревания и до конца 21 и 43% НВ, в 2015 г. – кроме фазы бутонизации, в 2015 и 2016 гг. – с начала формирования ботвы и до конца вегетации.

Таблица 1 – Влияние погодных условий на основные показатели водно-воздушного режима пахотного слоя почвы под посадками картофеля в годы исследований (в среднем за вегетацию)

Показатель	Годы исследований		
	избыточно-влажные 2012	влажные 2011, 2015, 2016, 2017	засушливые 2013, 2014
Влажность, % от ППВ	73	58	36
Порозность аэрации, % объема почвы	30	39	44
Общая пористость, % объема почвы	52	55	54
Объемная масса, г/см^3	1,24	1,18	1,19

Объемная масса пахотного слоя на посадках картофеля, благодаря особенностям грядовой технологии его возделывания, в течение вегетации

во все годы были на уровне оптимальных значений в среднем в пределах 1,18-1,24 г/см^3.

Важный показатель фотосинтетической деятельности посева – использование фотосинтетически активной солнечной радиации (КПД ФАР). Посевы с КПД ФАР 1,5-3,0% считаются хорошими, 0,5-1,5% - обычно наблюдаемыми [8]. Расчеты показали, что эффективность использования ФАР посадками картофеля возрастала с повышением фона удобренности (табл. 2).

Таблица 2 – Величина КПД ФАР на посадках картофеля в годы исследований в зависимости от вариантов удобрений и погодных условий, %

Вариант удобрений	Годы исследований			В среднем за 2011-2017 гг.
	избыточно-влажные 2012	влажные 2011, 2015, 2016, 2017	засушливые 2013, 2014	
Без удобрений	1,19	1,35	1,10	1,26
Средние нормы	2,61	2,48	1,96	2,35
Высокие нормы	3,62	2,77	2,43	2,79
В среднем	***2,47***	***2,20***	***1,83***	***2,13***

При величине прихода фотосинтетически активной солнечной радиации 2,3 млрд. ккал/га КПД ФАР в среднем за 7 лет на крайних вариантах был на уровне 1,26 и 2,79%. В зависимости от погодных условий наиболее высокий он был в избыточно влажный 2012 год – 2,47%, во влажные – в среднем составил 2,20, наименьший – в засушливые – 1,83. Во все годы применение и повышение норм удобрений положительно сказывалось на формировании урожая картофеля (табл. 3). В среднем за 7 лет урожай на варианте со средними нормами удобрений, по сравнению с вариантом без них, повысился на 87%. Увеличение нормы удобрений дало прибавку урожайности на 20%.

Таблица 3 – Урожайность картофеля в годы исследований в зависимости от вариантов удобрений и погодных условий, т/га

Вариант удобрений	Годы исследований			В среднем за 2011-2017гг.
	избыточно-влажные 2012	влажные 2011, 2015, 2016, 2017	засушливые 2013, 2014	
Без удобрений	14,4	20,0	13,4	17,3
Средние нормы	32,8	37,2	24,4	32,3
Высокие нормы	47,2	41,1	30,2	38,8
В среднем	***31,5***	***32,8***	***22,7***	***29,5***

Эффективность применения удобрений в посевах культур можно оценить, определив оплату 1 кг д.в. прибавкой урожая. В опыте наибольшая оплата 1 кг д.в. удобрений урожаем картофеля в среднем за 7 лет была от внесения высоких норм по сравнению со средними 26,0 кг (табл. 4). В зависимости от погодных условий выше она была в избыточно влажный 2012 год, ниже – в засушливые.

Таблица 4 – Оплата 1 кг д.в. удобрений прибавкой урожая картофеля в зависимости от вариантов удобрений и погодных условий, кг

Варианты сравнения	Годы исследований			В среднем за 2011-2017 гг.
	избыточно-влажные 2012	влажные 2011, 2015, 2016, 2017	засушливые 2013, 2014	
Средние нормы Без удобрений	26,5	24,7	15,8	21,6
Высокие нормы Без удобрений	34,7	22,3	17,8	22,8
Высокие нормы Средние нормы	57,6	15,6	23,2	26,0

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено, что удобрения обеспечивают значительный рост продуктивности картофеля. Выявлено влияние погодных условий на состояние водно-воздушного режима пахотного слоя почвы, на эффективность применения удобрений на осушаемых землях. Учет полученных данных позволяет использовать более выгодные ресурсоэкономичные технологические варианты возделывания картофеля в зависимости от почвенных, погодных, производственных условий.

Литература

1. Чухина О.В., Жуков Ю.П. Продуктивность картофеля при минимальной и расчетной дозах удобрений в Вологодской области //Плодородие. - 2012 - №5. - С. 11-13.
2. Лекомцева Е.В. и др. Удобрение картофеля //Картофель и овощи. - 2015. - №4. - С. 34-35.
3. Котова З.П. и др. Удобрение картофеля на севере //Картофель и овощи. 2015. - №11. - С. 31-32.
4. Пшеченков К.А., Смирнов А.В.. Подготовка почвы и удобрение картофеля //Картофель и овощи. - 2015. - №5. - С. 31-32.
5. 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.
6. Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И. Особенности формирования экологизированной системы удобрений на осушаемых землях //Мелиорация и водное хозяйство. - 2012. - №3. - С. 16-20.
7. Румянцев В.И. и др. Земледелие с основами почвоведения. М.: Колос. – 1979. –С. 52-53.
8. Каюмов М.К. Программирование продуктивности полевых культур. М.: Росагропромиздат. - 1989. – С.11.

УДК 631.6: 633.11

ВОДНО-ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ПРИ ОДИНАКОВОЙ ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ В РАЗЛИЧНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ

Л.И. Петрова, к.с.-х.н., **Ю.И. Митрофанов,** к.с.-х.н., **Н.К. Первушина**

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

При использовании осушаемых земель необходимо учитывать требования культур к агрофизическим свойствам почвы. По мнению многих авторов водно-воздушный режим почв оказывает наиболее сильное влияние на формирование продуктивности сельскохозяйственных культур. Полевые культуры проявляют различное отношение к плотности почвы. Изменение плотности оказывает непосредственное воздействие на содержание в почве воды, воздуха, питательных веществ. Большинство растений отрицательно реагируют как на излишне рыхлое, так и на избыточно плотное сложение почвы и проявляют свой адаптивный потенциал наиболее полно при оптимальной для данной культуры плотности. Разным почвам и культурам соответствует своя оптимальная плотность, при которой создаются наилучшие условия для роста и формирования урожая. Для растений сплошного сева на дерново-подзолистой почве с легкосуглинистым составом они составляют 1,20-1,30 г/см^3, тяжелосуглинистым – 1,10-1,25 г/см^3, песчаным и супесчаным – 1,35-1,40 г/см^3, что соответствует 55-60% общей порозности [1-6].

Эффективная оценка агрофизического состояния осушаемых почв требует проведения регулярных комплексных исследований по изучению тесно связанных с ним почвенных генетических и динамических свойств. Так переуплотнение почв не только ухудшает их свойства, но и оказывает негативное влияние на водный режим всего агроландшафта. Вследствие снижения фильтрационной способности почв активизируется поверхностный сток влаги, уменьшается грунтовый сток. В результате на повышенных элементах рельефа усиливается эрозия и дефицит влаги из-за недостаточного промачивания почвы, а в понижениях развивается переувлажнение и заболачивание.

В 2014-2017 гг. проводился специальный опыт для установления роли физического фактора в формировании эффективного плодородия почвы, обоснования критериев и параметров оценки физических условий плодородия, изучения приемов оптимизации и снижения негативных последствий от переуплотнения почвы.

В годы исследований в полевом мелкоделяночном опыте были смоделированы динамические ряды с исходной объемной массой, отражающие рыхлое, оптимальное и переуплотненное состояние почвы на посевах яровой пшеницы на фоне применения $N_{90}P_{90}K_{90}$. По фону весновспашки весной использовали уплотнение колесами трактора в 1 и 2 следа. Опыт

заложен на осушаемой закрытым дренажом легкосуглинистой почве (междренное расстояние 20 м, глубина заложения дрен 0,9-1,2 м) в четырехкратной повторности.

Погодные условия в годы исследований различались. По Г.Т. Селянинову 2012 год – избыточно влажный (ГТК за вегетационный период 2,34), 2013 и 2014 гг. – засушливые (ГТК 0,96 и 0,98), 2015, 2016, 2017 – влажные (ГТК 1,52, 1,40, 1,79).

В различных погодных условиях (засушливом и влажных) при закладке опыта удалось сформировать ряды с одинаковой интенсивностью уплотнения почвы: в 2014 и 2015 гг. среднем за вегетацию – 1,32, в 2014 и 2016 – 1,38, в 2014 и 2017 гг. – 1,44 г/см^3 (табл. 1). Результаты анализов и наблюдений изменения показателей водно-воздушного, питательного режимов, фотосинтетической деятельности посевов в среднем за вегетацию, урожайности яровой пшеницы при одинаковой плотности почвы в различных погодных условиях представлены в таблице 1.

При одинаковой плотности почвы наибольшие различия по влажности пахотного слоя почвы и порозности аэрации наблюдались между засушливым 2014 г. и наиболее влажными годами 2015 и 2017. В засушливый год с увеличением плотности влажность пахотного слоя почвы увеличивалась, но оставалась ниже оптимальных значений в пределах от 47,8 до 54,4% НВ. В 2016 г. значения этих показателей близкие с 2014 г., хотя по ГТК он относится к разряду влажных.

Таблица 1 – Почвенные условия и урожайность яровой пшеницы при одинаковой плотности почвы в различных погодных условиях

Показатели	2014 г. засушливый	2015 г. влажный	2014 г. засушливый	2016 г. влажный	2014 г. засушливый	2017 г. влажный
Плотность почвы, г/см^3	1,32		1,38		1,44	
Общая пористость, %	49,2		46,9		44,6	
Наименьшая влагоемкость, % от объема	29,8		29,1		27,8	
Наименьшая влагоемкость, % от массы почвы	22,6		21,1		19,3	
Пористость аэрации, %	34,9	29,7	32,4	30,1	29,3	17,5
Влажность почвы, % от НВ	47,8	65,5	50,2	57,4	54,4	97,9
Содержание нитратного и аммиачного азота, мг/кг почвы	2,63	1,35	4,11	10,00	4,86	20,70
Площадь листьев, тыс. м^2/га	20,0	24,6	18,2	50,0	15,2	31,2
Фотосинтетический потенциал, млн. м^2/га дн.	1,08	1,11	0,91	2,08	0,78	2,29
Количество продуктивных стеблей, шт./м^2	452	610	376	360	396	679
Число зерен в колосе, шт.	33,0	29,1	34,8	27,1	35,0	24,9
Масса 1000 зерен, г	28,0	33,7	29,6	32,5	29,2	26,7
Биологический урожай, т/га	4,18	5,98	3,87	3,17	4,05	4,51
Сноповой урожай, т/га	2,81	5,23	2,96	2,91	3,14	4,03

Наблюдение за питательным режимом, в частности суммарным содержанием в пахотном слое почве нитратного и аммиачного азота, показало, что при более высокой плотности 1,38 и 1,44 г/см^3 в 2016 и 2017 гг. оно значительно превышало 2014 г. в 2,4 и 4,3 раза, на последнем в среднем за вегетацию было на уровне очень низкого, в 2016 и 2017 гг. – на уровнях низкого и среднего. При меньшей плотности 1,32 г/см^3 в оба года 2014 и 2015 оно находилось на уровне очень низкого, хотя почти в 2 раза было выше в засушливый год. В засушливый год с увеличением плотности оно повышалось с 2,63 мг/кг при 1,32 г/см^3 до 4,86 при 1,44 г/см^3, но во всех случаях было на уровне очень низкого.

Величины площади листьев, фотосинтетического потенциала во все влажные годы при одинаковой плотности почвы превышали засушливый, соответственно показателям и ряду лет на 23, 175, 105 и 3, 129, 194%.

Среди влажных лет биологический и сноповой урожаи выше сформировались при плотности почвы 1,32 г/см^3 в условиях 2015 года соответственно 5,98 и 5,23 т/га за счет большего количества продуктивных стеблей и массы 1000 зерен.

В засушливый год с увеличением плотности число зерен в колосе, масса 1000 зерен и сноповой урожай ($НСР_{05}$ 0,1 т/га) повышались, а количество продуктивных стеблей уменьшалось.

Таким образом, в результате проведенных исследований было выявлено влияние погодных условий на состояние водно-воздушного режима и формирование урожая яровой пшеницы при одинаковой плотности пахотного слоя почвы на осушаемых землях.

Литература

1. Кузнецова И. В**.** Об оптимальной плотности почвы //Почвоведение, 1990. № 5. - С. 40-42.
2. Медведев В.В. В. Изменчивость оптимальной плотности сложения почв и ее причины // Почвоведение, 1990. № 5. - С.20.
3. Митрофанов Ю.И. Плотность и водно-воздушный режим осушаемых почв // Мелиорация и водное хозяйство, 2012, № 2. - С.16-19.
4. Пупонин А.И.Обработка почвы в интенсивном земледелии Нечерноземной зоны. - М.: Колос, 1984. - С. 184.
5. Ревут И.Б. Плотность и плодородие почвы //Сб. Теоретические вопросы обработки почвы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1968.
6. Румянцев В.И., Митрофанов Ю.И., Салихов Р.А.Уплотнение дерново-подзолистых легкосуглинистых почв и урожай //Земледелие, 1984. № 9. - С. 51-52.

УДК 622.331

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕШИВАНИЙ И ВСТРЯХИВАНИЙ НА ИЗВЛЕЧЕНИЕ РАСТВОРИМЫХ ГУМАТОВ НАТРИЯ ИЗ ПОЧВЫ

Кузьмин Е.А., к.т.н., **Кузьмин А.Е.**
ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия

Проблемы плодородия и эффективности использования почв тесно связаны с определением основных агрохимических показателей почв, среди которых качественные и количественные характеристики гумуса являются основными. С момента появления методики изучения состава гумуса по Н.В. Тюрину в 30-е годы двадцатого века эта методика служила до настоящего времени объектом постоянного совершенствования. Известному упрощению и уточнению она подверглась в 50-е годы и носит название – модификация В.В. Пономарёвой и Т.А. Плотниковой [1].

С нашей точки зрения её ещё можно упростить и уменьшить трудоёмкость анализа [2]. В частности, было предложено исключить операции выдержки и последующей фильтрации почвенного раствора через образец почвы, лежащий на фильтровальной бумаге, для получения препарата для анализа на содержание углерода – встряхиванием, перемешиванием и отстоем смеси почвы с раствором едкого натрия. Т.к. физическое воздействие на почвенный образец в растворе служило дополнительным фактором контакта и деструкции почвенных частиц и выходу сорбированных почвенными порами гуматов в анализируемый объём. Количество встряхиваний и перемешивании изучали на примере почв двух видов: дерново-подзолистой глеевой и глееватой с содержанием углерода 2,68% и 2,19%. Определяли количество гуматов натрия, извлекаемых из почвы путём обработки её 0,1н NaOH по Тюрину в модификации Пономаревой-Плотниковой. 10 г почвы помещали в колбы ёмк. 250 мл, куда приливалось 200 мл. 0,1н NaOH. Почва хорошо перемешивалась и оставлялась до следующего дня (24 час.) На следующий день в колбы добавляли по 50 мл насыщенного раствора Na_2SO_4 для коагуляции илистых фракций, потом почвенную массу переносят на фильтровальную бумагу, лежащую в воронке, и фильтруют через неё оставшийся раствор. В конце фильтрации отбирают пробу, выпаривают и в ней по Тюрину определяют содержание углерода в 0,1 NaOH вытяжке.

Параллельно получали пробы для анализа вытяжек по упрощённому способу. В колбы помещали по 10 г почвы, доливали 200 мл. 0,1н NaOH. Далее она перемешивалась и встряхивалась в течение 1 часа: сначала – 1 перемешивание лопаточкой 2 мин. и встряхивание 58 мин.; другой образец - перемешивание и встряхивание по 28 мин. третий образец – 3 перемешивание и встряхивание по 18 мин.; четвёртый – 4 встряхивания по 13 мин. и перемешивание по 2 мин.; в конце – 5 встряхиваний по 10 мин. и 5 пере-

мешиваний по 2 мин. Потом отстой 2 часа, отбор проб пипеткой по 1 мл, выпаривание проб для анализа на углерод по Тюрину.

Таблица 1. Определение углерода 0,1н NaOH вытяжки в %
(среднее арифм. 10 проб)

Кол-во перемешиваний и встряхиваний	1	2	3	4	5
Глеевая почва	0,28	0,30	0,35	0,38	0,42
Глееватая почва	0,25	0,27	0,30	0,33	0,33

По существующей методике с фильтрацией через бумагу получаем данные 0,40 (глеевая почва) и 0,32 (глееватая почва), различие 5% и 3%, т.е. результаты практически совпадают. Изучалось и влияние мутности на результаты. После перемешивания и встряхивания контакт почвенных частиц и раствора NaOH будет максимальный, ибо дополнительный опыт по 2 час. встряхиванию и перемешиванию дал результат: для глеевой почвы – 0,42%, глееватой – 0,32% углерода. Весь возможный углерод прореагировал с NaOH и перешёл в раствор. Наличие глинистых частиц в почве приводит к тому, что при взбалтывании и перемешивании жидкости образуется суспензия, которая оседает через 1-3 сут. Образцы жидкости после встряхивания и перемешивания выдерживали 1-2 часа, однако раствор частично остается мутным, определенная по ГОСТу 3351-74 мутность была 16 мг/л (глеевая почва) – для глееватой – 18 мг/л. При анализе растворов на содержание углерода образцы, полученные фильтрацией через бумагу, дали результаты, соответственно 8 и 10 мг/л. Глинистые частицы по химическому составу не содержат углерода и поэтому не увеличивает его величину при анализе на углерод по Тюрину. Эти частицы, находясь в контакте с NaOH, участвуют в растворении и десорбции и имеющихся в них гуматов и переходе их в раствор во время встряхивания.

Технический результат по упрощённому способу проявляется в быстром, простом, удобном и точном выделении наибольшего количества растворимого гумата калия из образца почвы. Быстром: вместо 1-2 суток – выделение 2 часа; простом: вместо фильтрации через бумажные фильтры – перемешивание 5 раз, встряхивание в течение 1 часа колбы на аппарате, например laboratory ska kez type 358S; удобном: нужно только отобрать пробу пипеткой, исключив манипуляции с переносом почвы на бумажный фильтр, смытия её с этой бумаги, потери почвы; точным – исключаются потери жидкости на испарение, намачивания фильтровальной бумаги, потери почвы при переносе с лепестков фильтровальной бумаги в колбу.

Этот способ может быть рекомендован для анализа почвенного гумуса в любой агрохимической лаборатории.

Литература

1. В.В. Пономарева, Т.А. Плотникова. Гумус и почвообразование, Ленинград, «Наука», 1980.
2. Пат. 2659939 RU, C2. Способ выделения водорастворимых фракций гумуса, в частности фракции бурых гуминовых кислот, из образца почвы/Кузьмин Е.А., Кузьмин А.Е., Рабинович Г.Ю., патентообладатель ФГБНУ ВНИИМЗ: заяв. 31.05.2016: опубл. 4.05.2018, Бюл. №19-2с.

РАЗДЕЛ IV. Проблемы экологизации земледелия

УДК 631.95:628.381.1

ВЛИЯНИЕ ОСАДКА ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД, ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ, УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ И ЕЕ МАКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ

Касатиков В.А., д.с.-х.н., профессор, **Анисимова Т.Ю.,** к.с.-х.н.
ВНИИОУ – филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ» г. Владимир, Россия

Осадки сточных вод и бытовые органические отходы являются одним из основных отходов производственной деятельности человека. Ежегодная масса производимых ОСВ при влажности 75% составляет 12,8 млн. тонн. Утилизация осадков сточных вод является решаемой проблемой. Использование осадка городских сточных вод (ОСВ) на удобрение в исходном состоянии или же в составе компоста – один из приемов его утилизации [1-2].

Существует ряд других направлений использования осадков сточных вод, в том числе для производства органических удобрений на их основе, способствующее решению вышеуказанной экологической проблемы.

ОСВ и удобрения на их основе благодаря высокому содержанию органического вещества улучшают плодородие почвы и его агрофизические свойства и повышают урожай сельскохозяйственных культур. Внесение ОСВ и компостов на их основе в почву проявляется во влиянии на агрохимические свойства почв, увеличении запасов органического вещества, усилении нитрификации в пахотном слое, возрастании биологической активности почвы, увеличении количества целлюлозоразлагающих бактерий и уменьшении доли плесневых грибов. Особенно отчетливо почвоулучшающие свойства данных органических удобрений проявляются на песчаных, супесчаных и малоплодородных деградированных почвах [3-5].

Целью настоящего исследования являлось изучение последействия осадка городских сточных вод, известкования и торфогуминового удобрения на агробиологические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы, урожайность озимой ржи и ее макроэлементный состав.

Исследования проводились в многолетнем мелкоделяночном опыте, на опытном поле ВНИИОУ. Почва участков дерново-подзолистая супесчаная, развитая на флювиогляционной супеси, подстилаемой моренным суглинком. Площадь делянки мелкоделяночного опыта 3 м^2. Культура – озимая рожь сорта «Память Кондратенко».

В течение вегетации озимой ржи содержание минерального азота в пахотном слое почвы (0-20 см) по последействию возрастающих доз ОСВ

превышало контроль в среднем на 108-149% в зависимости от доз ОСВ и уровня известкования. При этом если содержание аммиачного и нитратного азота, углерод микробной биомассы находились в пропорциональной зависимости от доз ОСВ, то целлюлозолитическая активность находилась в обратной зависимости от доз ОСВ и доломитовой муки (табл. 1).

Таблица 1. Влияние длительного применения различных доз ОСВ в сочетании с известкованием на динамику содержания подвижных форм азота, микробной биомассы и целлюлозолитическую активность дерново-подзолистой супесчаной почвы (слой 0-20 см).

Вариант	Содержание N-NH4, мг/кг		Содержание $N\text{-}NO_3$, мг/кг		N мин. в среднем за вегетационный период		Углерод микробиомассы		Целлюлозолитическая активность	
	фаза колошения	фаза полной спелости	фаза колошения	фаза полной спелости	мг/кг	% к контролю	Смб, мг/кг	% к контролю	%	% к контролю
Контроль, б/у	0,85	1,41	0,0	0,6	0,95	-	375	-	44,7	-
ОСВ 180* т/га + дол. м. 3 т/га	0,91	1,88	0,0	0.8	1,19	125	395	105	56,8	127
ОСВ 1440 т/га + дол. м. 3 т/га	0,93	2,14	0,0	1,2	1,42	149	565	150	37,3	83
ОСВ 180 т/га + дол. м. 6 т/га	0,89	1,84	0,0	0,55	1,09	115	388	103	54,8	122
ОСВ 1440 т/га + дол. м. 6 т/га	0,96	2,03	0,0	0,9	1,29	136	559	149	41,7	93
ОСВ 180 т/га + дол. м. 9 т/га	0,90	1,76	0,0	0.,45	1,03	108	444	118	48,4	108
ОСВ 1440 т/га + дол. м. 9 т/га	0,97	1,90	0,0	1,25	1,37	144	582	155	33,0	74

* В этой и последующей таблицах дозы ОСВ – суммарные за годы исследований.

Анализ изменения агрохимических свойств пахотного слоя почвы по последействию ранее внесенных ОСВ и действию ОСВ внесенного в 2015г., выявил снижение обменной кислотности почвы, особенно заметное в вариантах с максимальными дозами ОСВ и доломитовой муки (табл. 2). При этом сохраняется обратная зависимость $H_{гидр.}$ от уровня известкования почвы. По последействию ОСВ в текущем году сохранилась пропорциональная зависимость суммы поглощенных оснований от доз ОСВ и уровня известкования почвы. Их значения выросли с 7,28 до 8,42 мг.-экв./100 г почвы. Данная зависимость обусловлена фактором разложения под влиянием почвенного биоценоза основной массы внесенного ОСВ и как следствие разрушением органоминеральных комплексов в составе ОСВ с высвобождением катионов Ca^{+2} и Mg^{+2}, а также фактором известкования. При этом емкость катионного обмена ППК находилась в пропорциональной зависимости от доз ОСВ и не зависела от уровня известкования почвы.

Таблица 2. Влияние длительного применения различных доз ОСВ в сочетании с известкованием на агрохимическую характеристику дерново-подзолистой супесчаной почвы, слой 0-20 см.

Вариант	pH_{KCL}	$H_г$	S (Ca+Mg)	ЕКО	P_2O_5	K_2O	Гумус, %
		мг.-экв./100 г			мг/кг		
Контроль, без удобрений	6,50	0,54	7,28	7,82	490	33	1,51
ОСВ 180т/га + дол. м. 3 т/га	6,7	0,49	7,77	8,26	860	36	1,69
ОСВ 360 т/га + дол. м. 3 т/га	6,70	0,48	8,00	8,48	1100	38	1,82
ОСВ 720 т/га + дол. м. 3 т/га	6,7	0,46	8,18	8,64	1300	40	2,24
ОСВ1440 т/га + дол. м. 3 т/га	6,67	0,45	8,30	8,75	2020	43	2,78
ОСВ 180 т/га + дол. м. 6 т/га	6,77	0,44	8,12	8,56	670	36	1,71
ОСВ 360 т/га + дол. м. 6 т/га	6,82	0,43	8,24	8,67	1170	38	1,83
ОСВ 720 т/га + дол. м. 6 т/га	6,82	0,43	8,25	8,68	1560	43	2,18
ОСВ1440 т/га + дол. м. 6 т/га	6,75	0,43	8,30	8,73	2280	46	2,97
ОСВ 180 т/га + дол. м. 9 т/га	6,83	0,43	8,25	8,68	780	30	1,76
ОСВ 360 т/га + дол. м. 9 т/га	6,86	0,42	8,33	8,75	990	38	1,89
ОСВ 720 т/га + дол. м. 9 т/га	6,84	0,42	8,37	8,79	1600	40	2,23
ОСВ1440 т/га + дол. м. 9 т/га	6,83	0,41	8,42	8,83	2230	43	2,92

Как известно, по содержанию фосфора ОСВ существенно превосходят традиционные виды органических удобрений. По этой причине в условиях интенсивного применения ОСВ происходят выраженные изменения фосфатного режима почвы. По действию ОСВ с высоким содержанием P_2O_5 (5,22 %) наблюдался рост значений этого элемента в слое 0-20 см пропорционально дозам ОСВ в 1,7-4,1; 1,4-4,6 и 1,6-4,5 раза согласно уровням известкования (таблица 2). Действие ОСВ в 2016г. на фоне длительного его последействия выявило значительное повышение уровня $P_2O_{5подв.}$ в вариантах с дозами ОСВ 360-1440 т/га за счет высокого содержания $P_2O_{5подв.}$ во внесенном ОСВ , равное 5,1%.

По сравнению с фосфором содержание $K_2O_{обм.}$ в почве изменялось менее интенсивно из-за более низкой концентрации элемента в ОСВ (0,72 %) и колебалось в пределах 36-46 мг/кг.

Внесение в почву стабилизированного органического вещества в составе ОСВ способствовало сохранению высокого уровня гумусированности почвы, как по действию, так и по последействию ОСВ. Данная зависимость не связана с уровнем известкования почвы. Согласно данным, приведенным в таблице 3, содержание гумуса в слое почвы 0-20 см, находи-

лось в прямой зависимости от величины суммарной дозы ОСВ, возрастая с 1,51 в контроле до 1,69-2,78 % (дол. м. 3 т/га), 1,71-2,97 (дол. м. 6 т/га и 1,76-2,92 (дол. м. 9 т/га). Более высокое содержание гумуса в вариантах с уровнями известкования 6 и 9 т/га обусловлено пониженной миграционной активностью органического вещества.

Оптимизация гумусового состояния, физических, агрохимических и биологических свойств пахотного слоя почвы в результате длительного применения ОСВ способствовала повышению урожайности озимой ржи по их последействию. При этом прибавки урожайности зерна озимой ржи возрастали в прямой зависимости от суммарных доз ОСВ на 10-13 %;20-24; 29-37 и 42-51 %. Достоверно значимые прибавки получены на всех фонах известкования, достигая максимума при уровнях известкования 3-6 т/га (таблица 3).

Таблица 3. Влияние длительного применения различных доз ОСВ в сочетании с известкованием на урожай озимой ржи, ц/га, 2016г.

Вариант опыта	Урожай, ц/га	Прибавка к контролю		Масса 1000 зерен, г	Отклонение от контроля	
		ц/га	%		ц/га	%
Контроль (б/у)	26,7	-	-	23,8	-	-
ОСВ 180т/га + дол. м. 3 т/га	30,0	3,3	12,3	26,7	2,9	12,1
ОСВ 360 т/га + дол. м. 3 т/га	32,8	6,1	22,8	27,2	3,4	14,3
ОСВ 720 т/га + дол. м. 3 т/га	36,6	9,9	37,1	28,1	4,3	18,1
ОСВ1440 т/га + дол. м. 3 т/га	39,8	13,1	49,0	29,3	5,5	23,1
ОСВ 180 т/га + дол. м. 6 т/га	30,2	3,5	13,1	25,5	1,7	7,1
ОСВ 360 т/га + дол. м. 6 т/га	33,0	6,3	23,6	26,5	2,7	11,3
ОСВ 720 т/га + дол. м. 6 т/га	35,9	9,2	34,4	28,3	4,5	18,9
ОСВ1440 т/га + дол. м. 6 т/га	40,4	13,7	51,3	30,0	6,2	26,0
ОСВ 180 т/га + дол. м. 9 т/га	29,3	2,6	9,7	24,7	0,9	3,8
ОСВ 360 т/га + дол. м. 9 т/га	32,0	5,3	19,8	26,0	2,2	9,2
ОСВ 720 т/га + дол. м. 9 т/га	34,5	7,8	29,2	26,8	3,0	12,6
ОСВ1440 т/га + дол. м. 9 т/га	38,0	11,3	42,3	27,6	3,8	16,0
$НСР_{05}$	1,67					
Р, %	1,75					

Выявленная зависимость является систематической и проявляется на всех культурах звена севооборота: ячмень - люпин (зел. масса) - озимая рожь.

Содержание азота в зерне озимой ржи повысилось с 1,58 % на контроле до 1,61-1,91 % на удобренных вариантах (таблица 4). При этом максимальный уровень азота в зерне озимой ржи получен при дозе известкования 6 т/га. Данная зависимость сохраняется и в соломе. В то же время действие ОСВ на фоне длительного его последействия и в сочетании с известкованием не способствует ожидаемому повышению содержания фос-

фора. Следует полагать наличие в данном случае эффекта ростового разбавления, который однако не распространяется на концентрацию калия в зерне и соломе озимой ржи.

Следует отметить, что по всем рассмотренным макроэлементам максимальный уровень их содержания в биомассе озимой ржи выявлен при систематическом внесении ОСВ по фону известкования с дозой 3 т/га доломитовой муки. Данная зависимость обусловлена снижением доступности макроэлементов при более высоких дозах известкования.

Вынос макроэлементов озимой ржи зависит от их содержания в биомассе зерна и соломы и их урожайностью, достигая максимальных значений в варианте по ОСВ 1440 т/га по фону доломитовой муки в дозе 3 т/га.

Таблица 4. Влияние длительного применения различных доз ОСВ в сочетании с известкованием на химический состав зерна и соломы озимой ржи

Вариант опыта	Содержание, %						Вынос элементов, кг		
	в зерне			в соломе					
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Контроль	1,58	0,94	0,52	0,48	0,34	0,57	55	35	41
ОСВ 180т/га+дол.м. 3 т/га	1,61	0.94	0,53	0,56	0,32	0,55	71	36	43
ОСВ360 т/га+дол.м.3 т/га	1,67	0,94	0,54	0,58	0,34	0,56	64	38	37
ОСВ720 т/га+дол.м. 3 т/га	1,68	0,95	0,55	0,59	0,38	0,64	80	47	46
ОСВ1440т/га+дол.м.3 т/га	1,73	0,95	0,57	0,49	0,35	0,66	95	50	53
ОСВ 180т/га+дол.м. 6 т/га	1,70	0,82	0,55	0,52	0,34	0,60	64	36	38
ОСВ360 т/га+дол.м.6 т/га	1,78	0,91	0,55	0,42	0,34	0,60	79	42	39
ОСВ720 т/га+дол.м. 6 т/га	1,82	0,92	0,56	0,41	0,38	0,75	70	45	51
ОСВ1440т/га+дол.м.6 т/га	1,91	0,91	0,56	0,41	0,34	0,86	81	47	61
ОСВ 180т/га+дол.м. 9 т/га	1,73	0,94	0,53	0,41	0,30	0,52	61	37	33
ОСВ360 т/га+дол.м.9 т/га	1,76	0,94	0,55	0,40	0,36	0,62	79	41	42
ОСВ720 т/га+дол.м. 9 т/га	1,78	0,93	0,57	0,41	0,35	0,63	68	40	43
ОСВ1440т/га+дол.м.9 т/га	1.80	0,94	0,57	0,41	0,36	0,71	79	48	54

Таким образом, использование нетрадиционных источников питания растений в виде ОСВ оказывает заметное положительное влияние на плодородие дерново-подзолистых супесчаных почв. Выявлено достоверное положительное последействие повышенных доз ОСВ и различных уровней известкования на ее урожайность и макроэлементный состав зерна и соломы озимой ржи.

Литература

1. Анциферова Е.Ю. Эколого-агрохимическая оценка осадков сточных вод, используемых в качестве удобрения. Автореф. канд. биол. наук.-М.:МГУ, 2003.-23 с.
2. Анализ опыта почвенного пути утилизации осадков сточных вод /Сюняев Н. К., Тютюнькова М. В., Слипец А. А. и др., М.: ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2008. - 108с.
3. Касатиков В.А., Черников В.А., Раскатов В.А. и др. Агроэкологические и технологические аспекты использования осадков городских сточных вод в качестве удобрения //Материалы международного симпозиума «Экологические и технологические

вопросы производства и использования органических и органоминеральных удобрений на основе осадков городских сточных вод и твердых бытовых отходов». Владимир, 2004. С. 29-39.
4. Касатиков В. А., Раскатов В. А., Шабардина Н.П. Влияние микробиологических деструкторов лигнинсодержащих отходов на агроэкологические свойства компоста на основе осадка сточных вод и опилок. Доклады МСХА вып. 283.-2010.- С.806-811.
5. В.А. Касатиков, Н.П. Шабардина, В.А. Раскатов. Последействие систематического применения осадка городских сточных вод по фонам известкования на агробиологические и экологические свойства дерново-подзолистой почвы. Плодородие – 2017, – №1, – С. 43-45.

УДК 631.6

ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ САНАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННОГО ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ОПОДЗОЛЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ

Черникова О.В.[1], к.б.н., **Мажайский Ю.А.[2],** д.с.-х.н., профессор
[1]Академия ФСИН России, г.Рязань, РФ
[2]Мещерский филиал Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, г.Рязань, РФ

В настоящее время стало очевидным фактом то, что все непредвиденные отрицательные последствия антропогенной деятельности человека существенно влияют на биологический режим окружающей природной среды. Всё это связано с отсутствием понимания целостности природы. Как следствие, земледелие должно быть направлено на сокращение выхода химических веществ из биологического круговорота. Попавшие в почву металлы фиксируются гумусосодержащими горизонтами. Между тем сама почва, являясь природным телом, при загрязнении становится вторичным источником загрязнения приземного воздуха, природных вод и растениеводческой продукции [1, 3].

Одним из наиболее доступных факторов для регулирования жизнедеятельности растений является рациональная система удобрений. Питание растений, с учётом их биологических особенностей можно, регулировать по периодам роста, по фазам развития, а в севообороте – по последействию удобрительных средств [4].

Важнейшими особенностями оподзоленного чернозёма являются более высокое содержание гумуса (4,4 – 5,0 %), биогенная аккумуляция в гумусовом профиле элементов питания (N, P, S и биомикроэлементы) [2].

Чернозём обладает высокой ёмкостью поглощения. Обладая заметным наличием потенциальной кислотности ($H_г$ = 2,1 – 5,0 мг-экв/100г), оподзоленные чернозёмы требуют улучшения степени насыщенности почвенного поглощающего комплекса (ППК) за счёт проведения известкова-

ния. Применяемые в лизиметрическом опыте дозы $CaCO_3$ были рассчитаны по двойной гидролитической кислотности. Исследования показали, что под влиянием карбонатов извести улучшились физико-химические свойства оподзоленного чернозёма, тем самым повысились его экологические функции [5].

В многолетнем лизиметрическом опыте моделирование повышенного комплексного уровня загрязнения почвы растворами солей тяжёлых металлов было выполнено в 2006 году. Общее их содержание в почве составило: Cu – 90 мг/кг; Zn – 110; Pb – 40; Cd – 0,6 мг/кг. Для этого использовались химически чистые соли: $Zn(CH_3COO)_2 \times 2H_2O$; $CuSO_4 \times 5H_2O$; $Pb(CH_3COO)_2$; $CdSO_4$. При загрязнениях учитывалось начальное содержание валовых форм тяжёлых металлов в почвах.

В разработке системы удобрений на тяжёлосуглинистом чернозёме принята норма навоза 100 т/га, которая использовалась под пропашную культуру: кормовую свёклу сорта «Эккендорфская жёлтая». Нормы минеральных удобрений применялись на основе рекомендаций для Рязанской области в зависимости от культуры и степени обеспеченности подвижными питательными элементами.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием свёклы (табл. 1) показали, что на варианте контроль (загрязнённая почва) биометрические показатели (высота листьев и их количество) были минимальные. Внесённые удобрительные средства по-разному оказывали влияние на данные биометрические показатели. Органика и минеральные удобрения + Н100 практически одинаково усилили рост и облиственность свёклы. Минеральные удобрения с разной степенью периодичности фосфора в начале развития имели высоту растения значительно меньше, даже чем на контроле. Постепенно, а в конце вегетации, этот показатель приблизился к вариантам, где применялась органическая и органоминеральная система применения удобрений.

Таблица 1. Влияние систем удобрений на фенологические показатели

Варианты	Высота растений, см			Количество листьев, шт/раст	
	25.06	19.07	30.08	25.06	19.07
Б/у	17,2 ± 2,7	32,0 ± 1,3	36,3 ± 1,5	6,8 ± 0,8	12,5
Н100	20,2 ± 3,2	37,6 ± 2,4	45,0 ± 0,4	7,1 ± 0,3	14,5 ± 0,5
Н100 Р60N90K120	20,8 ± 0,9	41,4 ± 1,4	46,1 ± 3,4	7,7 ±0,6	15,4 ± 0,9
Р120N90K120	15,0 ± 0,9	32,9 ± 1,2	44,4 ± 0,1	8,2 ± 0,4	13,9 ± 0,6
Р240N90K120	15,7 ± 0,5	34,9 ± 0,6	46,5 ± 1,9	6,8 ± 0,6	16,5 ± 1,5
Р480N90K120	15,4 ± 0,5	38,3 ± 2,0	45,2 ± 0,4	7,1 ± 0,3	15,0 ± 0,5

Интенсивность транспирации в условиях засушливого года имела неустойчивый характер. Органические + минеральные удобрения в конце вегетации не изменяли транспирацию, а одни минеральные удобрения увеличивали её, но наметилась тенденция снижения испаряемости влаги от увеличения доз фосфатов (табл. 2).

Таблица 2. Влияние агрохимической мелиорации
на интенсивность транспирации

Транспирация, г/м^3	Варианты опыта					
	Б/у	Н100	Н100 Р60 N90K120	Р120 N90K120	Р240 N90K120	Р480 N90K120
19.07	33,7 ± 2,3	26,4 ± 4,9	34,5± 4,6	49,6 ± 3,0	29,3 ± 6,6	38,7 ± 4,3
30.08	21,7 ± 0,8	22,5 ± 3,4	20,2 ± 0,7	26,2 ± 0,7	24,3 ± 1,9	23,2 ± 3,7

Урожай корнеплодов под влиянием различных систем удобрений вырос на 40-382 ц/га (14-130 %) табл. 3. Наиболее благоприятные условия для формирования урожайности были созданы на варианте, где с применением известняковой муки (часть внесена под предшественник и вторая часть непосредственно под свёклу) также внесена органика и ежегодная норма минеральных удобрений. В данном случае прибавка урожая корнеплодов составила 382 ц/га (130%). Минеральные удобрения, внесённые на фоне извести и без органики, значительно меньше смогли снизить токсическое действие повышенной степени загрязнения оподзоленного чернозёма, при этом прибавки урожая составили только 40-159 ц/га (14-54%).

Таблица 3. Влияние агрохимических приёмов санации загрязнённого тяжёлыми металлами оподзоленного чернозёма
на урожайность кормовой свеклы

Варианты	Урожай основной продукции, ц/га					
	кормовая свёкла			Кормовые единицы		
				свёкла	Всего	
	среднее по варианту	изменение			ц/га	%
		ц/га	%			
Б/у	293	-	-	35,2	50,9	-
Н100	573	280	96	68,8	100,9	50,0
Н100 Р60 N90K120	675	382	130	81,0	117,9	67,0
Р120 N90K120	375	83	28	45,0	69,2	18,3
Р240 N90K120	333	40	14	40,0	70,8	19,9
Р480 N90K120	452	159	54	54,2	80,7	29,8

Таким образом, результаты опытов показали, что максимальный выход продукции наблюдался на варианте, где в качестве детоксиканта применяли органо-минеральную систему удобрений на известкованном фоне.

Изучаемые приемы агрохимической мелиорации усиливают экологические функции почвы за счёт оптимизации питания биологически необходимыми элементами, как следствие, продуктивность кормовой свеклы резко повышается.

Литература

1.Бурлакова Л.М., Антонова О.И., Деев Н.Г., Морковкин Г.Г. и др. Экотоксиканты в системе «почвы-растения-животные» (на примере отдельных зон Алтайского края): Монография. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2001. – 236 с.

2.Кузнецов А.В. Контроль техногенного загрязнения почв и растений // Агрохимический вестник. Химия в сельском хозяйстве. – 1997. - № 5. – с. 7-9.

3.Нгуен Суан Хай. Мелиорация и восстановление плодородия деградированных почв: Автореф. дисс . д.с.х.н. М., 2003.

4.Тяжелые металлы в системе почва-растение-удобрение / Под общ. ред. М.М. Овчаренко. – М.: 1997. – 289 с.

5.Черникова, О.В. Экологическое обоснование комплексных приемов реабилитации черноземов, загрязненных тяжелыми металлами (на примере Рязанской области): автореф. дис. …канд. биол. наук/О.В. Черникова; РГАУ -МСХА. -Москва, 2010. – 24 с.

УДК 631.445.124;633.2.031

ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЗАЦИИ КОРМОПРОИЗВОДСТВА НА ОСТАТОЧНО-ОГЛЕЕННОМ ДЕГРОТОРФОЗЕМЕ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ТАЙГИ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Шельменкина Х.Х., к.с.-х.н., старший научный сотрудник
ФГБУ «Кировская лугоболотная опытная станция»,
п.Юбилейный Оричевского района Кировской области, Россия

В результате интенсивной хозяйственной антропогенной деятельности выработанные торфяники – территории, остающиеся после окончания добычи торфа, быстро превращаются в обычные минеральные почвы, сходные по внешним признакам с дерново-подзолистыми.

Восстановление ухудшенных из-за неправильного использования выработанных торфяников процесс сложный и многоэтапный, так как они отличаются крайне низким содержанием органического вещества, поэтому система удобрений на этих объектах должна предусматривать максимальное использование органических удобрений и развитие лугопастбищного хозяйства, используя бобовые травы, способствующее приостановке деградации почв. Одним из самых дешевых и эффективных источников азота является потенциальная симбиотическая активность бобовых культур, максимальное использование которых позволяет существенно сократить потребление минерального азота, уменьшить загрязнение растениеводческой продукции и окружающей среды в связи с попаданием химических элементов в грунтовые воды и водоприемники [1, 2].

Использование сеяных бобово-злаковых агрофитоценозов позволяет решать проблему кормового белка в зоне развитого животноводства и обеспечивать высокую окупаемость антропогенных затрат [3].

Исследования проводились на торфомассиве «Гадовское» в Кировской лугоболотной опытной станции, расположенной в Волго-Вятском регионе РФ.

Низинный выработанный торфяник находился в культуре более 40 лет и характеризовался практически полной сработкой торфа, глубина остаточного слоя составляла 0-10 см и относился к категории почв – остаточно-оглеенный дегроторфозем. Оставшийся торф по ботаническому составу – травянисто-древесный, степень разложения – 60-70%, зольность – 94,9%, плотность – 0,85 г/см^3; $pH_{сол.}$ – 4,9; содержание общего азота – 0,12%; P_2O_5 – 18,6 мг; K_2O – 4,2 мг на 100 г почвы.

В 1999-2009 годах проводилось изучение влияния различных систем удобрения на продуктивность, ботанический состав, качество сена клеверо-злакового и лядвенце-злакового травостоев, плодородие почвы (схема в таблице 1, 2). В состав бобово-злаковых травосмесей включены клевер луговой Дымковский и лядвенец рогатый Солнышко (соответственно), злаки – тимофеевка луговая, овсяница луговая.

Использование травостоев в опыте – двуукосное, на сено. Фосфорные удобрения (суперфосфат и фосфоритная мука) вносили весной в один прием, азотное и калийное (NH_4NO_3 и KCl) равными частями под каждый укос. Подстилочный навоз крупного рогатого скота вносили под залужение при закладке опыта и в качестве подкормки 20 т/га ежегодно поверхностно осенью. Все учеты и наблюдения проводили по методикам, утвержденным для исследований в кормопроизводстве и луговодстве. Агрохимический состав почвы определяли по следующим методикам: содержание гумуса и углерода по И.В. Тюрину, pH солевой вытяжки – потенциометрически, гидролитическая кислотность по Каппену-Гильковицу, общий азот по Къельдалю, подвижные формы фосфора и калия по А.Т. Кирсанову**.**

Продуктивное долголетие бобово-злаковых травостоев значительно уступает злаковым. Поэтому одной из задач технологии использования травостоев являлось максимально удлинить срок их использования без перезалужения с целью рационального использования остаточного слоя торфа остаточно-оглеенного дегроторфозема и энергоресурсов на перезалужение, что достигалось с помощью подсева бобовых трав.

Клеверо-злаковые агрофитоценозы при применении комбинированных и органических систем удобрения обеспечивали высокую урожайность 67,1-72,8 ц/га СВ благодаря подсеву клевера лугового (табл. 1).

Ботанический состав агрофитоценозов зависел в значительной степени от возраста травостоев и срока подсева трав. Клеверо-злаковые агрофитоценозы на второй год жизни при использовании комбинированных и органических систем удобрения отличались высоким содержанием клевера лугового, к четвертому – переформировывались в злаковые, поэтому на шестом году жизни в травостои произведен подсев клевера. Клевера лугового сохранялось в травостоях больше при внесении фосфоритной муки и весенних поверхностных подкормках навозом. На одиннадцатый год жизни в клеверозлаковые агрофитоценозы внедрились несеяные злаки и разнотравье, они переформировались в злаково-разнотравные.

В клеверо-злаковых травостоях содержание сырого протеина (в среднем за 11 лет) соответствовало требованиям 2 и 3 класса качества сена при обеих системах удобрения из-за невысокого содержания бобового компонента.

Агроэнергетический коэффициент при использовании комбинированных систем удобрения клеверо-злаковых агрофитоценозов составил 3,8-4,1, при органических был значительно ниже (1,3-1,5). Бобово-злаковые травостои отличались большей рентабельностью производства сена, чем злаковые, на 14-48 % в зависимости от системы удобрения.

Таблица 1. Урожайность, ботанический состав, качества корма и агроэнергетическая эффективность сеяных клеверо-злаковых травостоев, в среднем за 11 лет

Основное удобрение, под запашку	Подкормка ежегодно, поверхностно	Урожайность		Ботанический состав, % СВ			Качество корма, % СВ		АК
				сеяные травы		несеяные злаки и разнотравье			
		ц/га, СВ	ОЭ, ГДж	клевер луговой	злаки		СП	$СК_Л$	
Навоз 40 т/га	$Р_{90}К_{120}$	52,5	49,3	4	30	66	10,7	31,2	3,8
Навоз 40 т/га	$Р_{90}К_{120}$ (фосф. мука)	49,5	46,9	1	28	59	10,0	27,8	4,1
–«–	$Р_{60}К_{90}$	50,3	47,5	1	25	63	10,0	28,2	4,0
–«–	Навоз 20 т/га (осенью)	54,6	52,7	1	19	62	11,4	26,4	1,3
Навоз 20 т/га	–«–	55,8	53,9	-	16	81	12,0	28,2	1,4
Навоз 40 т/га	Навоз 20 т/га (весной)	57,5	56,0	1	23	67	10,3	27,7	1,5

Лядвенце-злаковые травостои при аналогичных комбинированных и органических системах удобрения обеспечивали получение 49,2-51,6 ц/га СВ благодаря подсеву лядвенца рогатого (в среднем за 11 лет исследований, табл.2).

В составе бобово-злаковых травостоев на пятый год жизни лядвенец сохранился лучше при внесении минерального удобрения $Р_{60\text{-}90}К_{90\text{-}120}$ (на фоне навоза 20,40 т/га под запашку) и лучше отзывался на внесение фосфоритной муки, на шестой год произведен его подсев. Долевое участие лядвенца в агрофитоценозах было более высоким и длительным, чем клевера. Поверхностное внесение навоза не способствовало сохранению лядвенца рогатого в составе травостоев. К одиннадцатому году лядвенце-злаковые агрофитоценозы переформировались в злаково-разнотравные.

Сено лядвенце-злаковых травостоев по содержанию сырого протеина при обеих системах удобрения соответствовало 2 классу качества, по количеству сырой клетчатки 1 классу качества.

Лядвенце-злаковые травостои отличались более высокой агроэнергетической эффективностью, чем клеверо-злаковые, АК составил 4,9-5,5 – при комбинированных системах удобрения и 1,7-1,8 – при органических, рентабельность производства сена превышала злаковые сенокосы на 16-21%.

Таблица 2. Урожайность, ботанический состав, качество корма и агроэнергетическая эффективность лядвенце-злаковых травостоев, в среднем за 11 лет

Основное удобрение, под запашку	Подкормка ежегодно, поверхностно	Урожайность		Ботанический состав, % СВ			Качество корма, % СВ		АК
		ц/га, СВ	ОЭ, ГДж	сеяные травы		несеяные злаки и разнотравье	СП	$СК_Л$	
				лядвенец рогатый	злаки				
Навоз 40 т/га	$Р_{90}К_{120}$	50,3	47,4	10	19	69	11,6	29,2	4,9
–«–	$Р_{90}К_{120}$ (фосф.мука)	49,9	46,9	26	22	52	12,1	28,9	5,5
–«–	$Р_{60}К_{90}$	49,2	46,2	17	20	63	11,3	27,5	5,1
–«–	Навоз 20 т/га (осенью)	50,6	48,3	7	25	68	11,4	28,4	1,7
Навоз 20 т/га	–«–	51,6	49,7	3	34	63	11,5	28,4	1,8

На обоих типах травостоев последействие навоза было отмечено в течение первых двух лет исследований, в последующие годы урожай трав формировался благодаря внесению минерального удобрения. Поверхностное внесение навоза весной являлось предпочтительнее осеннего, это связано, вероятно, с тем, что весной потери питательных элементов из навоза в атмосферу и с талыми водами минимальны и луговые травы лучше ими обеспечены.

На клеверо-злаковых агрофитоценозах при использовании комбинированных систем удобрения, предусматривающих внесение навоза под запашку и ежегодные поверхностные подкормки минеральными туками, произошло значительное увеличение гидролитической кислотности (в 1,5 раза), в связи с этим снижение суммы обменных оснований и степени насыщенности основаниями из-за внесения физиологически кислых удобрений. Положительным моментом явилось снижение кислотности почвенного раствора (pH-5,9). Под влиянием минеральной подкормки $Р_{90}К_{120}$ и органического удобрения содержание подвижного фосфора увеличилось на 7,4 мг на 100 г почвы, обменного калия в 4,2 раза, общего азота на 0,03 %. Количество общего углерода возросло значительно (на 2,4 %), вероятно, в связи с усилением дерновообразовательного процесса.

Таблица 3. Влияние систем удобрения многолетних луговых травостоев на агрохимические свойства остаточно-оглеенного дегроторфозема , слой 0-20 см, 2009 год

Основное удобрение, под запашку	Подкормка, поверхностно	pH сол.	Зольность	N общ.	C	V	H	S	P_2O_5	K_2O
			%				мг-экв на 100 г почвы		мг на 100 г	
Исходное состояние, 1999 г.		4,9	93,1	0,12	3,1	81	2,92	12,2	18,6	4,2
Клеверо-злаковый травостой: клевер луговой, тимофеевка луговая, овсяница луговая										
Комбинированная		5,9	91,9	0,15	5,5	64	5,75	10,2	26,0	17,7
Навоз 40 т/га	$P_{90}K_{120}$									
Органическая		5,7	93,1	0,17	4,7	70	4,20	9,8	22,8	22,9
Навоз 40 т/га	Навоз 20т/га, осенью									
Лядвенце-злаковый травостой: лядвенец рогатый, тимофеевка луговая, овсяница луговая										
Комбинированная		5,9	94,1	0,15	4,4	72	4,20	10,8	25,0	33,8
Навоз 40 т/га	$P_{90}K_{120}$									
Органическая		5,9	89,6	0,22	7,7	72	4,90	12,3	22,0	23,6
Навоз 40 т/га	Навоз 20т/га, осенью									

Состав ППК на клеверо-злаковых сенокосах при применении органических систем удобрения, сочетающих внесение навоза под запашку и ежегодно поверхностно 20 т/га осенью, отличался более благоприятными агрохимическими показателями, чем при комбинированных, благодаря меньшему увеличению гидролитической кислотности. Питательный режим выработанного торфяника под влиянием органических удобрений также значительно улучшился: количество подвижного возросло 4,2 мг на 100 г почвы, калия в 5,5 раза, общего азота на 0,05 %. Содержание общего углерода в почве выработанного торфяника увеличилось на 1,6 % из-за меньшего количества в почве растительных остатков.

При использовании лядвенце-злаковых травостоев по комбинированным и органическим системам удобрения произошло значительное снижение кислотности почвенного раствора (до 5,9). Степень насыщенности основаниями при обеих системах удобрения отличалась высокими показателями (72%). Изменения в составе ППК связаны с увеличением гидролитической кислотности (до 4,90 мг-экв на 100 г почвы) и суммы обменных основании (12,3 мг-экв на 100 г почвы), более значительным при органической системе удобрения.

Внесение минерального и органического удобрений на лядвенце-злаковых сенокосах способствовало увеличению в почве подвижного фосфора (на 6,4 мг/100 г) и обменного калия (в 8 раз), причем более значительное при комбинированной системе удобрения. При органической системе – на 4,6 мг/100 г и в 5,6 раз (соответственно). В выработанном торфянике происходило накопление общего азота (до 0,15-0,22 %) и увеличилось содержание общего углерода (4,4-7,7 %) при обеих системах удобрения благо-

даря симбиотической деятельности бобовых трав, разложению растительных остатков и внесению навоза. Большее содержание общего азота и углерода отмечено при органической системе удобрения.

Длительное продуктивное использование травостоев при уменьшении в их составе бобового компонента до 20% и ниже возможно без перезалужения при внесении азотного удобрения или проведении подсева бобовых трав. Такой приём позволяет сохранить остаточный слой торфа, сократить затраты на создание нового травостоя [4, 5].

В остаточно-оглеенном дегроторфоземе под влиянием бобово-злаковых травостоев с использованием комбинированных и органических систем удобрения происходили существенные изменения агрохимических свойств, способствующие повышению плодородия почвы: снижение кислотности почвы, накопление запасов общего азота и углерода, подвижного фосфора и обменного калия.

В технологии освоения и использования выработанных торфяников возделывание многолетних бобово-злаковых укосных травостоев способствовало увеличению продуктивности этих почв при минимальных дозах минерального и органического удобрений и высоком качестве кормовой массы.

Литература

1. Косолапов В.М., Зотов А.А., Уланов А.Н. Кормопроизводство на торфяных почвах России.- М.: «Вятка», 2009.- 858 с.
2. Вертоградская И.А., Глубоковских А.Л. Влияние сельскохозяйственного использования на продуктивность и плодородие торфяно-болотных почв //Луга на болотах: науч. тр. Кировской лугоболотной опытной станции.- Киров: Миньон ВМП «Авитек», 1993.- С. 14-20.
3. Зотов А.А., Кульбаев М.К. Оценка технологий создания сеяных травостоев на торфяниках //Кормопроизводство. 1998. № 12. С. 8-12.
4. Журавлева Е.Л. Укосное использование клеверо-злаковых травостоев на выработанном низинном торфянике / На торфяных почва: научные труды Кировской лугоболотной опытной станции. Киров, 1993. Часть 1. С. 52-55.
5. Уланов А.Н. Приемы повышения продуктивности укосных травостоев на выработанных торфяниках // Кормопроизводство. 2005..№10. С.10-12.

УДК 631.6

ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСОБЕННОСТЕЙ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

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

Создание в процессе мелиорации крупных земельных массивов путем объединения мелких участков не снимают полностью проблемы поч-

венно-гидрологической пестроты гумидных агроландшафтов. Объективная оценка ресурсного потенциала осушаемых земель позволяет определить наиболее эффективное направление их использования, степень пригодности для выращивания тех или иных культур. Основным критерием оценки является продуктивность возделываемых культур.

Заметное влияние на продуктивность полевых культур после осушения, особенно в многоводные годы, продолжает оказывать неоднородность осушаемых территорий по водному режиму. В таблице 1 приведена сравнительная оценка дерново-подзолистых легко- и среднесуглинистых осушаемых почв при их использовании под сельскохозяйственные культуры, которая учитывает как степень их увлажнения, так и мелиоративное состояние. Баллы установлены под различные культуры для избыточно увлажненных в разной степени слабоглееватых, глееватых и глеевых почв в неосушенном и осушенном состоянии, а также для автоморфных почв. 100 баллами оценена лучшая по плодородию почва для каждой из культур [6].

Таблица 1 – Сравнительная оценка дерново-подзолистых суглинистых почв разной степени увлажнения при использовании их под сельскохозяйственные культуры

Степень увлажнения	Ср.балл для пахотных земель	В том числе под культуры									
		озимая рожь	озимая пшеница	ячмень, яровая пшеница	овес	горох, вика, пелюшка	картофель	лен	рапс	мн. бобовые травы	мн. злаковые травы
Автоморфные	74	71	75	74	71	70	100	100	75	74	70
Временно избыточно увлажненные слабоглееватые											
осушенные	73	71	75	74	71	69	96	100	75	74	70
неосушенные	70	64	67	73	71	68	77	81	64	64	77
Продолжительно переувлажненные глееватые											
осушенные	69	64	67	74	73	72	63	70	64	64	74
неосушенные	40	33	36	43	45	42	31	32	23	23	65
Постоянно переувлажненные глеевые											
осушенные	65	60	63	69	71	69	57	65	57	58	72
неосушенные	24	21	22	23	25	24	18	17	16	16	48

Результаты оценки показывают, что почвы, отличающиеся непродолжительным периодом переувлажнения (временно избыточно увлажненные, слабоглееватые) могут использоваться для возделывания всех полевых культур, хотя снижение урожайности озимых зерновых культур на них может достигать 10% и более. Яровые зерновые культуры практически не

снижают урожайности на этих почвах, а многолетние травы даже увеличивают. Средняя оценка дерново-подзолистых временно избыточно увлажненных почв составляет 70 баллов, что на 4 балла, или 5% ниже, чем автоморфных, которые оценены в 74 балла. Осушенные разновидности временно избыточно увлажненных почв оцениваются на уровне автоморфных (средний балл 73), хотя по некоторым культурам их оценка не совпадает. Для регулирования водно-воздушного режима временно избыточно увлажненных почв предпочтительно применять агромелиоративные приемы.

Почвы, имеющие более продолжительное переувлажнение (глееватые) снижают урожайность сельскохозяйственных культур на 40-50%. Средняя оценка этих почв для пахотных земель составляет 40 баллов. Однако сельскохозяйственные культуры по-разному реагируют на изменение степени увлажнения почв, поэтому и оценка их значительно различается (от 23 баллов для рапса до 65 для многолетних злаковых трав).

На почвах, имеющих постоянное переувлажнение (глеевых), сельскохозяйственные культуры снижают урожайность на 60-70%, а иногда и полностью погибают. Поэтому в пашне они практически не используются (0,9%). Средняя их оценка составляет только 24 балла, а под отдельные культуры (картофель, лен, рапс, бобовые травы) менее 20 баллов, что делает их непригодными для возделывания этих культур. В целом глеевые почвы так же, как и глееватые, не могут эффективно использоваться без регулирования водно-воздушного режима. Осушенные разновидности этих почв в основном пригодны для возделывания тех же культур, что и автоморфные, хотя предпочтение необходимо отдавать многолетним травам и ограничивать возделывание озимых культур. Производительная способность их несколько ниже, чем автоморфных. Осушенные глееватые почвы в среднем оцениваются в 69 баллов, глеевые – в 65.

Изучение влияния степени гидроморфизма на продуктивность сельскохозяйственных культур, проведенных на трех участках: нормального увлажнения с автоморфными почвами, периодически переувлажняемом с глееватыми почвами и осушаемом закрытым дренажем с глеевыми, глееватыми и слабооглеенными почвами выявило, что наиболее высокая урожайность основных полевых культур, за исключением многолетних трав, получена на участке с автоморфными почвами: ячменя на 18% выше по сравнению с осушенными глееватыми почвами, на 56% на переувлажняемом с такими же почвами без осушения, картофеля, соответственно, выше на 19 и 34%, озимой ржи на 13 и 120%, овса на 3 и 38,9% [3].

Во влажные годы промежуточное положение осушенных земель было более заметно, в сухие различия между почвами, наоборот сглаживались. Потери урожая, связанные с размещением отдельных культур на объектах осушения, без учета их ландшафтно-мелиоративного состояния, могут быть даже более значительными, чем нарушения принципов плодосмена в чередовании культур. В опытах урожайность ячменя при ухудше-

нии почвенно-мелиоративных условий снижалась на 36%, а состава предшественников – на 20.

В то же время многолетние травы практически не реагировали на степень гидроморфизма осушаемых почв. При размещении клевера лугового на глеевых почвах потери условно чистого дохода по сравнению со слабооглеенными составили всего 3,5%, зерновых – 35, картофеля - 56.

Для практической оценки реализации адаптивного подхода в использовании осушаемых земель важна объективная оценка их производственного потенциала. Нами проведена индексация осушаемых почв по их продуктивности относительно автоморфного участка, принятого за эталон по степени отрегулированности водно-воздушного режима (табл. 2) [3]. По агрохимическим параметрам и баллу бонитета автоморфная почва преимуществ перед осушаемыми не имела.

Таблица 2 – Индексы урожайности сельскохозяйственных культур для различных почвенно-мелиоративных условий (*относительно автоморфной почвы*)

Культура	Осушаемая почва			Неосушаемая глееватая почва
	слабооглеенная	глееватая	глеевая	
По средним данным за 9 лет				
Горохо-овсяная смесь	0,90	0,90	0,63	0,79
Озимая рожь	0,99	0,89	0,84	0,45
Ячмень	0,90	0,85	0,74	0,64
Овес (с подсевом клевера)	1,03	0,95	0,76	0,71
Картофель	0,92	0,84	0,75	0,75
Клевер	1,29	1,22	1,03	1,23
Для влажных лет				
Горохо-овсяная смесь	0,64	0,58	0,48	0,66
Озимая рожь	0,96	0,88	0,74	0,50
Ячмень	1,86	0,73	0,49	0,34
Овес (с подсевом клевера)	0,91	0,76	0,49	0,48
Картофель	1,00	0,79	0,60	0,39
Клевер	0,98	0,90	0,75	1,00

Примечание: фон – вспашка на 20-22 см

Установлена общая закономерность, чем хуже отрегулирован водно-воздушного режим корнеобитаемого слоя, тем ниже индекс продуктивности пашни. Почвы в зависимости от различных почвенно-мелиоративных условий по степени отрегулированности водного режима располагаются в следующем порядке нарастания вероятности переувлажнения: автоморфные, осушаемые слабооглеенные и глееватые, неосушаемые глееватые. По всем полевым культурам, кроме клевера, индексы продуктивности осушаемых почв были выше, чем переувлажненного аналога, но ниже, чем эталонной автоморфной почвы. В группе осушаемых почв наиболее низкие

индексы продуктивности соответствуют глеевым почвам, более высокие – слабооглеенным. Глееватые занимают промежуточное положение между ними. Данная индексация позволяет определить средневзвешенную продуктивность агроландшафта в целом, дать оценку вариантам его использования. Нужно отметить, что земледелие на осушаемых почвах в большей степени зависит от погодных условий, чем на автоморфных.

Урожайность ранних яровых культур, в частности ячменя, в наших опытах наиболее зависела от гидрологических условий мая, уровня гидроморфизма почв и их мелиоративного состояния. В сухие и средние по увлажнению годы урожайность ячменя изменялась менее значительно, чем во влажные. С нарастанием избытка влаги в мае различие в урожайности становилось существенным. Наиболее низкие урожаи ячменя получены на неосушенных глееватых, осушенных глеевых и глееватых почвах. На неосушенных переувлажненных почвах снижение урожайности ячменя отмечено при ГТК в мае около 1,0; на глеевых – при 1,3-1,5; на глееватых, слабооглеенных и автоморфных при ГТК более 2,0-2,5 [4].

В работах ученых Ивановской сельскохозяйственной академии также отмечено негативное воздействие гидроморфизма почв на продуктивность ячменя (снижение урожайности на 20-40%), и наоборот, положительное влияние на повышение продуктивности овса в условиях жесткого гидроморфизма зандровых и моренных ландшафтов [2, 5].

В современных условиях ведения сельского хозяйства на осушаемых землях все большее значение приобретает проблема рационального природопользования. Система эксплуатации осушаемых агроландшафтов эффективна только при оптимальном использовании почвенно-климатических ресурсов и учете особенностей возделываемых культур. Особенно важно на осушаемых землях учитывать показатели, характеризующие водный режим почвы, так как он является ведущим фактором их дифференциации при сельскохозяйственном использовании. К таким относится оптимальная влажность корнеобитаемого слоя почвы, при которой достигается максимальная интенсивность роста растений. Диапазон оптимальной влажности зависит от структурного состояния почв, их гранулометрического состава. Например, нижний оптимальный предел влажности почвы для озимой и яровой пшениц, кукурузы, картофеля, зернобобовых культур составляет на тяжелых, средних и легких почвах соответственно 75, 70 и 60% ППВ, для овощных культур – 80, 75 и 70%, для многолетних трав – 75, 70 и 60% [1].

Не менее важным показателем является уровень грунтовых вод. Уровень грунтовых вод, при котором растения начинают угнетаться и погибать, называется критическим. Данные оптимальной глубины залегания слабоминерализованных грунтовых вод для различных растений представлены в таблице 3 [1].

При переувлажнении почв нарушается воздушный режим, накапливаются токсичные продукты анаэробиозиса.

Таблица 3 – Оптимальная глубина залегания грунтовых вод для различных растений

Растение	Глубина залегания воды, см	Растение	Глубина залегания воды, см
Пшеница	90-110	Кострец безостый	70
Ячмень	90-110	Люцерна	70
Овес	80	Райграс пастбищный	80-100
Лен	80-100	Овсяница луговая	80-100
Кукуруза	100-120	Мятлик обыкновенный	80-100
Картофель	100-120	Клевер луговой	80-100
Рожь	80-120	Люпин	100-120
Горох	70-80		

Необходимо учитывать, что устойчивость различных растений к переувлажнению или затоплению весьма неодинакова:

неустойчивые – люцерна, ячмень, клевер ползучий, донник белый, овес, картофель; слабоустойчивые – кострец, овсяница луговая, ежа сборная, рожь, райграс многолетний, тимофеевка, лядвенец рогатый, лядвенец узколистый, пшеница; устойчивые – канареечник тростниковидный, овсяница высокая, лядвенец большой.

Длительность выживания растений в условиях затопления сильно зависит от температуры воды. Если в весенний период допустимая продолжительность затопления различных видов многолетних трав колеблется в пределах 5-25 суток (для некоторых видов больше), то в летний период она не должна быть более 20-26 часов. Для зерновых культур летнее затопление не должно превышать 5-12 часов, для овощных – 5-7.

При использовании осушаемых земель необходимо также учитывать требования культур к агрофизическим свойствам почвы. Полевые культуры проявляют различное отношение к плотности почвы. Для большинства культур сплошного сева эти значения находятся в пределах 1,1-1,3 г/см^3, для пропашных – в пределах 1,0-1,2 г/см^3, что соответствует 55-60% общей порозности. Некоторые культуры, например люцерна, люпин, хорошо развиваются при более высоких значениях плотности пахотного слоя. Проникновение корней большинства растений в уплотненные горизонты с объемной массой 1,4-1,6 г/см^3 затруднено, их развитие угнетается, при более высоких значениях плотности рост корневой системы невозможен.

По степени соответствия почвенным условиям культуры располагаются в следующем порядке:

средне- и легкосуглинистые почвы – озимая рожь, пшеница, овес, гречиха, ячмень, кормовой люпин, горох, подсолнечник, картофель, кормовые корнеплоды, люцерна, клевер;

тяжелосуглинистые и глинистые оструктуренные почвы – озимая и яровая пшеница, ячмень, озимая рожь, лен, сахарная свекла, подсолнечник, вика, клевер;

песчаные и супесчаные почвы – озимая рожь, картофель, морковь, люпин, сераделла, люцерна;

торфяно-болотные почвы – озимая рожь, ячмень, овес, однолетние бобово-злаковые смеси и многолетние травы.

Учитывая отношение сельскохозяйственных культур к почвенно-гидрологическим условиям переувлажненных земель, в НЗ осушаемые земли, в первую очередь, рекомендуется использовать под кормовые и зерновые культуры. Особенно большими потенциальными возможностями на осушенных землях обладают многолетние травы, более рационально использующие особенности мелиорированных земель и основное средство повышения урожайности – удобрения. На минеральных почвах предпочтение отдается бобовым и бобово-злаковым травосмесям. Для 1-2-х летнего использования многолетних трав в полевых севооборотах целесообразно использовать клевер луговой в чистом виде или в смеси с одним из рыхлокустовых злаков (тимофеевка луговая, овсяница луговая). Для 3-4-х летнего использования многолетних трав в кормовых и почвозащитных севооборотах больше подходят люцерна синяя и кострец безостый. Для постоянного залужения сильно эродированных земель на склонах более 5^0 следует отдавать предпочтение многолетним бобовым травам, у которых хорошо развито вегетативное размножение: клевер ползучий, люцерна желтая, козлятник. Из злаковых видов для этих целей больше подходят корневищные или корневищно-рыхлокустовые травы: кострец безостый, канареечник, мятлик луговой, овсяница красная, лисохвост и др.

При подборе зерновых культур для осушенных земель особенно важно учитывать степень их дренированности. Если на хорошо дренированных почвах все они могут обеспечивать хорошие сборы зерна, то на землях с недостаточной интенсивностью осушения, озимая рожь и овес при урегулированном поверхностном стоке превосходят по урожайности ячмень и яровую пшеницу. На избыточно увлажненных землях, когда осушительная сеть не успевает вовремя отвести поверхностные воды из-за тяжелых почвогрунтов, проектируются севообороты без озимых культур. Озимая пшеница менее устойчива к перезимовке, чем озимая рожь. Озимая и яровая пшеница более других зерновых требовательны к почве и условиям питания.

Ячмень отличается скороспелостью и пластичностью к условиям возделывания, имеет малоразвитую корневую систему с меньшей поглотительной способностью, чем у других зерновых.

Овес обладает высокой адаптивной способностью. Корневая система хорошо развита, имеет высокую усвояющую способность. Из всех зерновых культур он менее требователен к условиям произрастания, но требователен к влаге.

Картофель характеризуется высокой экологической пластичностью, дает высокие урожаи на самых разнообразных почвах, но предпочтитель-

нее для него легкие по механическому составу почвы.

Лен-долгунец требователен к плодородию почвы и ее влажности, имеет слаборазвитую корневую систему, плохо усваивающую питательные вещества в труднодоступной форме.

Таким образом, дифференцированное использование осушаемых земель, осуществляемое с учетом их агроэкологического состояния и степени дренируемости, следует считать важным фактором повышения их эффективности.

Литература

1. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. – М.: Колос, 1996. С.46-54.
2. Лукьянов С.Н. и др. Формирование агроценозов яровых зерновых культур в условиях дерново-подзолистых почв Ивановской области. //Вестник РГАЗУ. – М.: РГАЗУ, 2004. – С.25-27.
3. Митрофанов Ю.И. Адаптивные севообороты и технологии на осушаемых землях Нечерноземной зоны. Монография. – Тверь: «Агросфера». 2009. – С.23-25, 102, 109-112.
4. Митрофанов Ю.И. Проблемы ландшафтного подхода к использованию осушаемых земель и пути их решения /Ландшафтный подход в мелиорации и вопросы землеустройства. – М., 1994. – С. 150-162.
5. Надёжина Н.В., Лукьянов С.Н. Влияние ландшафтных условий на эффективность возделывания зерновых и зернобобовых культур. /Актуальные проблемы и перспективы развития АПК: Материалы Международной научно-практической конференции. – Иваново: ИГСХА, 2005. – С.57-59.
6. Шибут Л.И. Дерново-подзолистые заболоченные почвы Беларуси и их качественная оценка/Повышение эффективности мелиорации сельскохозяйственных земель: Доклады международной научно-практической конференции. – Минск, 2005. – С. 449-451.

УДК 502.56/.568

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Троицкий В.М., магистрант

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им.А.К.Кортунова (НИМИ Донской ГАУ), г.Новочеркасск, Россия

В настоящее время, в связи с антропогенной деятельностью в сельском хозяйстве при нерациональном использовании почв наблюдается широкомасштабная деградация агроландшафтов. Интенсивность несбалансированного использования сельскохозяйственных угодий определяет не только уровень обеспечения населения продуктами питания, но также экологическое состояние среды обитания человека. Нарушение экологических законов при использовании земель приводит к деградации почвенного покрова. Стоит отметить, что деградация с/х угодий обуславливается не только антропогенной деятельностью, но и природными факторами. Вод-

ная эрозия, дефляция, заболачивание, уплотнение почв, загрязнение тяжелыми металлами –это и многое другое приводит к падению плодородия почв, к загрязнению водной и воздушной среды, к снижению урожайности сельскохозяйственных культур к ухудшению качества с/х продукции [1,2].

Общая площадь деградированных земель составляет 120-130 млн. га. Согласно данным государственного учета, общая площадь оврагов составила 2,4 млн. га, 26,2 млн. га пашни расположено на смытых почвах, 2,1 млн. га подвержено совместному воздействию водной и ветровой эрозии, 7,9 млн. га дефлировано. Увеличиваются площади эродированных черноземов. За последние 15-20 лет они возрастали в среднем на 250-300 тыс. га/год. Общая площадь засоленных земель составляет 38,4 млн. га, в том числе 25,6 млн. га почв солонцовых комплексов.

По степени нарушенных земель почвенного покрова в сельском хозяйстве можно выделить стадии деградации. Под стадией деградации земель понимается характеристика состояния, отражающая ухудшение качества их состава и свойств.

Стадии деградации почв характеризуется (в баллах) следующими уровнями:

0 – не деградированные почвы, продуктивность которых соответствует естественному плодородию (отклонения в неблагоприятную сторону до 5%);

1 – слабо деградированные почвы, возможное снижение продуктивности которых не превышает 25%;

2 – средне деградированные почвы с падением продуктивности на 25-50%;

3 – сильно деградированные почвы, снижение продуктивности которых составляет 50-75%;

4 – очень сильно деградированные почвы, снижение продуктивности которых достигает 75% и более [3].

Рассмотрев более детально деградацию агроценозов, можно сделать вывод о том, что решение одной из масштабных проблем экологизации земледелия, а именно повышение экологической устойчивости агроландшафтов для создания благоприятных условий, для сохранения и улучшения потенциала сельскохозяйственных угодий является актуальным и стратегически важным вопросом.

Изучая вопрос об экологической устойчивости земель в сельском хозяйстве, для предотвращения развития деградации нужно решить следующие задачи: анализ современного состояние агроландшафтов, оценка состояния агроландшафтов, разработка методики мониторинга. Мониторинг позволит проводить своевременный для конкретного агроценоза комплекс мероприятий, для предубеждения ухудшения состояния данного объекта, а так же с целью повышения его продуктивности и экологической устойчивости.

В настоящее время увеличение площади деградированных земель приводит к общему уменьшению объема сельскохозяйственной продукции и сокращению экологической устойчивости агроценоза в целом, что влечет за собой снижение природно-ресурсного потенциала сельскохозяйственных земель. Выполненный анализ по существующим исследованиям и литературному обзору позволил установить, что основные тенденции ухудшения экологической обстановки будут сохраняться, если не принять соответствующих мер по их предотвращению.

Литература

1. Кузина И.М. Современные тенденции развития и сдвиги в географии аграрного сектора мира. // Вопросы экономической и политической географии зарубежного мира. - Вып. 16. – М.: мзд-во МГУ, 2008
2. Краткий географический словарь. – М.: изд-во «EdwART», 2008
3. Информационный бюллетень «GREENPEACE» №43, 2008

РАЗДЕЛ V. Торфяные почвы и их эффективное использование

УДК:631.4

НЕКОТОРЫЕ АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОРФОЗЕМОВ ЯХРОМСКОЙ ДОЛИНЫ

Шеин Е.В.[1,3], д.б.н, профессор, **Позднякова А.Д.** [2] **,** к.б.н, с.н.с.,
Сорокина Н.В.[1]**,** аспирант, **Калнин Т.Г.**[1]**,** аспирант
[1] *Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, г.Москва, Россия*
[2] *ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г.Тверь, Россия*
[3] *Почвенный институт имени В.В.Докучаева, г. Москва, Россия*

Гидрология и определяющие её физические свойства торфоземов на современном этапе изучены классическими методами [1,2]. Однако, для детального количественного исследования гидрологии торфоземов, применения физически обоснованных расчетных моделей, предсказания гидрологических и экологических рисков (вероятности засухи, переувлажнения, загрязнения агрохимиками и др.) необходимы послойные, в пределах почвенного профиля, количественные исследования физических свойств, определяющих препроцессор такого рода прогнозных моделей, прежде всего основной гидрофизической характеристики (ОГХ) – зависимости влажности торфозема от матричного давления почвенной влаги [3,4].

При этом особое внимание стоит уделить плотности, зольности, степени разложения и ботаническому составу торфяных почв. Влияние этих факторов на положение кривой ОГХ в настоящее время изучено в недостаточной степени для применения этих характеристик в прогнозных гидрологических математических моделях.

Цель: исследовать и обобщить основные физические и гидрофизические свойства и характеристики органогенных почв (на примере мелиорированных торфяных почв (*Drainic Histosols*) опытных участков бывшей Центральной торфо-болотной опытной станции (ЦТБОС), ныне территории ФГБНУ ВНИИМЗ).

Задачами являлись:

(1) использовать в качестве объектов образцы низинных торфоземов, развитых и подстилаемых различными по ботаническому составу субстратами;

(2) определить ОГХ образцов торфоземов в капилляриметрической области при различной плотности почв;

(3) определить зольность, степень разложения торфов, как факторов, определяющих водоудерживание.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования был выбран низинный торф долины (поймы) р. Яхромы в пределах опытных участков Дмитровского отдела ДО ФГБНУ ВНИИМЗ (Московская об-

ласть). Для исследования были выбраны торфоземы, отличающиеся по ботаническому составу, зольности, степени разложения и некоторым другим свойствам, в том числе и торфоземы, не вовлеченные в сельскохозяйственную деятельность [5,6].

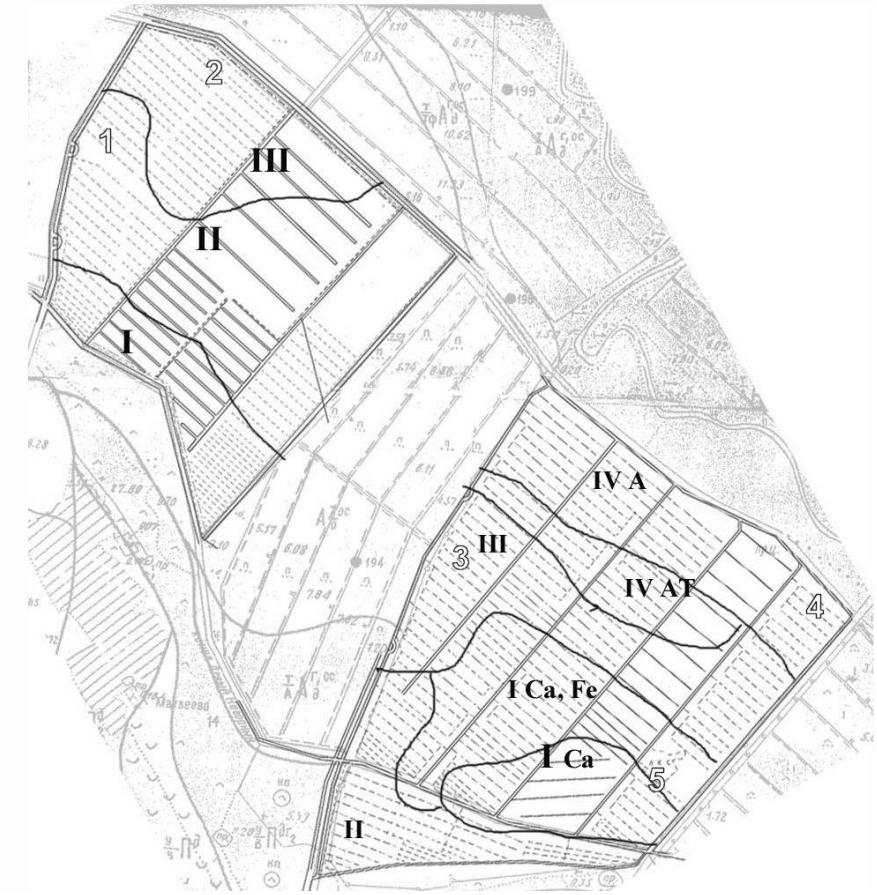


Рисунок ─ Места отбора бразцов на почвенной карте стационаров.

Торфоземы: I, ICa, IFe – развитые на разнотравно гипновом и осково-гипновом торфе, в некоторых случаях с обогащением карбонатами и карбонатно-железистыми отложениями; II – развитые на древесном торфе, подстилаемые залежью травяного, осокового торфа; III – развитые на мощной древесной торфяной залежи; IVA, IVAT – агроминеральные

Использовались современные методы исследования. ОГХ определялась методом капилляриметров в зондовом варианте, плотность почвы рассчитывалась как соотношение массы абсолютно сухой почвы к объему цилиндра, занятого почвой (г/см3), влажность определяли термостатно-весовым методом; зольность (%) типовым методом: просеянную через сито с диаметром отверстий 1 мм навеску почвы помещали в предварительно доведенный до постоянной массы фарфоровый тигель, степень разложения (%) определяли в торфоземе естественной влажности [2].

Результаты и обсуждение.

Значения степени разложения лежат в промежутке от 61 до 87,3%. Наименьшая из указанных величин соответствует торфоземам под есте-

ственной растительностью, а наибольшая - торфоземам древесного ботанического состава (табл.).

Таблица. Некоторые свойства изученных объектов исследования

Торфоземы	Глубина (см)	Зольность %	Степень разложения %	Плотность естественная (г/см$^{3)}$	Плотность экспериментальная (г/см$^{3)}$
Развитые на древесном торфе, подстилаемые залежью травяного, осокового торфа	5-15	24,8	81,6	0,3	0,4
	25-40	20,1	69,5	0,35	0,46
Развитые на мощной древесной торфяной залежи	5-15	24,81	83	0,32	0,49
	25-40	21,52	81,3	0,28	0,44
Развитые на древесном торфе, подстилаемые залежью травяного, осокового торфа	5-15	30,47	87,3	0,4	0,5
	25-40	27,82	85,7	0,47	0,57
Агроминеральные	5-15	23,25		0,35	0,45
	25-40	20,23	79,8	0,2	0,3
Развитые на осоково-гипновом торфе, обогащенные карбонатами	5-15	16,22	63,2	0,17	0,23
	25-40	15,99	61,0	0,12	0,22

Для исследования зависимости водоудерживания от плотности величину последней задавали искусственным уплотнением в кассете капилляриметра. Плотность в экспериментах варьировала от 0,12 г/см^3 (естественная плотность торфоземов на разнотравно-гипновом торфе) до величин искусственно созданных уплотнением, близких к 0,6 г/см^3 (табл).

Исследования ОГХ – важнейшей характеристики водоудерживания почв, показали, что вклад основных свойств торфа в его водоудерживание подчиняется следующей закономерности: плотность торфа оказывает наибольшее влияние, меньшее – его зольность, еще меньшее – степень разложения. Даже небольшие изменения плотности торфозема приводят к существенному изменению влажности при одном и том же давлении влаги. Например, уплотнение на 0,15 г/см^3 ведет к резкому смещению кривых ОГХ в область более высоких влажностей. Увеличение таких величин как зольность и степень разложения, также позволяет нам говорить об аналогичной зависимости, но менее ярко выраженной. По всей видимости, именно эти показатели будут являться основными свойствами-предикторами при получении педотрансферных функций для органогенных почв.

Таким образом, ОГХ торфов в традиционном изображении (объемная влажность-давление, pF) представляет собой зависимость, близкую к линейной в полулогарифмическом изображении, на которой, в отличие от минеральных почв, практически не выражена такая характерная точка, как давление барботирования, хотя при аппроксимации ОГХ по ван Генухтену [4] этот параметр достоверно определяется. ОГХ торфов существенно за-

висит от плотности: более плотные образцы торфа при одном и том же давлении влаги имели более высокую влажность, что говорит об увеличении водоудерживания при уплотнении торфа. Увеличение степени разложения и увеличение зольности приводит к росту водоудерживания, причем зольность в диапазоне 16-32% к более заметному увеличению влажности, чем степень разложения в изученном диапазоне (64-88%).

Среди 3-х основных характеристик торфоземов – плотности, зольности и степени разложения, наибольшее влияние оказывает изменение плотности, меньшее зольность и степень разложения.

Литература

1.Ковалев Н.Г., Поздняков А.И., Мусекаев Д.А., Позднякова Л.А. Торф, торфяные почвы, удобрения. М. РАСХН, 1998, 240 с.

2.Теории и методы физики почв / под ред. Шеина Е.В., Карпачевского Л.О. Тула: Гриф и К, 2007. 616 с.

3.Шеин Е.В., Рыжова И.М. Математическое моделирование в почвоведении. Учебник.– И.: Изд-во ИП «Маракушев» , 2016, – 400 с.

4.Šimůnek, J., van Genuchten, M. T., and Šejna, M., (2008) Development and Applications of the HYDRUS and STANMOD Software Packages and Related Codes, Vadose Zone J., 7(2), 587.

5.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.

6.Минкина Ц.И. Белякова В.Я., Старцева Н.Д. Исследование основного участка опытного хозяйства ЦТБОС. Отчет ЦТБОС, 1966 тема 4. с. 25-77.

УДК 332.3:631.445.124

ХАРАКТЕРИСТИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ С ТОРФЯНО-БОЛОТНЫМИ ПОЧВАМИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Горбачёва Е.В., канд. с.-н., доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Горки, Республика Беларусь

Природные условия на территории Беларуси способствовали развитию болотообразовательных процессов, генезису торфа и торфяных месторождений. В Республике Беларусь торфяно-болотные почвы занимают 11,3 % (901 тыс. га) сельскохозяйственных земель, из которых 4,8 % – пахотных земель. Интенсивное использование осушенных торфяно-болотных почв в сельском хозяйстве обусловлено их высоким потенциальным плодородием. Однако это приводит к их постепенной деградации и минерализации.

Распределение торфяников по территории республики неравномерно

и отражает естественноисторические условия формирования природных ландшафтов. Основная доля их приходится на Брестскую, Минскую и Гомельскую области и концентрируется в Полесской низменности. Так, в Минской области осушенных земель с торфяными почвами насчитывается 263,3 тыс. га, Брестской – 207,7, Гомельской – 206,1, Гродненской – 93,4, Могилевской – 74,7, Витебской области – 55,5 тыс. га. Самыми распространенными являются торфяно-болотные почвы низинного типа, которые составляют более 90 % всех торфяников и около 80 % сельскохозяйственных земель [4].

Процессы преобразования торфяно-болотных почв под воздействием хозяйственной деятельности человека нашли свое отражение при построении новой классификации почв Республики Беларусь.

Торфяно-болотные почвы в зависимости от антропогенной преобразованности подразделяют следующим образом. В отделе естественных классе гидроморфных почв их относят к подклассу органогенных. Это почвы с избыточным увлажнением и горизонтом торфа мощностью более 30 см. Данный подкласс включает три типа естественных торфяно-болотных почв: низинные, переходные и верховые [6].

В отделе антропогенно-естественных выделен класс антропогенно-естественных осушенных почв, который объединяет почвы, претерпевшие изменения строения морфологического профиля в результате осушительной мелиорации, но сохранившие в различной степени классификационно-генетические признаки исходных почв. Здесь торфяно-болотные почвы выделены на уровне подкласса остаточно-оглеенных органогенных почв. В подкласс включены следующие агротипы почв: агроторфяно-подзолистые остаточно оглееные, агроторфяные низинные, агроторфяные верховые, агроторфяно-минеральные верховые, аллювиальные агроиловато-торфяные, агроиловато-торфяно-минеральные.

При длительном и интенсивном влиянии человеческой деятельности образовались почвы, которые полностью утратили свои естественные классификационно-диагностические признаки. Они выделены в отдел антропогенно-преобразованных почв. В нем бывшие торфяные почвы, изменившиеся под влиянием антропогенеза, выделены на уровне трех классов: агроторфоземы (сформированные в результате мероприятий по улучшению свойств торфяных почв с использованием приемов глинкования, пескования, покровной системы земледелия, методов глубокой мелиоративной вспашки), дегроторфоземы остаточно-оглееные (сформировавшиеся в результате частичной или полной сработки торфа и припахивания подстилающей породы на месте осушенных мелкозалежных торфяников в результате интенсивного их использования в качестве пахотных земель под зернопропашными севооборотами) и дегроторфоземы порошисто-слитные (образованные при глубоком осушении торфяно-болотных почв, в результате которого происходит отрыв капиллярной каймы от основания торфя-

ной залежи, что приводит к необратимой коагуляции органических коллоидов и, как следствие, полной потере плодородия торфяных почв) [6].

Многочисленными исследованиями установлено, что осушенные торфяные почвы являются экологически неустойчивыми. Комплекс мероприятий по осушению земель с торфяными почвами, а также их интенсивное сельскохозяйственное использование приводят к существенным изменениям их водно-воздушного режима и свойств. Процессы антропогенной эволюции торфяных почв всегда проходят в одном направлении – идет превращение их в минеральные почвы. Данные процессы при сельскохозяйственном использовании таких почв остановить невозможно при любых системах использования. Замедление процессов минерализации торфяников происходит только при возделывании на них многолетних трав.

В сегодняшних условиях земли с осушенными торфяными почвами представляют собой сложные комплексы, которые сформировались в результате длительного сельскохозяйственного использования. Они включают различные почвенные разновидности: от торфяных почв с содержанием органического вещества 70-80 % до минеральных постторфяных почв с содержанием органического вещества менее 5 %. Причем ареалы распространения таких почвенных разновидностей могут распространяться не только в пределах одной сельскохозяйственной организации, но и в пределах одного поля [8].

Логично предположить, что такая пестрота почвенного покрова отрицательно сказывается как на возможности поддержания оптимального водно-воздушного режима, так и на системе земледелия в целом. В результате деградации торфяно-болотные почвы приобретают признаки зональных дерново-подзолистых почв легкого гранулометрического состава, сокращению содержания в них органического вещества и гумуса. Это приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

Согласно данным РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси в среднем за год потери органического вещества осушенных торфяных почв при возделывании пропашных культур составляют 8-10 т/га, зерновых – 5-6 т/га, многолетних трав – 2 т/га [1].

При использовании торфяно-болотных почв необходимо руководствоваться следующим принципом – получение возможно большего количества продукции при минимальном разрушении органического вещества. Характер использования земель с торфяными почвами зависит от степени переувлажнения, глубины залежи торфяного слоя, степени окультуренности и трансформированности, потребности сельскохозяйственной организации в кормах и занимаемой ими площади среди сельскохозяйственных земель хозяйства.

Рациональное использование торфяно-болотных почв подразумевает под собой рациональный набор сельскохозяйственных культур, возделывание которых интенсифицировало бы производство растениеводческой

продукции, с минимальными потерями органического вещества органогенных почв; использование оторфованных земель и мелкозалежных торфяников для залужения, а среднемощных – под травяные севообороты с залужением не менее 80 % площади; пропашные культуры в структуре посевных площадей должны быть не более 12–15 % и т.д. [3].

Ускоренное залужение, т.е. посев многолетних трав без предварительного возделывания однолетних культур, дает положительные результаты на хорошо разложившихся низинных торфяниках, где после проведения культуртехнических работ и первичной обработки почва бывает достаточно выровненной по плодородию. Интенсивное разложение органического вещества наряду с вносимыми удобрениями обеспечивает благоприятный пищевой режим многолетних трав [5].

При разработке проектов внутрихозяйственного землеустройства особое внимание необходимо уделять организационно-хозяйственным почвозащитным мерам, направленным на внедрение на осушенных торфяных почвах щадящей структуры посевных площадей. На пахотных землях формируются приемлемые по размерам и конфигурации отдельно обрабатываемые участки по возможности с однотипной в границах участка структурой почвенного покрова, в том числе по глубине залегания торфа. Сформированные земельные участки распределяются затем на группы в зависимости от характеристики почвенного покрова.

В первую группу включаются участки с преобладанием среднемощных и мощных торфяников с глубиной залежи торфа более 1 м.

Вторая группа – участки с преобладанием мелкозалежных торфяников глубиной 0,5–1,0 м.

В третью группу входят участки с преобладанием торфянисто- и торфяно-глеевых почв с торфяной залежью до 0,5 м.

Четвертую группу образовывают участки с дегроторфяными почвами, в числе которых торфяно-минеральные, подстилаемые песком с глубины от 0,3 до 0,5 м, и минеральные остаточно торфяные, подстилаемые песками с глубины 0,2–0,3 м.

Пятая группа – это участки на изначально минеральных и посторфяных минеральных связносупесчаных почвах, сменяемых рыхлыми песками с глубины 0,2–0,3 м [1].

В процессе организации рационального использования луговых земель для сенокошения основной задачей является обеспечение наибольшего сбора сена при максимальном сохранении его питательности. На сеяных лугах осушенных земель получают по два полноценных укоса. На осушенных торфяно-болотных почвах лучше возделывать травосмеси, чем отдельные виды трав. В смеси сенокосного использования включают только верховые злаки.

Состав компонентов для травосмесей зависит от почвенно-климатических условий, типа органогенной почвы, её плодородия, интенсивности

осушения, срока и способа использования, хозяйственно-экономических требований [7]. Так, например, на хорошо осушенных торфяниках одной из наиболее быстро развивающих трав является тимофеевка луговая.

Следует отметить, что при организации рационального использования луговых земель под выпас, в большинстве случаев, их создают на природных суходольных, низинных или пойменных лугах с минеральными почвами. Главная особенность луговых земель для выпаса на осушенных торфяных почвах состоит в том, что прирост травостоя происходит интенсивно и устойчиво, а также наблюдается равномерное распределение кормовой массы на протяжении всего периода выпаса. Период пользования улучшенных луговых земель под выпас на торфяных почвах более короткий, чем на минеральных. Однако улучшенные луговые земли под выпас, созданные на торфяных почвах, имеют следующие недостатки: рыхлость субстрата; выпас сельскохозяйственных животных происходит позже, чем на суходольных луговых землях; слабость дернины. Поэтому травы для пастбищных травосмесей на луговых землях под выпас следует выбирать исходя из их устойчивости к вытаптыванию, быстрому отрастанию, питательности и долголетия. Для устройства луговых земель под выпас выбирают участки низинных и переходных болот со средне и хорошо разложившейся торфяной почвой и возможностью регулирования водно-воздушного режима. Менее пригодны под выпас массивы со слаборазложившимся торфом, на которых из-за худшей их обеспеченности питательными веществами развиваются более слабые травостои. Нецелесообразно отводить под выпас торфяники с сильно разложившимся торфом: они в значительной степени вытаптываются [7].

Продуктивность и долголетие улучшенных луговых земель на осушенных торфяных почвах зависят от рационального их использования, нагрузки на луговые земли, рациональности способов выпаса сельскохозяйственных животных. Рациональное использование улучшенных луговых земель предусматривает оборудование их прогонами, водопоями и т. п. Лагеря для скота целесообразно устраивать на окраине торфяного массива с минеральной почвой. Если улучшенные луговые земли под выпас организованы на участках с открытой осушительной системой, то на них должны быть построены мосты и трубопереезды [7].

Планирование структуры посевных площадей по севооборотным массивам необходимо производить с учетом следующих показателей:

1) на осушенных торфяно-болотных почвах с глубиной залегания торфа более 1 м могут возделываться многолетние травы – до 50%, зерновые – до 40%, пропашные – до 10%;

2) мелкозалежные торфяники целесообразно использовать в основном под многолетние травы с возделыванием зерновых культур при перезалужении;

3) участки с торфянисто- и торфяно-глеевыми почвами должны ис-

пользоваться под многолетние травы длительного пользования;

4) на дегроторфяных почвах допускается возделывать все сельскохозяйственные культуры: многолетние травы – до 40 %, кукуруза на силос и на зерно – до 10 %, другие пропашные – до 10 % [1].

При подборе культур учитываются термические условия почв, холодостойкость, теплолюбивость, скороспелость, а так как на торфяных почвах сильнее, чем на других, развиваются и некоторые болезни растений, то необходимо учитывать и их болезнестойкость. Также важным вопросом является правильная система обработки почвы, система удобрений и борьбы с сорняками.

Основные направления использования торфяно-болотных почв закреплены и законодательно. Согласно Закону Республики Беларусь «О мелиорации земель» от 4.08.2008 № 184 [2] в целях предотвращения интенсивной минерализации органического вещества и проявления эрозионных процессов сельскохозяйственные земли с торфяно-глеевыми и торфянисто-глеевыми почвами с мощностью торфа менее 0,5 метра в осушенном состоянии должны использоваться под бобово-злаковые и злаковые многолетние травы длительного пользования, а сельскохозяйственные земли с торфяно-болотными почвами с мощностью торфа в осушенном состоянии более 0,5 метра – в системе почвозащитных зернотравяных севооборотов, определенных проектами мелиорации земель.

Таким образом, для предотвращения снижения плодородия торфяно-болотных почв, замедления темпов их деградации и получения максимально возможного дохода при возделывании сельскохозяйственных культур необходимо строго соблюдать агротехнические, природоохранные, гидротехнические, агромелиоративные и другие требования, разрабатывать и внедрять в жизнь государственные программы по правильному использованию таких земель, контролировать их выполнение.

Литература

1. Мороз, Г.М. Проблема сохранения осушенных торфяно-болотных почв по-прежнему актуальна / Г.М. Мороз // Земля Беларуси. – 2012. – № 2. – 10 с.
2. О мелиорации земель: Закон Респ. Беларусь, 3 июля 2008 г., № 423-З: в ред. Закона Респ. Беларусь от 15. 07. 2010 г. // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», НАц. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2018.
3. Организация угодий и севооборотов, устройство территории севооборотов на осушенных землях, 2002: Методическое пособие / Муратов Р. Ф. [и др.]; под общ. ред. В. Н. Семочкина. – Москва, 2002. –56 с.
4. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь, 2001: Практическое пособие / Кузнецов Г.И. [и др.]; под ред. Г.И. Кузнецова, Н.И. Смеяна. – Минск, 2001. – 432 с.
5. Создание и использование сеяных лугов на торфяных почвах / Г. В. Пахомов [и др.]; под общ. ред. Г. В. Пахомов. – Ленинград: Агрропромиздат, Ленинградское отделение, 1985. – 136 с.
6. Цытрон, Г.С. Антропогенно-преобразованные почвы Беларуси / Г.С. Цытрон // РУП

«Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси». – Минск, 2004. – 124 с.
7. Шевченко, В. П. Агротехника сельскохозяйственных культур на осушенных землях / В. П. Шевченко. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 303 с.
8. Шкутов, Э.Н. Трансформация торфяных почв Полесья / Э.Н. Шкутов, Л.Н. Лученок // Плодородие почв и эффективное применение удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию основания ин-та, Минск, 5–8 июля 2011г. / редкол.: В.В. Лапа [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2011. – С. 165–167.

УДК 631.616

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ ВАЛОВ ДКР НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ БИОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Шкутов Э.Н., к.т.н., **Иванов В.П.,** к.т.н., **Свиридович Т.Г.,** к.т.н.
РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь

Аннотация. В статье рассматриваются современные проблемы рационального использования мелиоративных площадей первичного освоения, а также после реконструкции. Исходя из изменившихся требований к уровню экономической эффективности средств, вложенных в мелиорацию, а также к охране окружающей среды, рассмотрены технологические и биологические способы утилизации валов ДКР на торфяно-болотных почвах.

Ключевые слова: мелиоративная система, механизмы, реконструкция, древесно-кустарниковая растительность, валы, поросль, способы утилизации, эффективность.

Введение. В условиях конкурентной экономики целью системы производства продукции любого вида, в том числе сельскохозяйственной, является экономическая эффективность.

Площадь всех осушенных земель мелиоративного фонда Беларуси в результате проведенной широкомасштабной мелиорации составляет 3425,7 тыс га. Среди осушенных земель 2915 тыс. га составляются сельскохозяйственные земли: из них пахотные – 1258,9 тыс. га, луговые – 1651,3 тыс га, 327,9 тыс. га – лесные и 182,8 тыс. га – другие (дороги, постройки, покрытые ДКР). Среди осушенных сельскохозяйственные земли с торфяными почвами занимают около 901 тыс. га, с минеральными 2014 тыс. га. Мелиоративные системы строились на протяжении длительного периода времени (основная часть в 1960-1990 г.г.) в связи с этим в настоящее время находятся в различном состоянии. Имеет место закустаренность, подтопление, неудовлетворительное состояние проводящей сети. Сложившаяся ситуация снижает эффективность использования мелиоративных земель, а в ряде мест делает ее невозможной.

В результате этого возникла необходимость в достаточно дорогостоящих мероприятиях по ремонту, реконструкции, культуртехническим работам, соответствующих различным этапам жизненного цикла каждой системы, реализация которых осуществляется в рамках текущей государ-

ственной программы «сохранение и использование мелиоративных земель» на 2016-2020 годы [1].

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 годы и внесения изменений в постановление Совета Министров Республике Беларусь от 16 июня 2014г. №585», в реконструкции нуждаются 353,6 тыс. гектаров в том числе.

Таблица 1.

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 тыс. га

Решение этой задачи обеспечивается только на основе разработки и применения в мелиорации и сельскохозяйственном использовании мелиоративных земель инновационных подходов, как в материальных, так и в информационных технологиях.

Значительные затраты приходятся на сводку и удаление древесно-кустарниковой растительности.

После выполнения работ на мелиоративной системе по ремонту, реконструкции, культуртехнике на восстановленных площадях остаются валы ДКР, которые снижают коэффициент использования мелиоративных площадей.

Обсуждение результатов. В 2017 г. нами были обследованы мелиоративные системы в Лунинецком, Борисовском, Березенском, Дзержинском районах. Это реконструируемые объекты «Борки-Арго», «Богушевичи», «Березина №2», «Ольховка», «Ольховка» – участок №1, «ПОМСЗиЛ». Площадь реконструируемых объектов составила 300-350 га. На этих объектах были проведены обмеры и подсчитано количество валов ДКР. Величина площади занимаемая валами ДКР варьировалась от 0,07 до 0,06 га. Количество валов ДКР на мелиоративных системах колебалось от 2 до 26 единиц. Также менялись размеры валов ДКР по длине от 25 до 70 метров при средней высоте 2-2,5 метра.

На рисунке 1 показан наиболее характерный вид валов ДКР, которые сложены, корчами, кустарниками, мелколесьем лиственных пород. В общем объеме древесно-кустарниковая растительность составила 25-45%. Валы (рис. 2) пролежавшие больше года начали давать молодую поросль кустарника и покрывались сорной растительностью. Ссылаясь на литера-

турные данные [2]-[4] 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, зарастание сорной растительностью и кустарником на такую же величину. Величина потерь по республике более 5000 га.

Рисунок 1

В проектах утилизации валов ДКР предусматривается их вывоз и складирование на полигонах за пределами мелиоративного объекта. Проведенные нами расчеты показали, что в среднем затраты на погрузку и перевозку в зависимости от расстояния и грузоподъёмности составили 160-190$ на 1 га. Такой способ утилизации ДКР весьма затратный. Необходимо отметить, что при погрузке вывозится часть плодородного грунта.

Рисунок 2.

В некоторых случаях применяются другие способы утилизации валов ДКР.

1. Захоронение древесно-кустарниковой растительности в котлованы. К положительным сторонам относятся малые затраты на транспортировку, но возрастают объемы земляных работ при захоронении древесных остатков.

2. Сжигание древесно-кустарниковой растительности снижает транспортные расходы, но наносит вред экологии и не всегда, и не везде применимо из-за опасности возникновения пожаров на торфяниках.

3. 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 100мм. Зарубежные образцы по ценам на порядок выше, что не каждому предприятию доступно.

4. 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.

В этой связи возникает необходимость увеличения скорости процесса разложения древесины.

Проработка литературных источников показала на большой объем информации о защите древесины от гниения факторов способствующих этому процессу. В основном они носят химический и биологический характер. А вот в вопросах ускорения гниения информации недостаточно.

Нас заинтересовал биологический метод, как наименее затратный и экономичный, основная роль которого в разрушении древесины принадлежит грибам. Воздействие грибов на древесину представляет собой сложный биохимический процесс, известный под общим названием гниение древесины. Этот процесс можно ускорить с помощью катализаторов. В этом направлении сделаны первые шаги в поиске биокатализаторов ускорения гниения древесины. Подобраны опытные образцы биоматериала и закладываются лабораторно-полевые опыты. Об окончательных результатах говорить рано, но планируется добиться ускорения полного разложения валов ДКР без вывоза при воздействии биокатализаторов в течении 1,5-2 лет.

Выводы.

1.Вывоз валов ДКР – самый затратный способ утилизации.

2. Биологический метод может стать основным наименее затратным способом утилизации валов ДКР.

Литература
1. Вахонин Н.К. Концептуальные направлении повышения эффективности мелиорации. Мелиорация. Современные методики, инновации и опыт практического применения. Материалы международной научно-практической конференции. Минск. Белорусская наука. 2017 . 193 с.
2. Окультуривание связных почв на объектах реконструкции осушительных систем (рекомендации). Минск 2006.
3. Методики определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений. Минск 2010.
4. Дьяконов Н.Н. Аношко В.С. Мелиоративная география. М. МГУ 1995. 252 с.

УДК 631.615:631.58

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗИННЫХ ТОРФЯНИКОВ ПОД КОРМОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Глубоковских А.Л., кандидат сельскохозяйственных наук
ФГБУ «Кировская лугоболотная опытная станция»,
п.Юбилейный Оричевского района Кировской области, Россия

Важное место в задачах Кировской лугоболотной опытной станции занимает изучение торфяно-болотных систем путем постановки многолетних наблюдений за природными антропогенными процессами, происходящих под влиянием мелиорации и последующим сельскохозяйственным использованием.

В связи с вовлечением в сельскохозяйственное производство почв органического ряда и дальнейшей интенсификацией земледелия необходимо ведение такой системы землепользования на торфяных почвах, когда при высоком плодородии и повышении отдачи в урожайности в почве не происходит ухудшения агрофизических, агрохимических и водно-физических свойств [1-2].

По опубликованным в литературе данным и результатам наших исследований можно сделать следующие выводы о влиянии осушения и сельскохозяйственного использования на состояние органической почвы [3-4].

1. Улучшается водно-воздушный режим, активизируется микробиологическая деятельность. Органогенная порода (торф) подвергается уплотнению, минерализации, гумификации. Почва окультуривается, эффективное плодородие повышается.
2. В то же время прогрессивно уменьшается мощность торфяной залежи, снижается абсолютный запас органического вещества. Многократная механическая обработка (особенно при возделывании пропашных культур) повышает минерализацию торфа, приводит к распылению почвы, ветровой эрозии и к непродуктивной потере подвижных форм азота. Органическое вещество торфа в

процессе сельскохозяйственного использования претерпевает качественные изменения: сокращается количество легкогидролизуемых соединений, растет количество гуминовых веществ. При возделывании полевых культур на торфяных почвах в пахотном слое накапливаются огромные запасы семян сорняков.

Эти процессы зафиксированы и на торфомассиве «Гадовское», расположенном на северо-востоке Европейской части России (Кировская область).

Площадь торфомассива составляет 2400 га, он сложен древесно-осоковым торфом средней мощности (1,5-2,0 м), средней степени разложения – 45-55%. Зольность торфа колеблется в диапазоне 10,8-12,7 %. Освоенная почва имеет слабокислую реакцию среды pH 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.

До 1955 года массив осушался мелкой частой сетью каналов, что не давало возможности развернуть в необходимых размерах сельскохозяйственное производство. Для мелкого осушения были характерны слабая минерализация, частые вымочки, сев по оттаявшей только сверху почве, слабая несущая способность грунтов и т.д. Перестройка сети с введением глубокого осушения редкой сетью каналов врезанных в подстилающую породу привела к значительному понижению УГВ (до 1,4-2,0 м). В условиях сложившейся системы осушения на торфомассиве постепенно усиливалось проявление погодных условий: влияние засушливых периодов, увеличение силы и частоты заморозков. При этом водный режим не обеспечил урожайность кормовых культур выше 4-5 тыс. корм.ед.

Кормовые культуры страдают от недостатка влаги, наблюдается распыление торфа в слое 0-40 см, а на глубине метра образуются уплотненные (битуминозные) слои, несмачивемые ни осадками, ни грунтовыми водами, уже не способные пропускать влагу. Урожай сельскохозяйственных культур падает, резко колеблется под влиянием погодных условий [5].

Дальнейшие исследования показали, что плодородие и продуктивность торфяно-болотных почв можно поднять за счет создания оптимальных водно-воздушных и пищевых режимов, а рациональное использование органического вещества почвы при высоком ее плодородии – путем внедрения кормовых севооборотов с максимальным насыщением их многолетними травами. Для решения этого вопроса в 1975 году на торфомассиве «Гадовское» на старопахотной торфяно-болотной почве заложен опыт по изучению кормовых севооборотов с насыщением их от 32 до 100% многолетним травами, высеваемые в виде смеси костреца безостого, тимофеевки луговой, овсяницы луговой. В отдельных вариантах изучали действие полевых культур на плодородие почвы.

Существующая система осушения торфяного массива, как уже отмечалось выше не обеспечивала влагой продуктивность сельскохозяйствен-

ных культур выше 4-5 тыс.корм.ед., поэтому для обеспечения благоприятного водного режима был зарегулирован сток из ближайшего осушителя. Этот прием позволил зафиксировать уровень грунтовых вод на глубине 0,9-1,2 м в среднем за вегетацию. Влажность корнеобитаемого слоя при этом повысилась с 45-50 до 65-70% от полевой влагоемкости. Поднятие УГВ путем системы шлюзования с успехом применяется в производственных условиях хозяйства станции. Важно и то, что поднятие зеркала грунтовых вод уменьшает долю аэрации торфа, снижая потери органического вещества подпахотных слоев торфяника.

На торфяных почвах при минерализации освобождается достаточно большое количество азота доступного растениям. Содержание его может колебаться в зависимости от окультуренности почвы от 40 до 160 кг/га. Однако внесение азота необходимо на торфяных почвах северо-востока Европейской части России под все сельскохозяйственные культуры по двум причинам:

1. Из-за более позднего начала минерализации азота органической части почвы.
2. В целях сохранения органического вещества торфа.

Расчет норм минеральных удобрений проводился по общему выносу элементов питания из почвы заданным уровнем урожайности (6-7 тыс.корм.ед). При расчете уровня питания преследовались две задачи: получение максимальной продуктивности и сохранение высокого содержания элементов питания в исследуемой торфяной почве.

В таблице 1 приводятся обобщенные показатели оценки продуктивности кормовых севооборотов с различным насыщением многолетними травами.

Таблица 1. Продуктивность кормовых севооборотов при различном насыщении многолетними травами (среднее за 35 лет)

№ севооборота	Структура посевов, %			Выход ц/га			Обменная энергия. ГДж	Затраты совокупной энергии ГДж/га
	Многолетние травы	Однолетние травы	Пропашные	Сухая масса	Кормовые единицы	Переваримый протеин		
1	100	-	-	79,3	61,8	9,5	75,3	19,4
2	32	58	10	65,6	55,1	7,8	61,7	27,3
3	42	37	21	71,3	60,6	8,1	67,5	26,1
4	63	21	16	73,1	62,8	8,4	69,4	25,1
5	73	21	6	72,3	59,3	8,3	69,4	24,0
6	-	-	100	79,5	76,3	7,9	76,3	40,9
7	-	100	-	48,9	51,3	5,8	51,3	24,7

$НСР_{0,5}$ ц/га по сухому веществу – 8,3

Многолетние травы (двуукосное использование) при бессменном возделывании и при оптимальной агротехнике обладают весьма высокой

продуктивностью: в течение 35 лет без перезалужения и без ежегодной обработки почвы обеспечили выход сухого вещества 79,3 ц/га, кормовых единиц 61,8 ц/га и обменной энергии 75,3 ГДж/га.

Снижение доли в севообороте многолетних трав приводит к уменьшению значения отмеченных показателей. Высокая продуктивность (76,3 ц/га корм.ед. га) пропашного севооборота, объясняется суммарной кормовой оценкой клубнеплодов и ботвы. Следует отметить, что при возделывании пропашных культур образуются самые высокие энергетические затраты (39-40 ГДж/га)

При увеличении в структуре посева доли многолетних трав затраты уменьшаются в 1,5-2 раза и при полной луговой монокультуре составляют (19,4 ГДж/га).

Таким образом, на торфяных почвах основной группой культур являются многолетние травы с длительностью пользования травостоями на основе костреца безостого более 35 лет. Для снижения потребности в азотных удобрениях в первые два года пользования в травосмеси наряду с кострецом безостым, тимофеевкой луговой и овсянице луговой целесообразно включать клевера луговой и гибридный. Продуктивность многолетних трав составляет 81-87 ц/га сухого вещества, 1400-1500 кг/га сырого протеина при затратах совокупной энергии 15-20 ГДж/га.

Зерновые культуры, вследствие их крайне неустойчивого созревания, возделывать на торфяных почвах неэффективно.

На торфяных почвах высокой эффективностью характеризуется полное минеральное удобрение. В таблице 2 приведены средние данные по продуктивности кормовых культур за 7 лет.

Таблица 2. Продуктивность основных кормовых культур в зависимости от уровня применения минеральных удобрений (2001-2007 гг.)

Культура	Удобрение	Выход с 1 га.			Окупаемость 1 кг NPK к.е.	Расход ОВ торфа на 1 к.е., кг.
		Сухая масса. ц	Кормовые единицы	Сырой протеин, кг		
Многолетние злаковые травы бессменно	Без удобрения	33,2	2730	583	-	
	$N_{60}P_{60}R_{120}$	72,6	5250	1147	10,5	0,53
	$N_{90}P_{60}K_{150}$	77,4	5430	1200	8,2	
Однолетние травы (горохо-овсяная смесь)	Без удобрения	39,8	2830	555	-	
	$N_{60}P_{60}R_{120}$	50,0	3530	696	4,3	0,69
	$N_{90}P_{60}K_{150}$	56,0	3990	735	6,0	
Пропашные культуры бессменно	Без удобрения	21,4	2520	226	-	
	$N_{60}P_{60}R_{120}$	40,9	4780	397	10,2	
	$N_{90}P_{60}K_{150}$	44,1	5180	429	8,7	1,25

Анализ эффективности применения минеральных удобрений показал, что по этому показателю на 1 кг NPK удобрений приходится в среднем

5,15 корм.ед. однолетних трав, 9,35 ком.ед. многолетних трав и 9,45 корм.ед. пропашных культур. Расход органического вещества торфа на 1 корм.ед. используемых культур показал, что под многолетними травами он был минимальный и составил 0,53 кг, а при возделывании пропашных культур расход органического вещества был максимальным – 1,25 кг. Однолетние травы по этому показателю занимают промежуточное положение – 0,69 кг.

Совершенно очевидно, что торфяная залежь даже при самом «щадящем» режиме использования ее в качестве почвы рано или поздно через несколько столетий может исчезнуть. Тем не менее, как показывает многолетний отечественный и зарубежный опыт, подтвержденный во многом и нашими исследованиями, это становится возможным, когда основой землепользования является лугопастбищное травосеяние. Обязательным условием сдерживания почворазрушительных процессов – оптимальный водный режим и регулярное внесение удобрений. Наблюдения за уменьшением мощности торфа показали, что у многолетних трав темп сработки торфа 0,5 см., пропашных – 2,7 см, однолетних – 21 см в год. Это соответствует суммарным потерям органического вещества торфа (пропашные 6-8 т/га, однолетние травы – 4-6 т/га, многолетние травы – 1,6-2,0 т/га).

В производственных условиях далеко не всегда представляется возможным использовать торфяную залежь исключительно под лугом. При организации полноценного зеленого и сырьевого конвейеров для приготовления кормов необходимо кроме многолетних трав возделывать и однолетние культуры. В свое время была изучена возможность размещения на торфяной залежи более 100 различных видов и сортов однолетних культур. Установлено, что крайне жесткий тепловой и неотрегулированный пищевой режим торфяных почв не позволяет эффективно возделывать подавляющее большинство из этих культур. Поэтому для широкого внедрения было предложено порядка 10-15 наиболее устойчивых культур: овес, ячмень, райграс однолетний, горох, вика, рапс яровой, суданка, просо. Все перечисленные многолетние и однолетние культуры возделываются как в чистом виде, так и в составе 3-5 компонентных травосмесей.

В результате проведенных исследований установлено, что для производства растительного сырья, сбалансированного по энергии и протеину, с единицы площади на старопахотных торфяных почвах оптимальными являются севообороты с восьмилетним луговым и трехлетним полевым периодами; на вновь осваиваемых торфяных почвах-соответственно пятилетним луговым и двухлетним полевым периодами.

За 35-летний период исследований подтверждена эффективность структуры посевных площадей, в которой не менее 70-80% занимают многолетние травы, 20-30% – однолетние, исключая пропашные. Лишь в этом случае многолетние травы выполняют свою средообразующую функцию,

позволяющие обеспечивать продуктивность кормовых культур на уровне 6-7 тыс. корм. ед. с 1 га.

Литература

1. Косолапов В.М., Зотов А.А., Уланов А.Н. Кормопроизводство на торфяных почвах России. – Москва – Киров. Дом печати – Вятка, 2009.-858 с.
2. Уланов А.Н. Торфяные и выработанные почвы южной тайги Евро-Северо-Востока России. – Киров, 2005. – 320 с.
3. Белковский В.И., Лихацевич А.П., Мееровский А.С. и др. Использование и охрана торфяных комплексов в Белоруссии и Польше. – Минск, 2002 – 280 с.
4. Концепция охраны и рационального использования торфяных болот России(под общей редакцией Инишевой Л.И.) – Томск, 2005. – 76 с.
5. Результаты стационарных исследований на осушенных низинных, в том числе нарушенных добычей, торфяных почвах/ И.А. Вертоградская и др. На торфяных почвах: науч.тр. Кировской лугоболотной опытной станция. – Киров, 1993. – с. 26-43.

УДК: 631.445.124, 6332.2.

ЭФФЕКТИВНОЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ОСУШЕННОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ

Смирнова А.В., к.с.-х.н.

ФГБУ «Кировская ЛОС», г. Киров, Россия

Аннотация: Показана возможность использования торфяных почв в сельском хозяйстве в течение более длительного времени. На примере пастбища-заповедника приведены результаты почвенных исследований, в которых отражены изменения, происходящие с торфяной почвой под многолетними травами в условиях пастбищного использования без перезалужения с 1935 года по настоящее время. Сформировавшийся агробиоценоз обеспечивает формирование мощной корневой системы трав, позволяющей снизить сработку торфяного слоя и улучшить плодородие почвы, сохраняя при этом продуктивное долголетие многолетних трав.

Ключевые слова: долголетнее культурное пастбище, многолетний травостой, продуктивность, монокультура, зондировка, корневая система, органическое вещество торфяной почвы.

Введение.

После завершения осушительных мероприятий на болотном массиве торфяные почвы становятся экологически неустойчивыми. В результате освоения осушенных низинных торфяников процесс минерализации органического вещества происходит интенсивней, данные почвы подвергаются ветровой и водной эрозии, пожарам. Сельскохозяйственное использование приводит к сработке и уменьшению торфяного слоя вследствие многократной обработки почвы, что приводит в результате к снижению плодородия [2, 3, 4]. Потери органического вещества торфяной почвы практически невосполнимы. Современная хозяйственная деятельность должна предусматривать сохранение этих почв как целостных природных систем

путем наиболее рационального, экологически безопасного использования органического вещества торфяной почвы.

Методика исследований. Исследования проводились на осушенном низинном торфомассиве «Гадовский», расположенном в центральной части Кировской области. Для наблюдений за изменениями, происходящими в торфяной почве после ее освоения, был выбран долголетний стационар – пастбище-заповедник, созданное на Кировской лугоболотной опытной станции в 1935 году в результате залужения десятикомпонентной пастбищной травосмесью. В настоящее время данный участок уже более 80 лет бессменно используется без перезалужения в пастбищном режиме. Почва на исследуемом участке – осушенный средне-маломощный низинный торфяник, подстилаемый аллювиальными песками. В ходе работы были проведены лабораторные и полевые исследования почвы с использованием общепринятых методик.

Результаты и их обсуждение. Создание условий для управления процессом трансформации органического вещества приводит к сохранению торфяных почв как ресурса биосферы и способствует поддержанию плодородия. Для эффективного использования данных почв в сельхозпроизводстве необходимо иметь максимальное количество сведений об их ботаническом составе, физических и агрохимических свойствах.

Изучение торфяной залежи Гадовского торфомассива показало, что по ботаническому составу торф под многолетними травами пастбищного использования относится к низинному типу, лесотопяному подтипу, древесно-травяной группе, древесно-тростниковому виду (табл.1).

Таблица 1. Ботанический состав и степень разложения торфа под долголетним культурным пастбищем

Глубина, см	R, %	Ботанический состав	% участия	Вид торфа
0-23	50-55	Древесные остатки (сосна, ель, береза)	51	Тростниково-древесный
		Тростник обыкновенный	18	
		Шейхцерия	14	
		Белокрыльник	8	
		Вахта трехлистная	7	
		Мхи	2	
23-36	20-30	Древесные остатки (сосна, ель, береза)	67	Шейхцериево-древесный
		Шейхцерия	15	
		Тростник обыкновенный	13	
		Мхи	3	
		Осоки	2	
36-51	20-30	Древесные остатки (сосна, ель, береза)	53	Осоково-древесный
		Осоки	18	
		Тростник	12	
		Вахта	11	
		Хвощ	6	
51-88	20-30	Осоки	43	Древесно-осоковый

Максимальная степень разложения торфа 50-55% наблюдается в верхнем 20-сантиметровом горизонте. По всей глубине профиля преобладающими являются древесные остатки (51-67%), преимущественно сосны, имеются остатки других пород, таких, как ель, береза, ива, ольха. Из травянистых растительных остатков: тростник обыкновенный, осоки, шейхцерия, белокрыльник .

На начальном этапе освоения торфомассива «Гадовский» в 1937 году была проведена зондировка всех осушенных и освоенных земель. Средняя глубина залегания торфа на участке под пастбищным травостоем составляла 120 см (рис. 1).

Рис.1. Зондировка первого севооборота в 1937 году.

Рис. 2 Зондировка пастбища 2012г.

Рис. 3 Зондировка пастбища 2017г.

где 1 – мощность торфа 0-30 см (торфянисто-глеевая),
2 – 30-50 см (торфяно-глеевая),
3 – 50-100 см (торфяная маломощная),
4 – 100-200 см (торфяная среднемощная),
5 – > 200 см (торфяная мощная).

Повторные зондировки почвы в 2012 и 2017 годах показали, что максимальная сохранность торфяных почв наблюдается под многолетними травами пастбищного использования, где средняя мощность торфяного слоя составила 112 см. За 80 лет профиль торфяной залежи под пастбищем

уменьшился всего на 8 см, то есть ежегодная усадка, связанная с физическим уплотнением почвы в результате выпаса животных и давления сельскохозяйственной техникой при уходе за пастбищным травостоем, не превышала 0,1 - 0,15 см. Благодаря сформировавшейся мощной корневой системе многолетних трав, масса которой в слое 0-20 см составляет от 100 ц/га до 160 ц/га в зависимости от вида и количества вносимых удобрений и сформировавшегося травостоя, биологическая сработка торфяного слоя на долголетнем пастбище минимальная – в пересчете на массу органического вещества составляет 1,32 т/га (рис. 2, 3). В то же время на участках с различными режимами использования торфяной почвы под однолетними пропашными культурами и паром, подверженными ежегодной механической обработке в процессе сельскохозяйственного использования, ежегодная убыль органической массы составляет 2-5 т/га. Так, сработка мощности низинной торфяной почвы на стационарном опыте по изучению кормовых севооборотов составляет под пропашными культурами 1,6 см в год, тогда как под многолетними травами всего 0,5 см [1, 5].

Условия торфообразования определили свойства изучаемых почв. Агрохимические показатели почвы под долголетним пастбищным травостоем за последнее десятилетие изменились незначительно. Реакция среды в почве изменяется от 6,1 до 6,7. Гидролитическая кислотность и сумма обменных оснований соответственно составляют 46,1 и 126 мг-экв/100 г, насыщенность почв основаниями – 73%. В торфяной почве, занятой многолетними травами, более 80 лет наблюдается содержание Al^{+3} по всей глубине залежи. Наибольшее содержание алюминия отмечено в верхних горизонтах. В почвенных разрезах на различной глубине торфяного профиля встречаются ржаво-охристые пятна – это отдельности сегрегированного окисного железа в виде трубочек, небольших комочков, а в отдельных случаях даже толстых прослоек. Их появление объясняется особенностями сложившегося водного режима.

Таблица 2. Агрохимическая характеристика почвы долголетнего пастбища при разных системах удобрения

Варианты	Горизонт, см	Агрохимические показатели				
		pHсол.	Подвижный фосфор мг/кг.	Обменный калий, мг/кг	Общий азот, %	Органическое вещество
2008 год						
Контроль	0-20	6,10	60,26	16,62	1,55	78
$N_{90}P_{60}K_{90}$	0-20	6,25	50,94	34,01	2,09	88
2017 год						
Контроль	0-20	6,35	58,00	17,33	1,75	88
$N_{90}P_{60}K_{90}$	0-20	6,70	36,12	27,18	2,05	96

Данный опыт показывает, что содержание органического вещества в почве за последние десять лет увеличивалось при любом фоне удобрений. В результате освоения осушенного торфомассива изменяется и состав ор-

ганического вещества торфа. Изучение фракционного состава органического вещества показало большое содержание валового углерода в почве – 50-55%. Это является результатом регулярного поступления на поверхность почвы несъеденных растительных остатков, органических веществ в виде значительного количества экскрементов животных (кала, мочи), а также снижения аэрации в верхнем слое почвы из-за высокой плотности дернины. Среди гумусовых веществ преобладают гуминовые кислоты 25,3-34,9%, что находит свое отражение в соотношении $C_{гк}/C_{фк}$ 4,8 в верхнем горизонте, на глубине 20-40 см данный показатель увеличивается до 8,5. Все это свидетельствует об улучшении качественного состава органического вещества почвы и о замедлении процесса минерализации торфа.

Несмотря на высокое потенциальное плодородие торфяных почв, урожайность трав на которых без внесения удобрений составляет в среднем 50 ц/га, получение более высоких урожаев с сохранением в пастбищном травостое культурных многолетних злаковых трав невозможно без подкормки минеральными удобрениями. Сезонная подкормка азотными и калийными удобрениями на пастбищном травостое должна проводиться дробно: в начале вегетации и после второго цикла стравливания, а фосфорные удобрения в полной дозе рекомендуется вносить однократно – ранней весной. Это позволяет создать хороший травостой и до глубокой осени обеспечивать скот сочной травой, а также увеличивать число циклов стравливания травостоя. При подкормке комплексным удобрением $N_{90}P_{60}K_{60}$ продуктивность злаково-разнотравного пастбищного травостоя в среднем за последние 6 лет составляет 6607 корм. ед., сбор переваримого протеина более 1000 кг/га, тогда как на варианте без удобрений эти показатели – 4989 корм. ед. и 730 кг/га переваримого протеина. Эффективность калийных удобрений на долголетнем травостое высокая, увеличение продуктивности по сравнению с контрольным вариантом составляет 1035 кормовых единиц, а переваримого протеина на 200 кг/га.

Наблюдения за изменением ботанического состава под влиянием природных и антропогенных факторов, проводившиеся в течение 83 лет, показывают, что фитоценоз, сформировавшийся за длительный срок использования пастбища, можно считать луговой монокультурой. В настоящее время долголетний злаково-разнотравный травостой насчитывает в своем ботаническом составе более 50 видов трав. Доминирующими (70-80%) являются злаковые травы, из которых 30-32% составляют культурные травы (мятлик луговой, лисохвост луговой, кострец безостый, овсяница луговая, ежа сборная). В настоящее время преобладающим видом злаковых трав является пырей ползучий, его количество в травостое составляет 25%. Трав семейства бобовых насчитывается от 3 до 5%, разнотравья – больше 20%, превалируют в нем тысячелистник обыкновенный (до 6%) и одуванчик лекарственный – 4,5%.

При таком разнообразии ботанического состава пастбищного травостоя качество корма соответствует зоотехническим нормам. Содержание сырого протеина по циклам стравливания 15-20%, клетчатки 19-23%, БЭВ 45-50% и ОЭ – 10,0-10,8 МДж в 1 кг сухого вещества. Это еще раз доказывает, что при создании долголетних пастбищных травостоев на осушенных торфяных почвах удается получать корма высокого качества с сохранением при этом плодородия почвы.

Таким образом, наиболее эффективный и рациональный способ использования осушенных торфяных почв – это возделывание на них многолетних трав различного режима использования. Данные травостои замедляют сработку торфяного слоя, позволяют получать хорошие урожаи при минимальных затратах труда и денежных ресурсов с сохранением при этом высокого качества корма.

Литература

1.Глубоковских А.Л. Режимы сельскохозяйственного использования, продуктивность и плодородие освоенных низинных торфяных почв // Научные стационары: реалии, научная проблематика и инновации: Матер. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 70-летию Нарымского стационара по изучению систем применения удобрений на дерново-подзолистой почве. – Томск: СибНИИСХиТ – филиал ФГБУН СФНЦА РАН, изд. ООО «Графика», 2017.– С. 109-113.

2.Ефимов В.Н. Торфяные почвы и их плодородие. – Л.: Агропромиздат, Ленинградское отделение, 1986. − 264 с.

3.Зайдельман Ф.Р. Минеральные и торфяные почвы Полесских ландшафтов. – М.: Краснодар, 2013. – 440 с.

4.Инишева Л.И., Савичева О.Г., Порохина Е.В. Ферментативная активность торфяных почв Сибири // Освоение экосистем и рациональное природопользование на торфяных почвах: Матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию основ. Кировской лугоболотной опытной станции. – Киров: Кировская лугоболотная опытная станция, 2003. – С. 139-150.

5.Уланов А.Н. Торфяные выработанные почвы Южной тайги Евро-Северо-Востока России. – Киров: Вятка, 2005. – 320 с.

УДК 631.87

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФОГУМИНОВОГО КОМПЛЕКСНОГО УДОБРЕНИЯ (ТГКУ) НА ТОРФОЗЕМАХ

Бородкина Р.А., к.б.н., **Позднякова А.Д.,** к.б.н., **Михеева Т.В.**
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г.Тверь, Россия

В результате чрезвычайной эксплуатации мелиорированных торфяных почв, обладающих потенциально высоким уровнем плодородия, урожайность сельскохозяйственных культур все же постоянно снижается. Мелиоративное состояние земель из-за отсутствия надлежащего ухода за осушительной сетью и ремонта так же постоянно ухудшается. Работы по

строительству осушительных систем почти полностью прекращены. Практически везде на осушаемых почвах идёт процесс вторичного заболачивания и деградации.

Одним из приемов сдерживания деградации торфяных почв при выращивании овощных культур может быть применение торфогуминового комплексного удобрения (ТГКУ).

Гуминовые вещества оказывают большое влияние на общий ход обмена веществ в растениях, усиливают поглощение кислорода, активизируют ферменты дыхательного цикла, усиливают образование хлорофилла, изменяют формы фосфора, увеличивают количество моно- и дисахаров, содержание белка. Они изменяют ростовые процессы либо всего организма, либо отдельных его органов, повышают неспецифическую сопротивляемость организмов при воздействии стрессовых факторов, увеличивают адаптационную способность растений.

Это особенно актуально при выращивании различных овощей на торфяных пойменных почвах, где складываются определенные климатические особенности – более позднее прогревание почв, более низкие температуры в период всходов и первых фаз развития растений из-за расположения этих почв в пониженных элементах рельефа, то есть в более холодных условиях внешней среды.

Торфогуминовое комплексное микроудобрение (ТГКУ), созданное на основе гумата калия, выделенного из самих торфяных почв или торфяников в комплексе с набором микроэлементов, состав которых можно варьировать в зависимости от потребностей культур в микроэлементах испытывалось нами на территории Яхромской поймы на различных культурах, в том числе и на картофеле.

Гуматы калия, выделяемые из торфов Яхромской поймы содержат в своем составе от 57 до 64% углерода, 4-5% водорода, 30-39% кислорода, до 0,7% азота, около 1,5% серы, до 10% калия. Элементный состав варьирует в зависимости от вида, качественного состава торфа, степени его разложения.

Содержание гумусовых кислот в торфах колеблется от 10 до 40%, что и определяет практический выход гумата калия при приготовлении удобрения. Содержание микроэлементов в удобрении можно варьировать в зависимости от потребностей культур.

Полевые испытания ТГКУ проводились на торфяных окультуренных почвах Яхромской поймы, обладающих достаточным уровнем обеспеченности элементами минерального питания (табл.1).

Таблица 1. Данные по урожайности и прибавкам урожая картофеля (ц/га) при внесении в технологии выращивания картофеля обработок ТГКУ

Вариант обработки	1	2	3
Контроль	195	150	160
Обработка раствором ТГКУ	232	214	237
Прибавка урожая	37	64	77

Выявлено, что обработка семян (вариант 1), всходов (вариант 2) и почвы (вариант 3) растворами ТГКУ способствовала более ранним и дружным всходам, развитию более мощного листового аппарата, более дружному и раннему цветению картофеля, формированию более крупных клубней

Для овощных культур предлагается набор микроэлементов – бор, медь, молибден, марганец и цинк в разных комбинациях. Выбор гумата калия в качестве основы микроудобрения определялся тем, что овощные культуры относятся к калиелюбивым культурам, а для торфяных почв характерен недостаток калия.

На основании проведенных исследований нами предлагаются следующие способы использования ТГКУ на торфоземах.

1. Обработка семян моркови, столовой свеклы и картофеля за сутки до посева и посадки овощных культур

2. Обработка всходов в фазе вилочки, либо 2-3 настоящих листьев или в момент формирования корнеплода.

3. Обработка почвы.

Нами рекомендуются следующие дозы торфогуминового комплексного микроудобрения.

1. При обработке семян и всходов дозы ТГКУ – 0,002% и 0,0002% соответственно.

2. При обработке почв используют более концентрированный препарат – 0,02% или 0,2%

Для приготовления 1 литра маточного раствора для последующего приготовления рабочих растворов 0,0002% концентрации нужно взять навеску 2,0 г гумата калия и растворить в I литре воды. Этого раствора хватит для приготовления тысячи литров рабочего раствора. Для концентрации 0,002% ТГКУ нужно взять 20,0 г кристаллического гумата калия, для концентрации 0,02% – 200 г гумата калия.

Для приготовления смеси микроэлементов мы использовали борную кислоту – 0,002%, медный купорос – 0,005%, сернокислый марганец – 0,02%, молибденовокиелый аммоний – 0,01%, сернокислый цинк – 0,002%. При отсутствии полного набора микроэлементов можно использовать имеющийся в наличии или использовать только те, которые жизненно необходимы для роста и развития овощных культур, и чей недостаток особенно резко сказывается на уровне урожайности овощей.

Для условий фермерского хозяйства ТГКУ может готовить сам фермер. В условиях крупного государственного хозяйства в течение зимы один сотрудник вполне может заготовить достаточное количество микроудобрения для обработки всех семян овощных культур.

Выводы.

Таким образом, использование торфо-гуминового комплексного микроудобрения в технологиях выращивания на торфяных почвах оказало

значимое положительное влияние на урожайность картофеля и выход стандартной продукции.

Внедрение ТГКУ в практику выращивания овощей на торфяных почвах может решать следующие задачи:

1. Оптимизация адаптационных способностей семян к неблагоприятным условиям внешней среды.

2. Увеличение всхожести семян и обеспечение более активного развития всходов, которое необходимо в условиях вегетационных периодов в Нечерноземной зоне.

3. Повышение урожайности овощных культур при частичном или полном отсутствии минеральных удобрений.

4. Улучшение структуры урожая, увеличение выхода стандартной продукции, улучшение качества получаемой овощной продукции.

5. Стабилизация уровня плодородия почв, активизация биологических свойств торфяных почв, обеспечение роста и развития овощных культур необходимыми микроэлементами.

УДК 631.461

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ИЗУЧЕНИИ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ ОСУШЕННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ

Поздняков Л.А., к.б.н.; **Кузюбердина Д.А.; Позднякова А.Д.,** к.б.н.; **Дуброва М.С.,** к.б.н.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова», факультет почвоведения, г. Москва, Россия

Экологизация земледелия на осушенных торфяных почвах и эффективное их использование требует регуляции структуры и функционирования микробного населения данных почв при помощи специфичных агротехнологий, разработанных на базе фундаментальных научных знаний. В особенности это важно для старопахотных торфяников, вступивших в стадию почвоутомления, поскольку именно микроорганизмы участвуют как в процессах восстановления почвенного плодородия и самоочищения, так и в процессах минерализации торфа, его разрушения и деградации торфяных почв.

Между тем, исследованию микробиологии осушенных торфяных почв исторически уделялось несправедливо мало внимания. В архивах МОБОС, ЦТБОС и позднее Дмитровского отдела ФГБНУ ВНИИМЗ сохранились обширные материалы, посвященные изучению агрохимических и агрофизических свойств, ботанические описания и т.д. практически с

момента начала осушения долины реки Яхромы в 1906 году [1]. При этом микробиологическое обследование почв данного участка началось только в 1960-е годы, когда он был уже значительный период времени осушен, а его исходное микробное население замещено. Отчасти это объясняется общим состоянием микробиологии торфов как научного направления: в первых же работах ЦТБОС по этой теме отмечается наличие лишь разрозненных исследований, касающихся только какого-нибудь одного вида торфа и носящих пионерный характер [2].

К счастью именно в это время происходит строительство дренажной сети расположенного к северо-западу участка «Дальний», так что там микробиологам ЦТБОС удалось проследить изменения, происходящие в первые десятилетия после осушения. Исходно осушенные торфяные почвы отличались высоким разнообразием микроорганизмов. Через 20 лет после осушения в микробных сообществах резко доминировали актиномицеты, составляя до 80% численности. Прочие группы микроорганизмов снижали свою численность или вовсе исчезали [3]. Исходное содержание актиномицетов в момент осушения было невелико; среди них фиксировалось обилие пигментных форм – это больше характерно для видов, обитающих на поверхности растений и случайно попавших в почву. Связывались произошедшие изменения, прежде всего, с исчерпанием запасов легкодоступной органики в ходе минерализации торфа и сдвигом в микробном сообществе в сторону гидролитиков. Значительная роль актиномицетов, их высокая численность и разнообразие сохраняется и на более поздних сроках освоения [4].

Эти выводы нельзя считать исчерпывающими, поскольку они касаются лишь первых десятилетий существования торфяных почв в осушенном состоянии. Кроме того, они были получены классическими методами посева на твердые питательные среды, которые, как известно, позволяют охарактеризовать лишь небольшую долю культивируемых организмов. В связи с этим целью нашей работы было исследовать микробные сообщества осушенных более 100 лет назад торфяных и торфяно-минеральных почв долины реки Яхрома современными молекулярно-биологическими методами. Особое внимание было уделено интеграции полученных данных с общим комплексом информации, полученной для данного объекта ранее – для этого в сочетании с микробиологическими исследованиями применялись ГИС-технологии, что является достаточно новым и на наш взгляд перспективным подходом.

Исследования проводились на опытном стационаре «Ближний» Дмитровского отдела ФГБНУ ВНИИМЗ в долине реки Яхрома. Яхрома берет начало на склонах Клинско-Дмитровской гряды. К северо-западу от г.Дмитрова она попадает в обширную древнюю заторфованную озерную котловину с мощностью торфяной залежи до 14 метров. Хотя эту часть долины принято называть «Яхромской поймой», река не принимала участия

в ее заболачивании и, напротив, оказывает дренирующий эффект. Истинной причиной заболачивания являются грунтовые воды, выклинивающиеся на краях долины – из-за чего они и после осушения являются наиболее влажными ее местами.

Освоение торфяных ресурсов долины началось на рубеже XX века. В 1906 году были заложены первые осушительные каналы на территории участка «Ближний» [1]. В 1919 году здесь было создано Яхромское болотное опытное поле (впоследствии МОБОС, затем – ЦТБОС), на территории которого развернулась работа по изучению торфяных отложений, агрохимических свойств торфяных почв и методов их использования в сельском хозяйстве. В 1964-1965 годах мелиоративная сеть на участке усовершенствована, проложен существующий ныне закрытый дренаж.

В целом долину можно разделить на три части. Притеррасная часть сложена травяными и осоково-гипновыми торфами с прослойками делювия и включениями железа и карбонатов, принесенных грунтовыми водами. В центральной части преобладают мощные древесные торфа, наиболее богатые органическим веществом. В прируслoвой части торф в значительной степени перемешан с аллювием и имеет наиболее кислую реакцию.

Стационар «Ближний» имеет площадь лишь около 1 км^2, но он достаточно разнороден. Во-первых, он охватывает все три части долины, которая здесь еще достаточно узкая. Во-вторых, помимо сельскохозяйственных угодий, расположенных преимущественно в прируслoвой и центральной частях, здесь имеются участки с естественной лесной растительностью, никогда не распаханные; залежные участки в центральной части долины, частично заросшие лесом; а также участки с нарушенным в ходе земляных работ почвенным покровом в притеррасной части. Всего нами было исследовано 23 точки, равномерно распределенные по площади стационара и охватывающие все указанные участки. Образцы отбирались из пахотного горизонта с GPS-привязкой, что позволило построить картограммы распределения численности прокариот в программе Surfer 6.0.

Во всех точках была исследована численность бактерий и архей методом FISH, после чего в 5 ключевых точках была изучена структура прокариотных сообществ на уровне типов и классов (для протеобактерий).

Метод FISH – флюоресцентной *in situ* гибридизации – основан на специфическом связывании специально сконструированного олигонуклеотидного зонда, несущего флюоресцентную метку, с участком 16s рРНК, специфичным для определенной таксономической группы микроорганизмов. Численность представителей данной группы в дальнейшем подсчитывается на люминисцентном микроскопе. Использовалась методика, разработанная на кафедре биологии почв факультета почвоведения МГУ и зонды, специфичные для наиболее распространенных групп почвенных прокариот [5].

В результате проделанной работы было установлено, что общая численность представителей домена *Bacteria* возрастает при движении от прирусловой к центральной и притеррасной частям поймы. Это можно связать с увеличением содержания органического вещества в почве и снижением кислотности. Максимумы численности бактерий достигаются на участках, расположенных под лесной растительностью (рис. 1а), но в целом связь с типом землепользования достаточно слабая.

Максимальная численность представителей домена *Archaea* отмечена в центральной части поймы на мощных древесных торфах и также под лесной растительностью. В отличие от бактерий, в притеррасной части их численность снижается, но на участке под заповедным лесом существует еще один локальный максимум. Интересно, что на карте изолиния $3{,}2 \cdot 10^8$ клеток/г почвы полностью соответствует границе пашни и залежи в центральной части участка. Таким образом, численность архей более тесно связана с типом растительности, чем численность бактерий. Это достаточно неожиданный вывод, поскольку именно бактерии (в отличие от архей) традиционно рассматриваются как организмы, легко вступающие в ассоциативные и симбиотические отношения с растениями. Однако свой локальный максимум обнаруживается и в прирусловой части (рис. 1б) – в распаханных аллювиально-торфяных почвах, таким образом, также могут создаваться благоприятные условия для развития архей.

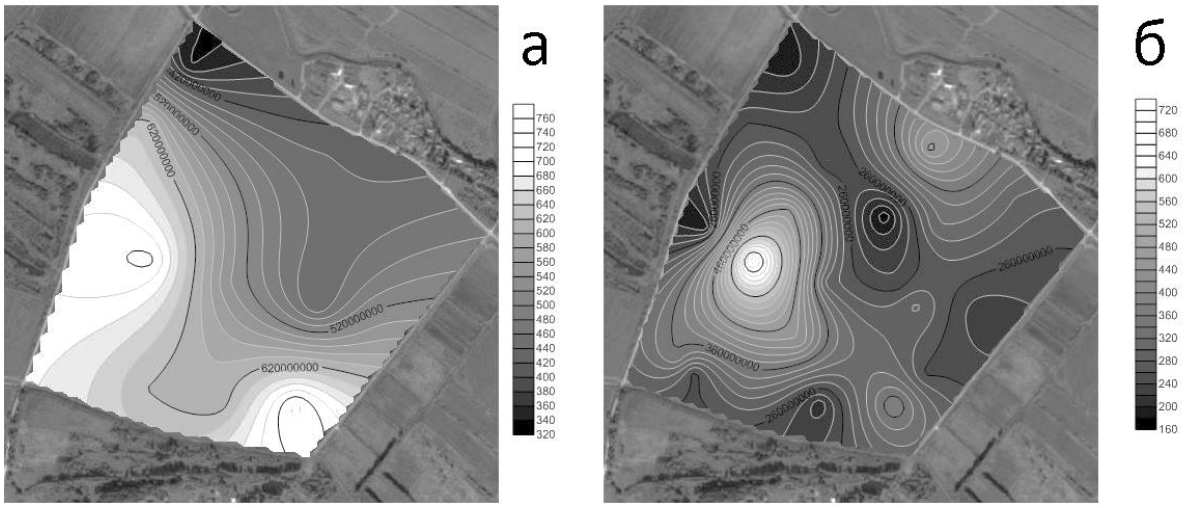


Рис. 1. Распределение общей численности а) бактерий; б) архей в пахотном горизонте участка «Ближний» (млн. клеток / г почвы).

В притеррасной части поймы нами были взяты для детального анализа три точки: из-под ненарушенного леса с наивысшей численностью бактерий и архей, а также из нарушенных земляными работами участков с одинаково низкой численностью бактерий и различной численностью архей. При этом состав домена *Archaea* в притеррасной части во всех точках отличается доминированием *Thaumarchaeota* (45-50%), в особенности в точке с полностью удаленным в ходе земляных работ верхним почвенным

горизонтом (до 90%). Предшествующими нашими исследованиями показано, что в притеррасной части поймы своих максимальных значений достигает активность азотфиксаторов. Однако азот здесь накапливается преимущественно в нитратной форме. Известно, что все культивируемые представители филума *Thaumarchaeota* способны к нитрификации, а гены относящегося к археям гомолога бактериальной аммоний монооксигеназы (*amoA*) имеют большое распространение в почвах и природных водах [6]. Мы предполагаем в связи с этим, что высокую численность данной группы можно связать с интенсивным преобразованием фиксируемого диазотрофами азота в нитратную форму.

Среди бактерий в почвах притеррасного участка преобладают *Gammaproteobacteria* (20-35%). Этот факт предположительно связан с интенсивным развитием метанотрофов, известные представители которых относятся к классам гамма- и альфа- протеобактерий [7]. Хотя непосредственно поглощение метана не измерялось, в переувлажненных почвах притеррасной части поймы нами был ранее выявлен максимум метанообразования, который должен вызывать развитие метанотрофов в верхней аэрированной части профиля. При том, что все известные метаногены относятся к типу Euryarchaeota, было установлено, что, по крайней мере, в исследованном верхнем горизонте его представители не преобладают среди архей, составляя лишь около 30% их численности.

Как и активность образования метана, доля *Gammaproteobacteria* в центральной части поймы закономерно снижается до 15-20%. Доля *Thaumarchaeota* также снижается до 25-33%. Одновременно с 10 до 20%, возрастает доля *Betaproteobacteria*. В исследованных нами точках наблюдался второй максимум содержания нитратов – хотя одна из них находится под лесной растительностью и удобрения туда не вносились уже более 10 лет. Поскольку мы связываем накопление нитратов в притеррасной части поймы с типом *Thaumarchaeota*, мы можем предположить, что их функции в центральной части выполняют другие организмы. Ими могут быть как раз *Betaproteobacteria*, к которым относятся большинство известных нитрификаторов родов *Nitrosomonas, Nitrosospira, Nitrosolobus* и *Nitrosovibrio* [8].

На данном этапе исследований трудно предположить, почему в разных частях поймы среди нитрификаторов доминируют разные организмы. В притеррасной части, где отмечено наибольшее развитие T*haumarchaeota,* условия наиболее влажные, а pH близок к нейтральному. Также, поскольку резким доминированием *Thaumarchaeota* отличалась точка со снятым верхним деятельным слоем почвы, можно полагать, что эти организмы либо доминируют в нижних, переувлажненных горизонтах торфяных почв, либо интенсивно развиваются в первый год после их выхода на поверхность.

Прирусловая часть поймы занята аллювиально-торфяными почвами, минеральная часть в которых преобладает над органической. Вполне зако-

номерно здесь было обнаружено снижение доли и численности таких типов как *Firmicures, Actinobacteria* и *Bacteroidetes*, среди которых большое распространение имеют гидролитики. Преобладающими группами среди бактерий здесь становятся *Acidobacteria* (15-20%) и *Alphaproteobacteria* (15%).

Несмотря на низкую активность метаногенеза, в прирусловой части поймы обнаружена максимальная доля *Euryacrhaeota* (40-50%) среди всех представителей домена *Archaea*. По всей видимости, собственно метаногены занимают среди них незначительную часть.

Таким образом, в составе прокариотных сообществ осушенных торфяных почв, имеющих разное положение в пределах долины, уже на уровне типов происходят достаточно яркие изменения, коррелирующие с особенностями протекания в этих почвах процессов трансформации азота и углерода. В дальнейшем для уточнения и детализации выводов может потребоваться использование более специфических зондов или проведение метагеномного анализа. Однако уже сейчас применение ГИС-технологий показывает свои возможности по интеграции разнородных данных об одном объекте, в том числе по установлению связей между составом и функциями микробных сообществ, что всегда вызывает наибольшие затруднения в микробиологии.

В то же время возникают трудности по сведению воедино данных о составе прокариотных сообществ, полученных ранее культуральными методами и получаемых сейчас с помощью новых подходов. Так, метод FISH не продемонстрировал доминирования актинобактерий ни в одном из образов, что связано с одной стороны с селективностью методов обнаружения, основанных на посеве, а с другой – с обилием в почве некультивируемых и трудно культивируемых микроорганизмов.

Литература

1. *Петров И.П.* Болота долины Яхромы. – М.: Издание Дмитровского уездного земства, 1912. 320 с.
2. *Мительберг С.И.* Микробиологическая характеристика основных видов торфа / Труды Центральной торфоболотной опытной станции (ЦТБОС). Т. 1. / Отв. ред. Горшков Л.А. – М.: Изд-во Мин. сель. хоз. РСФСР, 1960. С. 150-157.
3. *Кузьмина И.В., Михеева Т.В.* Действие макро- и микроудобрений на биологическую активность перегнойно-торфяной почвы // Сб. н. тр. ЦТБОС «Проблемы с/х использования торфяных месторождений». 1984. №6. С. 191-199.
4. *Рабинович Г.Ю., Поздняков Л.А., Дуброва М.С.* Деградационные процессы в осушенных низинных торфяных почвах Яхромской поймы при длительном сельскохозяйственном использовании / Материалы международной научно-практической конференции «Мелиорация и водное хозяйство: проблемы и пути решения». Тверь: Изд-во ВНИИА, 2016. С. 239-243.
5. *Манучарова Н.А.* Идентификация метаболическиактивных клеток прокариот в почвах с применением молекулярно-биологического флюоресцентно-микроскопического метода анализа fluorescence *in situ* hybridisation (FISH). – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2008. 24 с.

6. *Tourna M., Stieglmeier M., Spang A. et al. Nitrososphaera viennensis*, an ammonia oxidizing archaeon from soil // Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 2011; 108(20): 8420-5.
7. *Гальченко В.Ф.* Метанотрофные бактерии. – М.: ГЕОС, 2001. 500 с.
8. *Purkhold U., Pommerening-Röser A., Juretschko S. et al.* Phylogeny of all recognized species of ammonia oxidizers based on comparative 16S rRNA and amoA sequence analysis: Implications for molecular diversity surveys // Appl. Environ. Microbiol., 2000; 66(12): 5368-5382.

УДК 004.67

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ

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

Мониторинг понимается как система наблюдений за состоянием объекта, описания динамики происходящих в нем изменений и прогноза развития ситуации. Для проведения мониторинга свойств торфяных почв необходима работа с множеством пространственных данных: физических, электрофизических, биологических, агрохимических, экологических и прочих. Возможен как многолетний мониторинг, так и сезонный.

Сложности многолетнего мониторинга следующие:

1. Координаты точек отбора образцов отличаются в разные годы и у разных исследователей.
2. Точки отбора образцов в прошлом веке помещались на карту-схему без определения географических координат (долготы и широты), а только путем привязки на местности: измерения расстояния до границ участков или других точек отсчета.
3. Анализ почвенных образцов проводился разными методами.

Для нивелирования этих проблем при проведении мониторинга того или иного свойства почвы необходимо оцифровать старые карты и найти географические координаты точек исследования в разные годы и у разных исследователей. Такая оцифровка проводится в программе MapInfo [1]

В дальнейшем отбор образцов почвы необходимо проводить с точной привязкой на местности с помощью навигатора. Такой подход позволит применить компьютерные программы геоинформационной системы (ГИС) [2].

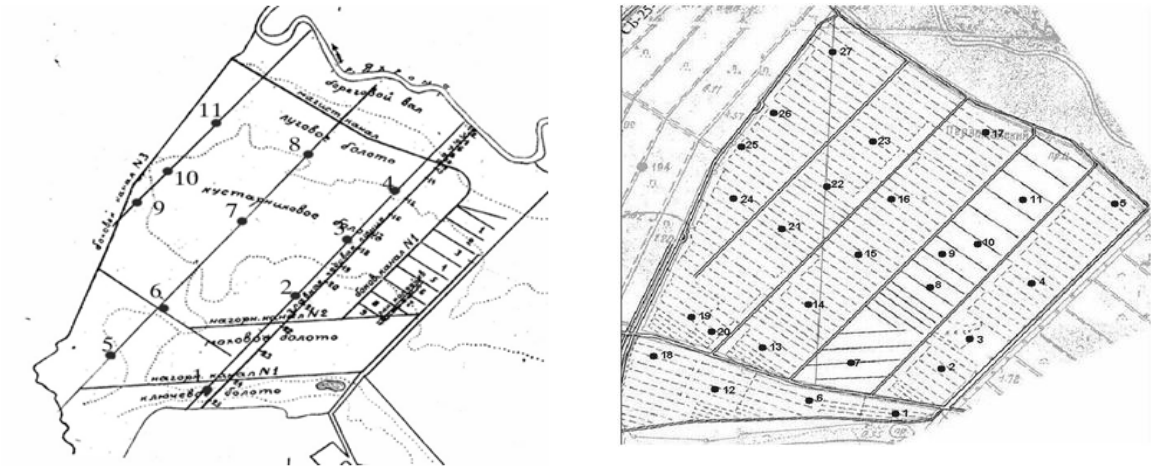
Проведение многолетнего мониторинга начинается со сбора имеющейся информации в пространстве и во времени.

В организации имеются данные по физико-химическим и биологическим свойствам с начала освоения Яхромской долины (поймы) и по насто-

ящее время. Освоение поймы начиналось с участка «Ближний» [3]. Как видим (рис.1 А), в 1922 году участок «Ближний» еще не был поделен на кварталы. Мелиорация только начиналась, и под опыты использовалась только юго-восточная часть между дорогой и боковым каналом №1. Остальная территория была еще заболочена. В указанных на карте точках были отобраны образцы и проведен их агрохимический анализ, результаты которого легли в основу серии мониторинговых наблюдений.

За последующее время территория поймы претерпела кардинальные изменения – было произведено осушение, сведение древесной и кустарниковой растительности. Естественная болотная растительность постепенно сменилась культурной и сорной. Произошли глубокие изменения водного режима и свойств торфяных и других пойменных почв [3].

В 1973 году весь участок «Ближний» уже мелиорирован, освоен и поделен на кварталы. Точки отбора образцов на этом участке в 1973 году отмечены на карте (рис.1 Б).



А *Б*

Рис.1. Точки отбора образцов в 1922 г. (А) и начиная с 1973 г по настоящее время (Б) на участке «Ближний». Дмитровский р-н, Московская обл.

Как видим, точки отбора образцов в разные годы отличаются своими координатами. И для того, чтобы проследить изменение тех или иных свойств на объекте, нельзя сравнивать результаты анализов в конкретной точке в разные годы. Но методы ГИС позволяют оценить изменение свойств по площади и сравнивать между собой интерполированные результаты для конкретных областей. Для этого нужно оцифровать карты и найти координаты точек отбора образцов в разные годы. Это легко делается в программе MapInfo [1].

В последние десятилетия для мониторинга изменения свойств торфоземов Яхромской долины нами отбирались образцы в точках с коорди-

натами, определенными для 1973 года. На местности эти точки легко найти с помощью любого навигатора.

Наряду с классическими методами обследования почвенного покрова в мониторинговых наблюдениях целесообразно использовать электрофизические методы. Эти методы (вертикальное электрическое зондирование и электропрофилирование) позволяют быстро, детально и без существенных затрат проводить измерения без нарушения целостности почвенного покрова, получая информацию для любой глубины.

Перераспределение вещества и химической энергии в ландшафте и, соответственно, в почве, неизменно отражается в величинах и закономерностях распределения электрических полей, измерение которых и определяет принципиальную возможность для проведения мониторинговых наблюдений электрогеофизическими методами.

Параметры электрических полей в каждом конкретном ландшафте определяются наиболее развитым специфическим для этого объекта процессом, отвечающим за формирование и функционирование самого ландшафта. Электрические поля объективно отражают энергетические соотношения в ландшафте между электрической и химической составляющими энергии, процессы и закономерности их распределения. Их параметры несут также информацию о многих почвенных свойствах. Это в первую очередь влажность, а при высокой влажности химический состав и другие свойства.

Предложен принципиально новый комплексный подход к мониторингу ландшафтов, основанному на обследовании электрических полей в почвах, что позволяет проводить мониторинг процессов иссушения-увлажнения, глубины залегания грунтовых вод, подтопления, засоления, опустынивания, промерзания-оттаивания, загрязнения нефтепродуктами, накопления и минерализации органического вещества и ряда других. Для изучения состояния почвенного покрова электрофизическими методами специально разработан портативный прибор «LandMapper» в нескольких модификациях [4].

Полученная информация на первом этапе должна подвергаться статистической и графической обработке. В случае многолетнего мониторинга, когда координаты точек обследования различны (см. рис. 1) наглядное представление распределения тех или иных свойств в пространстве и во времени осуществляется путем построение графиков и карт с помощью программ ГИС-технологий: MapInfo, Surfer и др.

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.

Широко применяются также графические редакторы, позволяющие создавать многослойные карто-схемы изменения тех или иных свойств. В программе PhotoShop или PaintShop удобно «расслаивать» карты. Например, поместить на разные слои границы участка, границы болот, дренажные каналы и т.д. В дальнейшем из одного такого графического файла можно получать множество различных карт с одной основой.

Аналогичные многослойные карты можно получать и непосредственно в программе Surfer. Причем карты получаются более точные, с привязкой точек на местности, с возможностью легко редактировать и менять условия построения таких карт.

Мониторинг можно также осуществлять в краткосрочном временном масштабе или при сезонных наблюдениях, с фиксированными точками отбора образцов, то есть проводить мониторинг свойств в конкретной точке. В этом случае наряду с вышеописанной ГИС-технологией картирования можно применить статистический и графический анализ (графики, диаграммы, схемы).

Рассмотрим, например, распределение зольности на участке «Ближний» в разные годы наблюдений. Так, в 1919 году распределение зольности выглядит следующим образом (рис. 2).

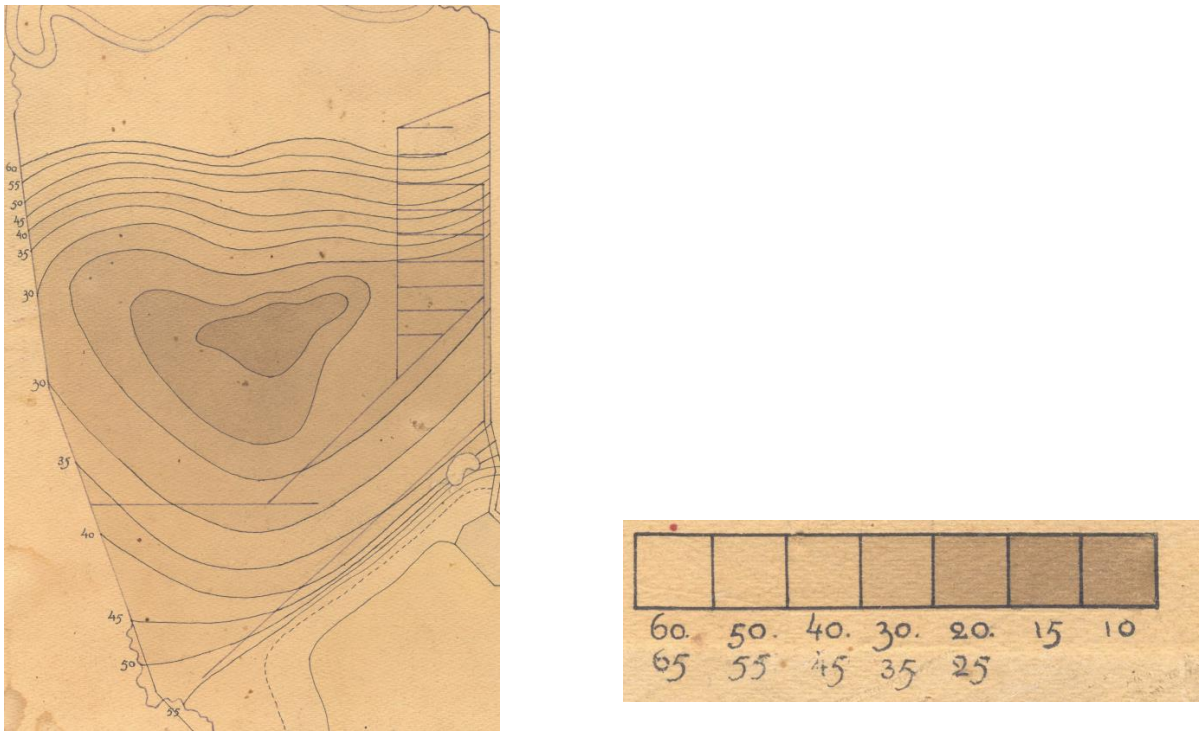
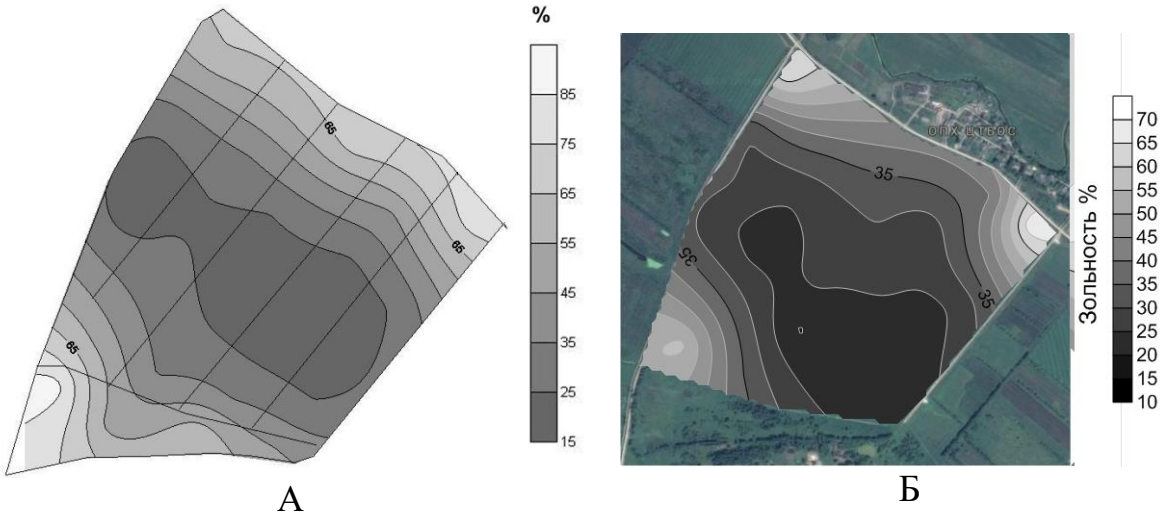


Рисунок 2 Зольность на участке «Ближний» в 1919 г. Линии одинаковой озоленности через 5%

К сожалению, в архивах не сохранились табличные данные значений зольности, но по рисунку можно оценить, что зольность менялась от 10% в центральной части до 40-60% в прирусловой части и до 40-50% в притеррасной части участка.

Таблицы со значениями зольности в 1973 в архивах есть [5]. Применение ГИС-обработки позволило получить карту распределения зольности в 1973 г. (рис. 3А). В дальнейшем в точках 1973 года, координаты которых определены в программе MapInfo, отбирались образцы и измерялись новые значения зольности, ее распределение в 2016 году представлено на рисунке 3Б. Определялись также другие агрохимические, физические, микробиологические свойства, а также электрическое сопротивление в разные годы.



А Б

Рисунок 3. Изменение зольности в 1973 г (А) и в 2016 г (Б) на участке «Ближний». Дитровский район, Московская область.

Как видим, карты распределения зольности по площади участка «Ближний» при некоторых изменениях сохранили определенное сходство. Зольность выше в прируслової и в притеррасной частях, что обусловлено включением минерального наноса благодаря разливам реки Яхрома в первом случае, и выклиниванием минерализованных грунтовых вод во втором. Тем не менее, в последнее время минимум зольности сместился в сторону притеррасной части поймы, где уже длительное время не ведется сельскохозяйственная деятельность и потому процессы минерализации торфа протекают медленнее. Здесь же располагается и эталонный участок с ненарушенной лесной растительностью, где никогда не производилась распашка и даже не закладывалась дренажная сеть.

Заключение

Таким образом, с использованием современных ГИС-технологий можно проводить мониторинг структуры почвенного покрова, химического состава и физических свойств почв любого района, в частности, Яхромской поймы. При мониторинге трансформации торфо-болотных ландшафтов и почвенного покрова необходимо выполнить следующие действия:

1) Оцифровать растровые карты объектов исследования;

2) Найти географические координаты точек отбора образцов в разные годы обследования;

3) Отобрать почвенные образцы в точках, географические координаты которых находят на местности с помощью GPS-навигатора;

4) Провести последующий анализ почвенных образцов современными и традиционными методами;

5) Построить карты различных свойств почвенного покрова с помощью программ ГИС.

6) Провести анализ картографического материала.

Литература

1. *Позднякова А.Д., Поздняков Л.А., Анциферова О.Н.* Оцифровка растровых карт в программе MapInfo // Адаптивно-ландшафтные системы земледелия – основа эффективного использования мелиорированных земель. Материалы международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 27 сентября 2017 г. Кн.1. - Тверь: Изд-во ТвГУ, 2017. – с.222-227
2. *Ковалев Н.Г., Мусекаев Д.А., Поздняков Л.А., Анциферова О.Н., Позднякова А.Д., Широкова Е.В., Дуброва М.С., Полозова В.Г., Пантелеева Т.Н.* ГИС-технологии в изучении современных почвенных процессов в антропогенно преобразованных торфяных почвах. Методическое пособие / ФГБНУ ВНИИМЗ. - Тверь: изд-во ТвГУ, 2015. - 59 с.
3. *Поздняков А.И., Ковалев Н.Г., Поздняков Л.А. и др.* Торф и эутрофные торфоземы при длительном сельскохозяйственном использовании. - Тверь: ТвГУ, 2014. - 356 с.
4. *Larisa Golovko, Anatoly Pozdnyakov and Antonina Pozdnyakova* LandMapper ERM-02: Handheld Meter for Near-Surface Electrical Geophysical Surveys // J. FastTIMES (EEGS), 2010. Volume 15, Issue 4 - Agriculture: A Budding Field in Geophysics, p.85-93
5. *Крештапова В.Н., Зубкова Г.И., Швердина В.И., Дегтярева Т.И.* Отчет по теме №2/183 «Изучение распределения содержания макро- и микроэлементов в пахотном горизонте участка первоочередного сельскохозяйственного освоения «Ясный» торфяного месторождения «Подмошье» (Яхромская пойма) Московской области и торфяного месторождения «Федурновское» Смоленской области. – Министерство Геологии РСФСР. Геологоразведочный торфяной трест «Геолторфразведка» Михневская комплексная тематическая партия, 1973 г. 108 с.

УДК 631.6: 631.445

ДИНАМИКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЫ ПРИ ИНТЕНСИВНОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

Широкова Е.В., к.с.-х.н., **Анциферова О.Н.,** к.с.-х.н.,
Магарышкина Л.С.

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

Физико-химические свойства являются важной характеристикой почвы как среды обитания растений. Они влияют на направленность почвенных процессов в экосистеме, в значительной мере определяют характер превращения и накопления элементов питания, а также внесенных в почву удобрений, тем самым оказывая влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур [1].

Интенсивное сельскохозяйственное использование, внесение физиологически кислых удобрений могут способствовать неблагоприятному изменению физико-химических характеристик почв, в том числе и мелиорированных торфяников[2-4].

В настоящей работе представлены результаты исследований динамики физико-химических свойств торфяной почвы в течение ротации овощекормового севооборота и пропашного поля. Исследования проводились на основе двухфакторного полевого опыта, в котором первым фактором была разная интенсивность сельскохозяйственного использования торфяной почвы (овоще-кормовой севооборот и пропашное поле), вторым – разработанные системы удобрений многолетних трав и овощных культур. В представленной работе для оценки влияния удобрений использовалась эмпирически подобранная для каждой культуры норма внесения NPK-удобрений на запланированный урожай – «условно оптимальная доза». После многолетних трав нормы удобрений в севообороте и пропашном поле совпадали под каждую отдельную овощную культуру.

В севообороте чередование культур было следующим: 1) горохоовсяная смесь + беспокровный посев клеверотимофеечной травосмеси; 2) многолетние травы 1 г. п.; 3) многолетние травы 2 г. п.;4) капуста; 5) морковь;6) столовая свекла. В пропашном поле культуры чередовались следующим образом: 1) морковь; 2) капуста; 3) морковь; 4) капуста 5) морковь; 6) столовая свекла.

Исследования проводились на мелиорированной низинной торфяной почве, развитой на древесном торфе, подстилаемом залежью осокового торфа, в центральной части Яхромской поймы (Дмитровский район Московской области), используемой в сельскохозяйственном производстве более 70 лет (рисунок).

Зольность торфа пахотного горизонта составляла 26,4%, степень разложения – 55-60%. Образцы почвы отбирались почвенным буром по вариантам опыта из пяти точек на двух несмежных повторностях после уборки урожая культур.

Притеррасная часть поймы*: почвенные контуры: I, I_{Ca}, I_{Fe} – низинные торфяные почвы на разнотравно-гипновых и гипновых торфах;* ***центральная часть поймы:*** *II – низинные торфяные почвы, развитые на древесном торфе, подстилаемые залежью осокового торфа; III –низинные торфяные почвы на мощном древесном торфе;* ***прирусловая часть поймы****: IV_A, IV_{AT} - торфоземы агроминеральные; 11-111 - местоположение полевого опыта в центральной части Яхромской поймы на 5 квартале стационара «Ближний»*

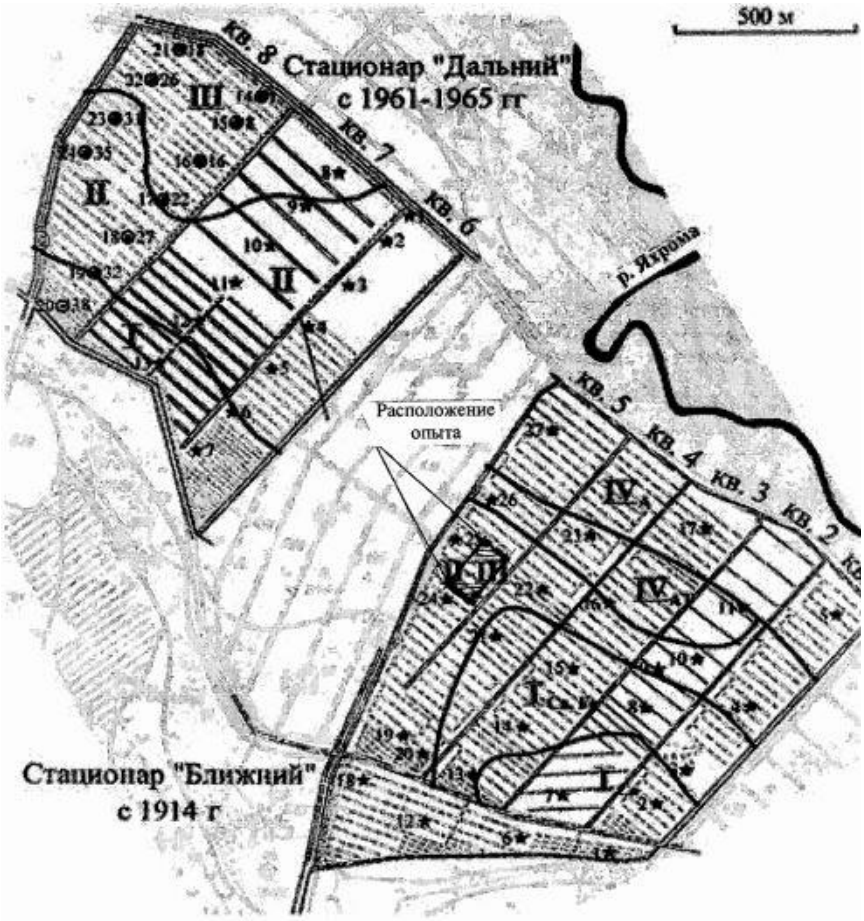


Рис. Схема расположения стационаров Дмитровского отдела ФГБНУ ВНИИМЗ и местоположение опыта

Результаты исследований показали, что *по окончанию ротации кормового звена севооборота* величины pH в пахотном горизонте торфяной почвы на контроле без удобрений остались на прежнем уровне; после внесения NPK-удобрений проявилась тенденция к увеличению этого показателя. Для пропашного поля pH повысился более существенно: для водной вытяжки с 6,1 до 6,3-6,4, для солевой – с 5,5 до 5,7-5,8 (таблица).

Таблица. Динамика физико-химических свойств пахотного горизонта торфяной почвы в овоще-кормовом севообороте и пропашном поле

Характеристика участка	pH		Hг.	$(Ca^{2+} + Mg^{2+})$	V, %
	водной	солевой	мг.экв/100 г		
Перед началом ротации севооборота					
С/о с мн.травами - б/у	6,6	5,9	31,8	162,6	83,6
NPK	6,4	5,8	32,3	160,1	83,2
Пропашное поле - б/у	6,1	5,5	31,9	154,6	82,9
NPK	6,1	5,5	31,5	153,1	82,9
После окончания ротации кормового звена севооборота					
С/о с мн.травами - б/у	6,6	5,9	30,3	149,4	83,1
NPK	6,5	5,9	30,5	149,4	83,0
Пропашное поле - б/у	6,4	5,8	33,0	148,1	81,8
NPK	6,3	5,7	31,9	145,3	82,0
После уборки капусты					

С/о с мн. травами - б/у	6,6	5,9	35,5	152,9	81,2
NPK	6,7	5,9	35,1	164,9	82,5
Пропашное поле - б/у	6,6	5,8	40,5	158,6	79,7
NPK	6,5	5,8	38,0	155,4	80,4
После уборки моркови					
С/о с мн. травами - б/у	6,4	5,8	33,1	157,2	82,6
NPK	6,3	5,7	36,2	154,2	81,0
Пропашное поле - б/у	6,3	5,6	33,1	155,6	82,5
NPK	6,1	5,5	33,3	156,1	82,4
По завершение ротации овощного звена севооборота – после уборки свеклы					
С/о с мн. травами - б/у	6,6	5,9	30,1	146,6	83,0
NPK	6,5	5,9	27,6	149,9	84,4
Пропашное поле - б/у	6,4	5,8	31,8	148,2	82,3
NPK	6,3	5,7	31,3	143,0	82,0

После трав отмечено снижение гидролитической кислотности с 31,8 до 30,3 мг.экв. /100 г почвы на неудобренном фоне и с 32,3 до 30,5 мг. экв. /100 г почвы при внесении удобрений. В пропашном поле Нг возросла: на неудобренном контроле с 31,9 до 33,0 мг.экв. /100 г почвы, при внесении удобрений менее значительно, с 31,5 до 31,9.

Отмечено существенное снижение суммы поглощенных оснований по окончанию ротации кормового звена севооборота со 160,1-162,6 до 149,4 мг.экв/100 г почвы. Произошло это и в пропашном поле, но менее выражено, чем в севообороте: на варианте без удобрений со 154,6 до 148,1мг.экв. /100 г почвы; при внесении удобрений, соответственно, со 153,1 до 145,3.

В результате указанных изменений степень насыщенности основаниями осталась в севообороте практически на том же уровне, с 83,2-83,6% в начале ротации и 83,0-83,1% – в конце, в пропашном поле этот показатель снизился практически на единицу, с 82,9% до 81,8-82,0%, благодаря более существенному увеличению Нг.

В пропашном звене севооборота, после уборки капусты физико-химические свойства изменились следующим образом: pH водной вытяжки в севообороте на неудобренном контроле остался без изменений, при внесении удобрений повысился на 0,2 единицы; в пропашном поле увеличение на 0,2 единицы pH отмечены на обоих вариантах. Для pH солевой вытяжки изменений не отмечено ни для севооборота, ни для пропашного поля. Отмечено резкое увеличение гидролитической кислотности как в севообороте (с 30,3-30,5 до 35,1-35,5мг. экв. /100 г почвы), так и в пропашном поле (с 31,9-33,0 до 38,0-40,5мг. экв. /100 г почвы). Причем при внесении удобрений, возрастание кислотности выражено меньше, чем на неудобренных контролях и в севообороте (на 4,6 и 5,2мг.экв. /100 г почвы), и в пропашном поле (на 6,1 и 7,5мг. экв. /100 г почвы).

Сумма поглощенных Ca^{2+} и Mg^{2+} увеличилась с 149,4 до 152,9-164,9 мг.экв/100 г почвы в севообороте и со 145,3-148,1 до155,4-158,6мг.экв/100 г почвы в пропашном поле. В результате отмеченных изменений степень

насыщенности почв основаниями немного снизилась: в севообороте на 0,5-1,9 % (с 83,0 до 81,2-82,5%), в пропашном поле на 1,6-2,1%,(с 81,8-80,4 до 79,7-80,4%). Как уже отмечалось выше, неблагоприятные изменения этого показателя более выражены на неудобренных контролях.

После уборки моркови показатели pH водной и солевой вытяжек немного снизились (на 0,2-0,4 ед.), причем здесь проявилась обратная тенденция: увеличение кислотности было более выражено при внесении удобрений. По показателям гидролитической кислотности произошли следующие изменения: она незначительно повысилась лишь в севообороте при внесении удобрений с 35,1 до 36,2 мг. экв./100 г почвы. В остальных случаях Нг снизилась с 35,5-40,5 до 33,1-33,3 (на2,1-7,4 мг.экв./100 г). Сумма поглощенных оснований существенно повысилась со 152,9 до 157,2 только на неудобренном контроле севооборота и незначительно – в пропашном поле при внесении NPK-удобрений, соответственно, со 155,4 до 156,14 мг.экв./100г. В результате степень насыщенности почв основаниями увеличилась на 1,3- 2,8 %, за исключением удобренных севооборотных участков, где произошло снижение этого показателя с 82,5 до 81,0%.

После уборки свеклы pH увеличился на всех вариантах, соответственно, с 6,1-6,4 до 6,3-6,6 и с 5,5-5,8 до 5,7-5,9. Гидролитическая кислотность снизилась в севообороте на 3,0-8,6 мг.экв./100 г почвы (с 33,1-36,2 до 27,6-33,8), в пропашном поле – на 1,3-2,0 мг. экв./100 г почвы (с 33,1-33,3 до 31,3-31,8 мг. экв./100 г почвы). Наиболее заметное снижение Нг отмечено на удобренных вариантах. Одновременно отмечено снижение суммы поглощенных оснований со 154,2-157,2 до 143,0-149,9мг.экв./100 г (на 4,3-12,4 мг.экв./100 г).

В итоге степень насыщенности почв основаниями возросла после уборки свеклы в севообороте с 81,0-82,6 до 83,0-84,4%,в пропашном поле отмечено незначительное уменьшение этого показателя с 82,4-82,5, до 82,0-82,3%.

В целом за ротацию севооборота произошли следующие изменения физико-химических свойств торфяной почвы:

- для показателей pH отмечено незначительное увеличение на 0,1-0,3 единицы, за исключением неудобренного варианта в севообороте, где показатели остались на прежнем уровне, соответственно, 6,6 и 5,9,для водной и солевой вытяжек. Максимальное увеличение pH (на 0,2-0,3 единицы) характерно в пропашном поле.

- гидролитическая кислотность (Нг) уменьшилась в севообороте с 31,8-32,3,2 до 27,6-30,1мг.экв. /100 г почвы. Снижение Нг в пропашном поле минимально: с 31,9-31,5 до 31,8-31,3мг.экв. /100 г почвы. Максимальное снижение гидролитической кислотности отмечено при внесении удобрений.

- для суммы поглощенных оснований (S) отмечено существенное снижение показателя в севообороте со 160,1-162,6 до146,6-149,9мг.экв.

/100 г почвы (на 10,2-16,0 2 ед.); в пропашном поле снижение менее резкое: со153,1-154,6 до143,0-148,2 мг. экв. /100 г почвы (на 6,4-10,1ед.).

- степень насыщенности почв основаниями (V), несмотря на отмеченные изменения, мало отличалась от исходных показателей. В севообороте на неудобренном контроле Vснизилась с 83,6 до 83,0%; при внесении удобрений произошло увеличение этого показателя с 83,2 до 84,4%. В пропашном поле отмечено незначительное снижение Vc 82,9% до 82,0-82,3%.

Отмеченные нами изменения физико-химических свойств торфяных почв после многолетних трав и пропашных культур, а также внутри пропашного поля, по нашему мнению, связано с разной требовательностью этих культур к условиям произрастания и питания и за ротацию севооборота (в течение 6 лет) не претерпела существенных изменений.

Капуста и столовая свекла требуют от почв нейтральной или близкой к нейтральной реакции почвенной среды, морковь хорошо растет на слабокислых торфяных почвах, как и многолетние травы. Растения берут из пахотного горизонта и нижележащих слоев почвы недостающие им элементы питания для своего роста и развития, с учетом особенностей каждой культуры, в том числе Ca и Mg, то есть те элементы, которые способны повлиять на физико-химические параметры почвы.

Благодаря возврату в пахотный горизонт значительного количества органического вещества с послеуборочными растительными остатками, происходит существенная компенсация потерь элементов питания, в том числе кальция и магния, отвечающая особенностям каждой культуры и позволяющая сохранять на высоком уровне плодородие торфяных почв, длительно используемых в сельскохозяйственном производстве [5].

Отсутствие явно выраженных негативных изменений физико-химических свойств, несмотря на интенсивную эксплуатацию низинных торфяных почв и ежегодное внесение физиологически кислых удобрений, связано также с их высокой буферностью и емкостью поглощения, благодаря большим запасам органического вещества.

Таким образом, в результате проведенных исследований нами не установлено существенных изменений физико-химических свойств пахотного горизонта торфяной почвы за ротацию севооборота ни в севообороте с многолетними травами, ни в пропашном поле, при их интенсивном использовании. Отмечено, что внесение полного минерального удобрения под сельскохозяйственные культуры, как правило, положительно влияет на физико-химические параметры низинных торфяных почв.

Литература

1. Агрохимия // под ред. акад. В.М. Клечковского и заслуж. деят. науки А.В. Петербургского. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Колос, 1967. - 583 с.,
2. Матрошилов Ю.А. Физико-химические свойства почв и их сезонная динамика // Трансформация мелиорированных торфяных почв в Приамурье. Владивосток; Хабаровск: Дальнаука, 1995, с. 73-80.

3. Моторин А. С. Изменение физико-химических свойств торфяных почв Северного Зауралья при сельскохозяйственном использовании. //Достижения науки и техники АПК, № 9, 2012, с.16-17
4. Сивков Ю.Д. Изменение свойств торфяных почв Северного Зауралья при сельскохозяйственном использовании. //Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук, г. Тюмень, 2006, 21с.
5. Широкова Е.В., Поздняков А.И., Мусекаев Д.А. Некоторые моменты воспроизводства плодородия эутрофных торфоземов за счет прихода послеуборочных растительных остатков. //Почвоведение в России: вызовы современности, основные направления развития: Материалы научной конференции с международным участием к 85-летнему юбилею Почвенного института им. В.В. Докучаева, М., 2012, с. 398-402

УДК 635.132

СОВРЕМЕННЫЙ СПОСОБ ВЫРАЩИВАНИЯ МОРКОВИ НА ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ

Фомичева Н.В., к.б.н.

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

Морковь является культурой народно-хозяйственного значения, поскольку используется как пищевой продукт, как сырье для получения каротина, и как кормовая культура. В связи с этим актуальность увеличения производства моркови не вызывает сомнения. Одним из путей повышения урожайности данной культуры является совершенствование технологии её возделывания. Разработаны и повсеместно применяются различные технологические приемы и технологии возделывания моркови столовой, обеспечивающие достаточно высокую урожайность культуры, достигаемую чаще всего за счёт применения высоких доз минеральных удобрений. В этой связи на первый план выходит экологическая проблема. Для снижения доз вносимых минеральных удобрений при возделывании моркови столовой рекомендуется применение подкормок различными биопрепаратами, регуляторами роста, гуминовыми препаратами, что обеспечивает не только увеличение урожайности, но и получение достаточно качественной экологически безопасной продукции.

Интенсивное развитие биологического земледелия требует создания новых эффективных биосредств. Перспективными являются технологии их получения, позволяющие одновременно решать несколько задач, например, утилизация органических отходов, которые могут быть использованы в составе удобрений; повышение урожайности сельскохозяйственных культур и улучшение качества сельхозпродукции; а также защита растений от болезней и вредителей. Среди всего ассортимента получаемых биосредств особое место занимают жидкие их формы, к преимуществам которых можно отнести:

– расширение возможностей использования (для замачивания семян, для корневой и некорневой подкормки на разных стадиях роста и развития растений);

– возможность смешивания с другими жидкими препаратами;

– равномерное внесение;

– быстрое взаимодействие с почвой и растениями.

Одним из весьма эффективных способов повышения урожайности моркови является некорневая обработка вегетирующих растений жидкими биосредствами, которые путем направленного воздействия на биохимические процессы в растении позволяют стимулировать их рост и развитие, повышать качество овощной культуры. При этом необходимо отметить, что некорневые подкормки не заменяют основного удобрения, а высокие урожаи овощей получают только при правильном сочетании подкормок с основным и(или) местным внесением удобрений [1].

В ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» разработана технология получения жидкого гуминового биосредства для роста и развития растений (рабочее название БоГум). В основе технологии получения БоГум лежит щелочная экстракция гуминосодержащего сырья – побочного продукта технологии получения жидкофазного биопрепарата ЖФБ для растениеводства и земледелия. Технологию получения БоГум отличает ряд преимуществ:

– установление заданных физико-химических параметров и режимов проведения процесса, способствующих получению качественной продукции;

– использование в качестве сырья побочного продукта другого производства, что позволяет достичь безотходного уровня;

– низкая себестоимость конечной продукции.

Гуминовое биосредство БоГум представляет собой жидкость темно-бурого цвета без неприятного запаха, pH не более 9. В составе БоГум содержится гуминовых кислот не менее 10 г/л; гуматов калия не менее 20 г/л; а также набор макро- и микроэлементов.

Жидкое гуминовое биосредство БоГум использовали в мелкоделяночном опыте выращивания моркови сорта *Карини* на низинной торфяной почве Яхромской поймы (Московская обл.). Торфяные почвы, в частности, низинные, имеют сложный, многокомпонентный состав. Органическая часть этих почв состоит как из растительных остатков, так и из продуктов их превращения [2]. Основное специфическое свойство торфяных низинных почв – высокое плодородие, которое определяется накоплением огромного количества органического вещества, богатого азотом. Вследствие этого азотные удобрения под овощные культуры на торфяных почвах, как правило, не вносят, так как большая часть потребности овощных культур в азоте удовлетворяется за счет минерализации органического вещества [3].

Торфяная почва Яхромской поймы относится к высокому классу обеспеченности элементами питания (P_2O_5 – 400…430 мг/кг; K_2O – 300…350 мг/кг, С – 38…41 %, pH_{KCl} – 5,35). В качестве основного удобрения в опыте вносили вразброс суперфосфат и хлористый калий в минимальном количестве – $P_{40}K_{60}$ [4]. Посев моркови осуществляли сельскохозяйственной техникой на предварительно нарезанных грядах двумя лентами (в две строчки). Размещение опытных делянок систематическое, с выделением защитных полос. Повторность трехкратная. Контролем служили учетные делянки с фоном основного минерального удобрения и без удобрений.

Растения моркови опрыскивали жидким гуминовым биосредством БоГум трижды за сезон: в фазе трех-четырех листочков, через три недели после первой обработки в фазу начала формирования корнеплодов и еще через три недели после второй обработки в фазу роста корнеплодов. Готовили три концентрации рабочего раствора биосредства путем разбавления маточного раствора БоГум водопроводной водой в соотношении 1:100, 1:300, 1:500; норма расхода рабочего раствора – 300 л/га.

Первая обработка растений в фазу 3-4-х настоящих листочков гуминовым биосредством проводилась после первой прополки моркови, когда питательные вещества необходимы не только для стимулирования роста и развития растений с целью повышения урожайности, но и для лучшего их укоренения после перенесенного стресса.

Вторая обработка растений в фазу начала формирования корнеплодов приходилась на период интенсивного нарастания вегетативной массы и начало формирования корнеплодов. При интенсивном развитии настоящих листьев первичная кора стержневого корня лопается и постепенно отмирает, а зародышевый корешок превращается в настоящий корнеплод. После этого корень моркови усиленно растет и корневые волоски, проникают в более глубокие слои почвы. В эту фазу необходимо обеспечить растения достаточным количеством калия (в частности, в составе гуминового биосредства БоГум). При недостатке этого элемента снижается фотосинтез, что в свою очередь приводит к ухудшению формирования корнеплодов и повреждению их грибными заболеваниями [5].

Третья обработка растений проводилась в фазу роста корнеплодов, в период, когда замедлялось нарастание вегетативной массы, и происходил рост корнеплодов за счет оттока питательных веществ из сформировавшихся листьев. Корнеплоды моркови начинали утолщаться и наиболее интенсивно накапливать питательные вещества [6]. Некорневая подкормка растений в этот период позволяет значительно улучшить качество будущего урожая.

Известно [7], что гуминовые вещества, как действующее начало гуминовых удобрений, обладают аккумулятивной, транспортной, регуляторной и протекторной функцией. Кроме того, гуминовые вещества, попав на

листовую поверхность, изменяют проницаемость клеточных мембран, повышают активность ферментов, стимулируют процессы дыхания, синтеза белков, углеводов и др. [8].

Необходимо отметить, что гуминовое биосредство БоГум оказывало влияние на растения не только через листовую поверхность, но и в результате прямого попадания в почву. Так, при первом опрыскивании, когда листовой поверхности моркови еще слишком мало, практически 90 % рабочего раствора используемого гуминового биосредства попадало в почву [9]. Во время следующего опрыскивания, даже при тесном стоянии растений, попадание активного раствора БоГум в почву достигало 30-40 %. В результате биосредство принимало участие в почвенных процессах трансформации (минерализации) веществ, обеспечивая растения дополнительными элементами питания. Кроме того, известно, что гуминовые вещества участвуют в формировании почвенной структуры, активизируют почвенную микрофлору, влияют на миграцию питательных элементов и т.д. [10]. Следовательно, некорневая обработка вегетирующей моркови гуминовым биосредством БоГум была направлена на активизацию роста и развития растений посредством его попадания на листовую поверхность, а также в почву. Главным критерием оценки данного двухстороннего влияния является урожайность моркови.

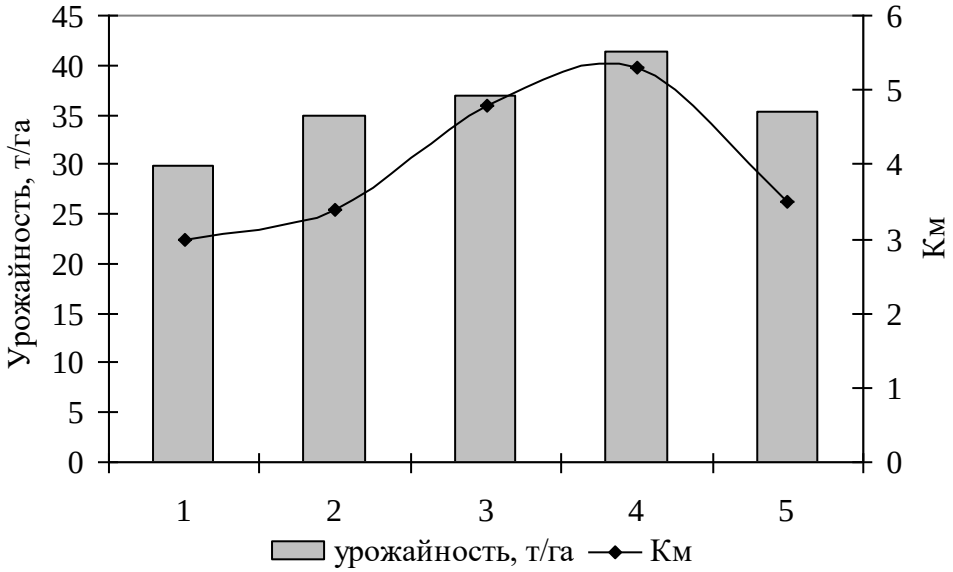
В таблице 1 представлены данные по влиянию жидкого гуминового биосредства БоГум на урожайность моркови и отдельные биометрические показатели. Из таблицы видно, что использование БоГум в разбавлении 1:300 способствовало получению максимальных значений всех представленных показателей.

Таблица 1 – Биологическая эффективность применения гуминового биосредства БоГум при выращивании моркови сорта *Карини*

Вариант опыта	Общая урожайность		Урожайность товарной продукции		Число товарных корнеплодов, шт/м^2	Сред. масса 1 товарного корнеплода, г
	т/га	± к контролю, %	т/га	± к контролю, %		
контроль б/у	29,8	-	25,0	-	32,7	76,4
контроль – фон ($Р_{40}К_{60}$)	35,0	-	26,4	-	33,8	78,2
фон + БоГум (разбавление 1:100)	37,0	5,7	28,9	9,5	35,6	81,2
фон + БоГум (разбавление 1:300)	41,4	18,3	33,6	27,3	40,0	83,9
фон + БоГум (разбавление 1:500)	35,4	0,4	28,4	7,6	34,2	83,0
$НСР_{05}$	1,88					

Для оценки уровня минерализационных процессов, протекающих в почве, использовали коэффициент минерализации Км по азоту. Коэффициент минерализации находили путем соотношения численности микроорганизмов, потребляющих минеральные формы азота к численности микроорганизмов, потребляющих органические формы азота. Самый высокий коэффициент минерализации по азоту выявлен в варианте с максимальным урожаем – при использовании рабочего раствора жидкого гуминового биосредства 1:300.

Обнаружена тесная связь урожайности моркови с коэффициентом минерализации по азоту (рис. 1). Данная зависимость описывается достоверным уравнением регрессии y = 24,8608 + 2,87663*x, коэффициент корреляции r = 0,89.



1 – без удобрений; 2 – $P_{40}K_{60}$ (фон), 3 – фон + БоГум (разбавление 1:100); 4 – фон + БоГум (разбавление 1:300); 5 – фон + БоГум (разбавление 1:500)

Рис. 1 – Зависимость урожайности моркови от коэффициента минерализации

Качество выращенной моркови оценивали по ряду показателей (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние жидкого гуминового биосредства БоГум на показатели качества моркови

Варианты	Каротин, %	Нитраты, мг/кг	Сухое вещество,
контроль б/у	6,5	225,1	7,62
контроль – фон ($P_{40}K_{60}$)	6,5	229,6	7,93
фон + гуминовое биосредство БоГум (разбавление1:300)	10,1	152,4	8,90

Содержание каротина определяли в аккредитованной испытательной лаборатории ФГБУ ГЦАС «Тверской», нитраты определяли ионометрическим методом в лаборатории массовых анализов ФГБНУ ВНИИМЗ; сухое вещество – методом высушивания до абсолютно сухой массы.

Применение некорневой подкормки вегетирующих растений моркови жидким гуминовым биосредством по сравнению с контрольными вариантами способствует увеличению содержания каротина в 1,5 раза, сухого вещества на 12 %, снижению содержания нитратов в 1,5 раза.

Таким образом, представленный способ выращивания моркови на торфяной почве включал предпосевное внесение минимального количества минеральных удобрений ($P_{40}K_{60}$) и трехкратную некорневую обработку вегетирующих растений моркови новым гуминовым биосредством БоГум в разбавлении водой 1:300 в ключевые фазы роста культуры (рис. 2).

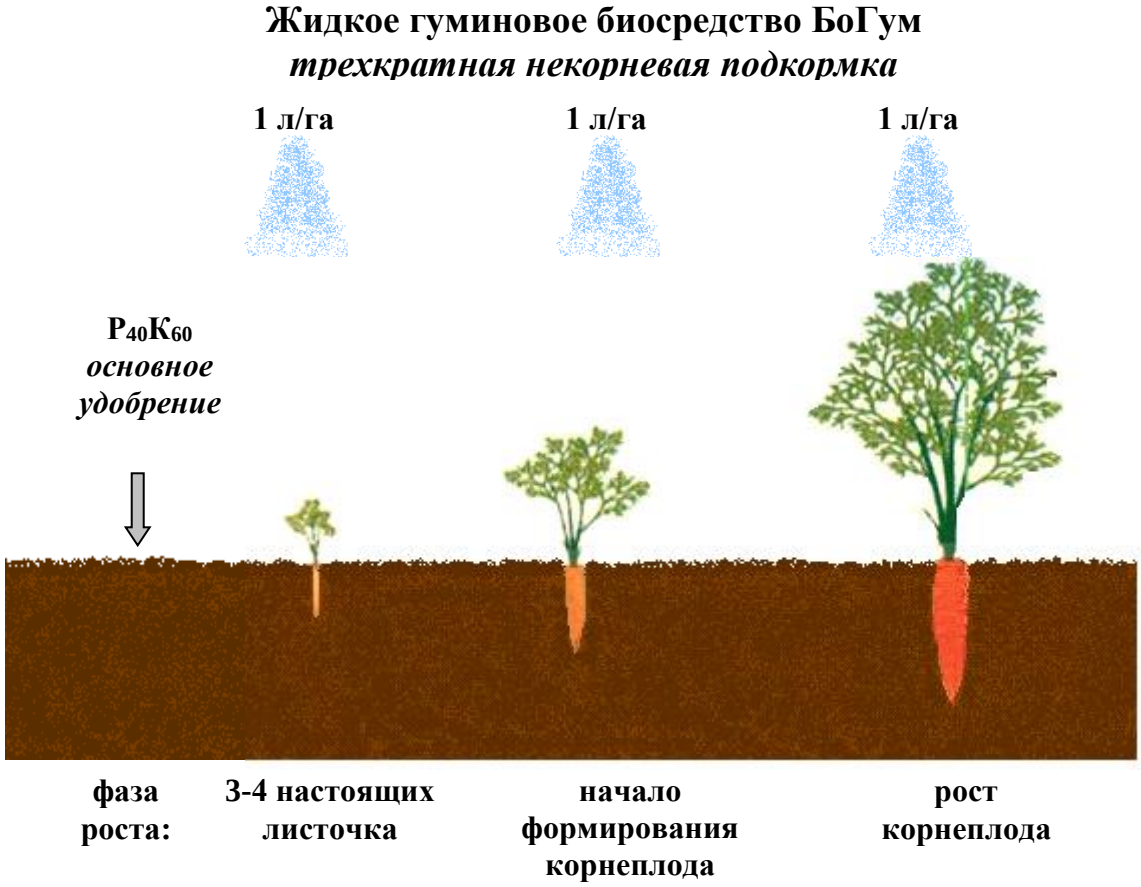


Рис. 2 – Современный способ выращивания моркови на торфяной почве

Гуминовое биосредство проникало в растения через листовую поверхность, способствуя более активному росту и развитию культуры, а также оказывало влияние на морковь через почву, где, в частности, происходило усиление минерализационных процессов, обеспечивающих растения дополнительными элементами питания. Вследствие этого наблюдалась прибавка общего урожая на 18,3 %, товарного урожая – на 27,3 %. Каче-

ство корнеплодов моркови характеризовалось увеличением содержания каротина и снижением содержания нитратов. Следовательно, благодаря применению данного современного способа выращивания моркови достигалось не только увеличение урожайности, но и улучшение качества и экологической чистоты выращиваемой продукции.

Данный способ выращивания моркови на торфяной почве является технологичным, что позволяет провести его масштабирование и осуществить в производственных условиях.

Литература

1. Марков В.М. Овощеводство / В.М. Марков. – М.: Колос, 1966. – 575 с.
2. Ефимов, В.Н. Торфяные почвы / В.Н. Ефимов. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 120 с.
3. Овощеводство открытого грунта / под ред. В.Ф. Белика. – М.: Колос, 1976. – 328 с.
4. Ковалев, Н.Г. Эффективные приемы минимизации норм минеральных удобрений под морковью при различных системах адаптивного земледелия /Н.Г. Ковалев, Е.В. Широкова, А.И. Поздняков, Д.А. Мусекаев. - Тверь: ЧуДо, 2008. – 18 с.
5. http://www.rusagroweb.ru/kultury/korneplodnye/vyrashchivanie-morkovi/kak-rastjot-morkov.html
6. http://sadovnikonline.ru/tematicheskie-stati/661-разработка-интенсивной-технологии-возделывания-моркови.html
7. https://refdb.ru/look/3072830-p4.html Титов И.Н. Отечественные биопрепараты: регуляторы роста и развития растений и гуминовые препараты для современного земледелия. Научный обзор.
8. Попов А. И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование / Под ред. Е. И. Ермакова. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004. – 248 с.
9. Внекорневое питание растений / под ред. Э.И. Шконде. – М.: изд-во Иностранной литературы, 1956. – 264 с.
10. Смирнова, Ю.В. Механизм действия и функции гуминовых препаратов / Ю.В. Смирнова, В.С. Виноградова // Агрохимический вестник. – 2004. – № 1. – С. 22 – 23.

УДК631.878/636.087.7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФА В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Васильева Е.А., к.б.н., **Лукичева Н.А.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г.Тверь, Россия

Интенсификация производства и повышение продуктивности сельскохозяйственных животных неизбежно приводит к увеличению нагрузки на животный организм и как следствие – к истощению организма и снижению времени продуктивного использования животного. Чтобы длительно поддерживать высокий уровень продуктивности сельскохозяйственных животных полноценного и сбалансированного кормления становится недостаточно и возникает необходимость использования различных стимулирующих добавок. Обычно в производстве применяют гормональные препараты и антибиотики, которые обеспечивают интенсивный рост живот-

ных и их высокую продуктивность. Но, использование подобных препаратов не может не отразиться на качестве получаемой сельскохозяйственной продукции.

Поэтому учёные и сельхозпроизводители озадачены поиском новых биопрепаратов, которые бы помогали сохранить здоровье животного организма, обеспечивая высокий уровень продуктивности и высокое качество получаемой сельскохозяйственной продукции. В последнее время на российском рынке появилось много различных биопрепаратов и кормовых добавок с адсорбирующими, пробиотическими свойствами. В поисках новых биопрепаратов многие исследователи, в том числе обращают внимание и на такой уникальный природный ресурс как торф.

По определению, торф – горючее полезное ископаемое, образующееся в процессе естественного отмирания и неполного распада болотных растений в условиях избыточного увлажнения и затрудненного доступа воздуха. Торф, являясь ценным полезным ископаемым, содержит в своём составе множество полезных веществ, которые применяются в разных формах в различных отраслях производства: в сельском хозяйстве, в медицине, в промышленности. Органическая масса торфа условно делится на следующие группы: вещества, извлекаемые органическими растворителями; они состоят из восков, парафинов и смол и объединяются термином битумы торфа; вещества, извлекаемые из торфа холодной и горячей водой, а также растворяющиеся в воде после гидролиза в присутствии минеральных кислот; в эту группу соединений входят сахара, пектиновые вещества и полиурониды и клетчатка; гуминовые вещества, извлекаемые из торфа растворами щелочей; и негидролизуемые вещества (лигнин); в эту группу соединений входят также вещества группы кутина и суберина [1].

В растениеводстве широко используют торф в качестве удобрения в натуральном виде, но более рационально и эффективно его перерабатывать в специальные твердые и жидкие удобрения и препараты. Например, в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ) разработана технология переработки торфа и отходов животноводства в компост многоцелевого назначения (КМН). КМН по своим агрохимическим свойствам является комплексным удобрением, содержащим все макро (азот, фосфор, калий) и микро (медь, цинк, бор, магний и др.) элементы питания растений. Наличие в составе КМН кальция способствует снижению кислотности почв [2]. Отделом биотехнологий ФГБНУ ВНИИМЗ разработаны технологии получения из торфа жидкофазного биопрепарата для растениеводства и земледелия, которое не только стимулирует рост растений, но и улучшает почвенное плодородие, жидкого гуминового биосредства – Богум [3, 4]. Удобрения на основе торфа в жидком виде очень удобны для использования. Они сразу содержат необходимое количество сопутствующих элементов, обогащающих их состав.

Известно, что гуминовые вещества торфа стимулируют рост растений, обладают протекторными свойствами, повышают качество и товарный вид продукции. Гуматы помогают иммунитету растения бороться с

патогенной микрофлорой, ускоряют обмен веществ и активизируют все жизненные процессы. Внесение гуминовых веществ торфа оздоравливает почву и позволяет растениям гораздо лучше усваивать микроэлементы, улучшает обмен веществ растений. Они очень быстро развивают хорошую корневую систему. Гуматы безвредны для человека и животных.

Свойство гуматов торфа активизировать клеточный рост решает проблему применения стимуляторов и в животноводстве. В этой отрасли сельского хозяйства препараты на основе торфа пока не достигли такого распространения, как в растениеводстве, но это направление успешно развивается. На российском рынке можно найти целый ряд биопрепаратов для животных на основе гуматов торфа. Например, оксидат торфа — 4-%ный концентрат торфа, который представляет собой жидкость коричневого цвета с нейтральной реакцией, хорошо растворимую в воде со специфическим запахом, содержит в своем составе гуминовые, нафтеновые (карбоновые), фульвовые кислоты до 98%, фенолы, хиноны, полисахариды, моносахариды, комплекс аминокислот, широкий спектр макро-микроэлементов. Препарат стимулирует реакции клеточного иммунитета, усиливает фагоцитоз, повышает концентрацию иммуноглобулинов, лизоцимную и бактерицидную активность сыворотки крови и биологических жидкостей. Повышает резистентность организма к острым респираторным и желудочно-кишечным заболеваниям, стимулирует рост и развитие животных и птиц. Нормализирует обмен веществ, пищеварительные и биохимические процессы. Применение оксидата торфа в качестве премикса приводит к снижению уровня заболеваемости птиц, животных, способствует повышению сохранности поголовья, увеличению привесов, снижению расхода корма за счет стабилизации функций желудочно-кишечного тракта, повышения усвояемости питательности веществ кормовых рационов [5].

Также успешно применяют в животноводстве и птицеводстве препарат «Гумитон», в производстве которого используется торф. Препарат включает в свой состав биологически активные гуминовые и фульвокислоты, аминокислоты, макро и микроэлементы, витамины, и представляет собой темно-коричневую жидкость, хорошо растворимую в воде. В экспериментах и производственных испытаниях показано, что Гумитон обладает адаптогенным эффектом, снижает заболеваемость и повышает продуктивность сельскохозяйственных животных и птицы. Укрепляет иммунную систему организма животных, повышает устойчивость к заболеваниям и неблагоприятным факторам (стрессу, перепаду температур и др.), способствует лучшему перевариванию и усвоению кормов, стимулирует процессы кроветворения [6].

Еще одна разработка российских учёных в данной области – кормовая добавка для всех сельскохозяйственных животных и птиц «Фульвогумат КОРМ», с фульвовой кислотой, скваленом, ненасыщенными жирными кислотами. Препарат представляет собой гумата калия-натрия 406% водный раствор универсального применения (перорально, наружно, подкожно) для стимуляции обменных процессов, ускорения прироста живого веса и повы-

шения продуктивности, усиления общего иммунного ответа, лучшего усвоения питательных веществ и повышения эффективности кормления [7].

Введение в рацион гуминовых кормовых добавок обеспечивает получение экологически чистой сельскохозяйственной продукции (мясо, субпродукты, молоко, яйца), обогащенной витаминами А, B_2 и минералами, что благоприятно влияет на показатели здоровья потребителей.

Использование гуминовых препаратов в качестве кормовых добавок наиболее полно изучено на примере высокопродуктивной птицы (бройлерах). Установлено, что введение в рацион бройлеров гумата натрия активирует синтетическую фазу белкового обмена, в результате чего повышается прирост массы в среднем на 10%, а сохранность птиц на 5-7% [8].

Изучение токсичности гумата натрия на 5-ти поколениях белых крыс показало, что гумат не вызывает эмбриотоксичности и тератогенности, а, наоборот, активизирует рост и развитие животных и увеличивает численность приплода в 4-ом и 5-ом поколениях [9].

Таким образом, использование торфа для производства биопрепаратов и кормовых добавок – перспективное направление исследований, которое позволит более рационально использовать природные ресурсы, сохранить здоровье животных и обеспечить их высокую продуктивность и качество получаемой продукции.

Литература

1. Продукты переработки торфа для животных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://studbooks.net/1744572/geografiya/produkty_pererabotki_torfa_zhivotnh- Загл. с сайта.
2. Патент РФ №2112764 Способ получения компоста многоцелевого назначения / Ковалев Н.Г., Малинин Б.М., Туманов И.П. от 10.06.1998.
3. Патент РФ № 2365568 Способ получения жидкофазного биосредства для растениеводства и земледелия / Рабинович Г.Ю., Фомичева Н.В., Смирнова Ю.Д. – 2009. Бюл. № 24.
4. Патент РФ № 2520144 Способ получения жидкого гуминового удобрения / Фомичева Н.В., Рабинович Г.Ю. – 2014. – Бюл. № 17.
5. Безуглова О.С., Зинченко В.Е. Применение гуминовых препаратов в животноводстве. - Достижения науки и техники АПК, 2016. – 93 с.
6. Применение в животноводстве кормовой добавки Гумитон на основе биологически активных соединений торфа / Н.М. Белоусов, С.Н. Удинцев, Т.П. Жилякова, Э.В. Титова, П.А. Кравецкий, Л.В. Касимова, В.А. Сибагатов, В.А. Копанев, Д.П. Мельников, Т.В. Лычева, В.А. Синицын. — Москва: Издательство ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2012. —232с.
7. Фульвогумат КОРМ – стимулятор роста для птиц и животных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://vetagro61.ru/p318674496-fulvogumat-korm-stimulyator.html – Загл. с сайта.
8. Поливанов М.А. Применение торфа и продуктов его переработки в сельском хозяйстве. - Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015. - 175 с.
9. Животноводство ООО НВП гумат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ooonvpgumat.com.ua/gumat/gumat-rekomendacii/zhivotnovodstvo.html –Загл. с сайта.

РАЗДЕЛ VI. Эффективное использование почвенных и водных ресурсов

УДК 631.67

УПРАВЛЕНИИ ОРОШЕНИЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА ДИНАМИКИ ПОЧВЕННЫХ ВЛАГОЗАПАСОВ

Лихацевич А.П., д.т.н., член-корр. НАН Беларуси, **Латушкина Г.В.,** к.т.н.
РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь
Романов И.А., Набздоров С.В., аспиранты
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г.Горки, Беларусь

Введение. Актуальность орошения сельскохозяйственных культур в последние годы существенно повысилась и распространилась на регионы, которые традиционно входили в зону избыточного увлажнения. Особенно эффективно и экономически оправдано, например, на территории Беларуси, орошение овощных и влаголюбивых кормовых культур. Но развитие орошаемого земледелия и повышение его экономической эффективности в регионах с неустойчивым климатом сдерживается отсутствием доступной рядовому агроному методики управления поливами при изменчивой погоде, когда жаркие и засушливые периоды стохастически (непредсказуемо) чередуются с прохладными и дождливыми.

Основным показателем необходимости полива является изменяющееся в процессе вегетации иссушение корнеобитаемого слоя почвы, которое в основном определяется текущим водопотреблением сельскохозяйственных культур и выпадающими атмосферными осадками. Контроль за динамикой почвенных влагозапасов осуществляется либо периодическими замерами почвенной влажности непосредственно в поле, либо через расчет водного баланса почвы, в котором суммарный расход влаги полем (испарение влаги почвой и транспирации растениями), является одним из основных характеристик, определяющих поливной режим сельскохозяйственных культур. От правильности расчета составных элементов водного баланса орошаемого поля, включая водопотребление, во многом зависит эффективность организации и проведения поливов.

Наиболее достоверные данные о водопотреблении орошаемого поля в различных почвенно-климатических условиях получают путем непосредственных полевых измерений с использованием лизиметров. Однако для получения таких данных требуются большие затраты труда и времени. В связи с этим для определения водопотребления растений при установлении эксплуатационного режима поливов наиболее удобно использовать расчетные методики и, в частности, хорошо разработанный в СССР в 70-е го-

ды XX века биоклиматический метод.

В основе биоклиматического метода лежит установленный теоретически и проверенный экспериментально факт, что расход влаги полем при оптимальной влажности почвы определяется только теплоэнергетическими ресурсами атмосферы, простейшими показателями которых являются дефицит влажности и температура воздуха в приземном слое. Неоднократно было подтверждено, что с использованием данных показателей при помощи известных расчетных методик можно осуществлять управление водным режимом на орошаемых полях [1, 2].

Однако, как показала практика, во-первых, оперативность и качество управления орошением зависит от продолжительности расчетного интервала и традиционно используемый шаг водобалансового расчета, продолжительностью в одну декаду, не позволяет гарантировать точность определения дат начала и завершения поливов [3]. Во-вторых, сложности возникают в определении среднесуточных дефицитов влажности и температур воздуха, для чего требуются близко расположенные специально оборудованные метеопосты или метеостанции, что не всегда имеет место в полевых условиях.

Осредненные за несколько суток (неделю, декаду) дефициты влажности, среднесуточные и максимальные суточные температуры воздуха тесно коррелируют между собой [4]. Этот факт позволяет использовать максимальные температуры воздуха при практической реализации биоклиматического метода водобалансового расчета. Известно, что максимальные за сутки температуры воздуха существенно проще измерять самим, поскольку для этого требуется только один замер в сутки.

Результаты и обсуждение. Усовершенствованная методика расчета динамики почвенных влагозапасов с использованием в качестве показателя теплоэнергетических ресурсов атмосферы максимальных температур воздуха разработана и реализована на базе компьютерных программ «Excel». Управление орошением ведется по результатам посуточного водобалансового расчета [5]. Максимальное суточное водопотребление орошаемой культуры, которое имеет место при биологически оптимальных влагозапасах почвы, рассчитывается по формуле:

$$E_{mi} = k_{ti} \frac{1}{10} \sum_{i-9}^{i} t_{mi}, \qquad (1)$$

где k_{ti} – биотермический коэффициент орошаемой культуры в i-е расчетные сутки мм/град; 10 – число суток, за которые выполняется осреднение максимальных суточных температур воздуха; $\sum_{i-9}^{i} t_{mi}$ – сумма максимальных суточных температур воздуха за 10 суток (включая текущую дату, за которую определяется водопотребление, и предыдущие 9 суток),

град; t_{mi} – максимальная суточная температура воздуха в i-е расчетные сутки, град.

Через присутствие в формуле $\frac{1}{10}\sum_{i-9}^{i} t_{mi}$ учитывается фактор «памяти растений», т.е. влияния на максимальное водопотребление орошаемой культуры предыдущих условий вегетации (температурного режима в предыдущие 10 суток).

Биотермические коэффициенты, отражающие биологические особенности культур и фазы их развития, соответствуют приращению водопотребления орошаемой культуры (мм) при повышении температуры воздуха на один градус. Для условий Беларуси на основании расчетов с использованием данных многолетних метеорологических наблюдений по метеорологическим станциям получены биотермические коэффициенты для основных орошаемых овощных культур и многолетних трав трехукосного использования (таблица 1).

Таблица 1 – Биотермические коэффициенты k_t, по декадам от возобновления вегетации

Декады	Биотермические коэффициенты					
	Капуста среднепоздних сортов	Морковь	Свекла столовая	Лук	Картофель	Мн. травы трехукосного использования
0	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,12
1	0,12	0,08	0,08	0,07	0,07	0,13
2	0,14	0,09	0,09	0,08	0,08	0,14
3	0,15	0,10	0,11	0,11	0,11	0,16
4	0,16	0,12	0,13	0,15	0,15	0,14
5	0,17	0,14	0,15	0,19	0,19	0,11
6	0,18	0,17	0,16	0,24	0,24	0,12
7	0,18	0,18	0,17	0,26	0,27	0,13
8	0,15	0,18	0,16	0,22	0,22	0,15
9	0,13	0,17	0,14	0,17	0,17	0,14
10	0,11	0,13	0,13	0,11	0,11	0,10
11	0,09	0,10	0,10	0,07	0,07	0,12
12	0,08	0,08	-	-	-	0,13

Примечания:

1. Отсчет декад с соответствующими биотермическими коэффициентами ведется для капусты от декады высадки рассады, для моркови, свеклы столовой, лука и картофеля – от всходов растений, для многолетних трав – с декады начала активной вегетации трав (третья декада апреля или первая мая).
2. Биотермический коэффициент нулевой декады, для овощных культур, равный 0,06 и многолетних трав – 0,12, применяется в пошаговых водобалансовых расчетах до тех пор, пока не наступят условия, указанные в п.1.

Как видно из таблицы 1 биотермические коэффициенты овощных культур за период вегетации изменяются в пределах 0,07-0,27, многолетних трав – 0,10-0,16. Если рассматривать биотермические коэффициенты по культурам, то анализ показывает следующее:

Капуста среднепоздних сортов. Учитывая высокую требовательность капусты к влаге, начиная с посадки биотермические коэффициенты с первых декад вегетации значительно превышают значения биотермических коэффициентов для других овощных культур 0,12 против 0,07-0,08. Свои особенности имеет изменение биотермических коэффициентов по фазам вегетации капусты. В первой фазе вегетации (посадка – начало завязывания кочана) биоклиматические коэффициента постепенно возрастают от 0,12 до 0,17. Во второй половине этого периода идет интенсивный рост вегетативной массы капусты, с этим связан значительный расход влаги. Во вторую фазу (начало завязывания кочана - начало технической спелости) происходит развитие репродуктивных органов капусты, начинает формироваться урожай, в связи с чем, растения испытывают повышенную потребность во влаге – биотермические коэффициенты в этот период достигают наибольшего своего значения – 0,18. В третью фазу происходит созревание кочана капусты, в этот период биотермические коэффициенты снижаются с 0,15 до 0,08.

Столовые корнеплоды. Столовая свекла и морковь отзывчивы на умеренно повышенную влажность почвы. В первую фазу вегетации (всходы – рост зеленой массы) значения биоклиматических коэффициентов изменяются в пределах от 0,07 до 0,13. В период максимального прироста корнеплодов биотермические коэффициенты возрастают до 0,18. В фазу созревания значения биотермических коэффициентов этих культур постепенно снижаются до 0,08.

Лук. Эта культура обладает высокой отзывчивостью на влажность почвы. Лук, развивая малую поверхность листьев, очень слабо защищает почву от испарения. Наименьшие значения биотермические коэффициенты лука имеют в фазу (посев-всходы). В период (всходы-формирование луковицы) значения биотермических коэффициентов постепенно возрастают с 0,08 до 0,15. В период (формирование луковицы - техническая спелость) биотермические коэффициенты возрастают до 0,26, а в период созревания постепенно снижаются до 0,07.

Картофель. Картофель предъявляет повышенные требования к равномерному и достаточному увлажнению почвы в периоды бутонизации, цветения и особенно в период нарастания клубней. В период посадка-всходы биотермические коэффициенты изменяются от 0,07 до 0,11. В период бутонизация-цветение они возрастают до 0,24. Набольшее значение имеют в период нарастания клубней. При увядании ботвы биотермические коэффициенты постепенно снижаются до 0,07.

Многолетние травы. Биотермические коэффициенты для многолетних трав трехукосного использования изменяются, как представлено в таблице, согласно циклам укосов. Рассчитанное по зависимости (1) максимальное водопотребление (E_{mi}) имеет место только при достаточном увлажнении почвы. Чтобы учесть уровень фактических влагозапасов почвы при водобалансовых расчетах вводится коэффициент φ_i, который учитывает зависимость водопотребления в i-е сутки от степени увлажненности почвы и определяется по формуле [6]:

$$\varphi_i = exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{W_{HB}}{W_{Hi}} - 1 \right)^2 \right], \qquad (2)$$

где W_{HB} – влагозапасы расчетного слоя почвы при наименьшей влагоемкости, мм;

W_{Hi} – фактические влагозапасы в i-е сутки, мм.

Фактическое водопотребление в расчетные сутки равно

$$E_i = \varphi_i E_{mi}, \qquad (3)$$

Таким образом, определение суточного водопотребления производится поэтапно. Сначала находим максимальное водопотребление в i-е сутки при достаточном увлажнении почвы, а затем определяется фактическое водопотребление, учитывающее уровень фактического увлажнения почвы в конкретные сутки.

Таблица 2. Фрагмент водобалансового расчета при управлении дождеванием

Капуста среднепоздних сортов, выращивается на супесчаных почвах (месяц - июнь)

$W_{НВ}$ = 135 мм; $W_{ПВ}$ = 250 мм; $W_{ПП}$ = 115 мм; m = 20 мм.

№ п/п	дата	$W_{нi}$	P	m	K_{tm}	t_m	$\sum t_m$	$\sum t_m/n$	E_{mi}	φ	E_i	$C_{пi}$	$C_{гi}$	W_{ki}
52	1	129	33		0,16	25,8	221,5	22,2	3,5	0,999	3,5	0	0,0	158,4
53	2	158,4	0		0,16	27,5	229,3	22,9	3,7	0,989	3,6	0	9,9	144,9
54	3	144,9	0		0,16	27,8	237,1	23,7	3,8	0,998	3,8	0	3,1	138,1
55	4	138,1	0		0,16	19,1	232,2	23,2	3,7	1,000	3,7	0	0,0	134,3
56	5	134,3	0		0,16	20,6	224,8	22,5	3,6	1,000	3,6	0	0,0	130,7
57	6	130,7	0		0,16	24,9	229,2	22,9	3,7	0,999	3,7	0	0,0	127,1
58	7	127,1	0		0,16	27,4	239,1	23,9	3,8	0,998	3,8	0	0,0	123,3
59	8	123,3	0		0,16	21,6	240,4	24,0	3,8	0,995	3,8	0	0,0	119,4
60	9	119,4	0		0,16	21,4	239,9	24,0	3,8	0,992	3,8	0	0,0	115,6
61	10	115,6	0		0,16	22,5	238,6	24,0	3,8	0,986	3,8	0	0,0	111,9
62	11	111,9	0		0,17	20,8	233,6	23,4	4,0	0,979	3,9	0	0,0	108,0
63	12	108,0	0		0,17	24,9	231,0	23,1	3,9	0,969	3,8	0	0,0	104,2
64	13	104,2	10		0,17	28,2	231,4	23,1	3,9	0,957	3,8	0	0,0	110,4
65	14	110,4	0	20	0,17	30,5	242,8	24,3	4,1	0,975	4,0	0	0,0	126,4
66	15	126,4	0		0,17	24	246,2	24,6	4,2	0,998	4,2	0	0,0	122,2
67	16	122,2	0		0,17	21	242,3	24,2	4,1	0,995	4,1	0	0,0	118,1
68	17	118,1	0		0,17	20	234,9	23,5	4,0	0,990	4,0	0	0,0	114,2
69	18	114,2	0		0,17	22	235,3	23,5	4,0	0,983	3,9	0	0,0	110,2
70	19	110,2	0,2	20	0,17	19,8	233,7	23,4	4,0	0,975	3,9	0	0,0	126,5
71	20	126,5	0,3		0,17	18,7	229,9	23,0	3,9	0,998	3,9	0	0,0	122,9
72	21	122,9	0,2		0,18	22,5	231,6	23,2	4,2	0,995	4,1	0	0,0	119,0
73	22	119,0	0		0,18	20,5	227,2	22,7	4,1	0,991	4,1	0	0,0	114,9
74	23	114,9	0		0,18	23	222,0	22,2	4,0	0,985	3,9	0	0,0	111,0
75	24	111,0	0		0,18	20,5	212,0	21,2	3,8	0,977	3,7	0	0,0	107,3
76	25	107,3	0	20	0,18	22	210,0	21,0	3,8	0,967	3,7	0	0,0	123,6
77	26	123,6	0		0,18	22,3	211,3	21,1	3,8	0,996	3,8	0	0,0	119,8
78	27	119,8	0		0,18	21,6	212,9	21,3	3,8	0,992	3,8	0	0,0	116,0
79	28	116,0	0		0,18	22	212,9	21,3	3,8	0,987	3,8	0	0,0	112,3
80	29	112,3	0		0,18	24	217,1	21,7	3,9	0,980	3,8	0	0,0	108,4

В таблице 2 в качестве примера представлен фрагмент расчета эксплуатационного режима орошения капусты среднепоздних сортов с использованием максимальной температуры воздуха.

Определение сроков поливов осуществляется на основании посуточных водобалансовых расчетов. Для территорий с отсутствием влияния грунтовых вод на водный баланс расчетного слоя почвы

$$W_{ki} = W_{ni} + P_i + m_i - E_i - C_n - C_г \,, \qquad (4)$$

где i – порядковый номер текущих суток, начиная от даты начала расчета; W_{ki} – влагозапасы расчетного слоя почвы на конец i-х суток, мм; W_{ni} – влагозапасы расчетного слоя почвы на начало i-х суток, мм; P_i – осадки за i-е сутки, мм; m_i – поливная норма (нетто), если в i-е сутки выполнен полив начальной позиции, мм; φ_i – коэффициент, учитывающий зависимость водопотребления растений от увлажненности почвы в i-е расчетные сутки; E_{mi} – максимальное водопотребление орошаемой культуры (суммарное испарение) за i-е расчетные сутки (при содержании влаги в расчетном слое почвы на уровне наименьшей влагоемкости), мм; C_n – величина поверхностного стока в период выпадения обильных осадков, мм; $C_г$ – величина внутрипочвенных сбросов излишков осадков и поливных вод за пределы расчетного слоя в периоды переувлажнений, мм.

Результатом ежедневного водобалансового расчета, по которому определяют дату начала полива площади, являются почвенные влагозапасы в расчетном слое на конец текущих суток. Они же являются начальными влагозапасами на начало следующих суток и т.д. Подробный алгоритм расчета представлен в [5].

Заключение. Водопотребление – основная расходная статья водного баланса при расчете эксплуатационного режима орошения сельскохозяйственных культур. Для определения водопотребления нами рекомендуется использовать усовершенствованный биоклиматический метод, связывающий суточное водопотребление орошаемого поля с максимальной суточной температурой воздуха, осредненной за предыдущую декаду, включая дату расчета текущих почвенных влагозапасов. Биологические особенности культур и фазы их развития учитываются через биотермические коэффициенты.

Управление поливами на основе расчетного метода контроля динамики влагозапасов почвы с использованием усовершествованного биоклиматического метода определения водопотребления орошаемых культур позволяет значительно снизить трудоемкость получения необходимых данных для определения сроков полива и повысить оперативность и качество управления орошением.

Литература

1. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения: справочник. –М.: ФГБНУ "Росинформагротех". – 2015. – С. 42-58.
2. Бородычев В.В., Лытов М.Н. Алгоритм решения задачи управления водным режимом при орошении сельскохозяйственных культур // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. – №1. – С.8-11.

3. Оценка влияния продолжительности расчетного интервала на точность водобалансового расчета при неустойчивых погодных условиях / А.П. Лихацевич, И.А. Романов // Мелиорация. – 2017. – №2. – С. 5-9.
4. Дождевание сельскохозяйственных культур: основы режима при неустойчивой естественной влагообеспеченности / А.П. Лихацевич. – Мн.: Белорусская наука, 2005. – 278 с.
5. Лихацевич А.П., Латушкина Г.В., Романов И.А., Набздоров С.В. Усовершенствованный алгоритм управления орошением в производственных условиях / Мелиорация: современные методики, инновации и опыт практического применения // Материалы Международной научно-практической конференции. – Минск: Беларуская навука. – 2017. – С. 30-40.
6. Оросительные системы. Правила проектирования: ТКП/ПР 45-3.04.2009 (02250). – Введ. 29.12.2009. – Минск, 2010. – 74 с.

УДК 631.3.07

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПОЛИВЕ МНОГООПОРНЫМИ ДОЖДЕВАЛЬНЫМИ МАШИНАМИ КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ

Рязанцев А.И. д.т.н., профессор[1], **Антипов А.О.** к.т.н.[2],
Ахтямов А.А.[1], Евсеев Е.Ю.[1]
[1]ФГБОУ ВО Рязанский агротехнологический университет им. П.А. Костычева, г. Рязань, Россия
[2]ГОУ ВО МОГосударственный социально гуманитарный университет, г.о. Коломна, Россия

Основополагающей характеристикой применения широкозахватных дождевальных машин (рисунок 1) «Фрегат» и «Кубань-ЛК1» (рисунок 2) является их энергоемкость полива.

Рис. 1. Общий вид дождевальной машины «Фрегат»

Рис. 2. Общий вид электрифицированной многоопорной дождевальной машины «Кубань – ЛК1»

Существующая технология полива дождевальной машиной «Фрегат» предусматривает равномерное распределение слоя искусственного дождя по всему орошаемому сектору. Однако, это оказывает пагубное влияние при дождевании на сложном рельефе, так как на участках склона с более высокой предполивной влажностью происходит обильное увлажнение почвы и интенсивное клеобразование машины, а также, проявление водной почвенной эрозии.

Предлагаемая технология полива на склоновых землях включает корректировку поливной нормы в процессе перемещения машины по уклону таким образов, чтобы варьирование слоя дождя выравнивало влажность почвы, а соответственно обеспечивало бы достаточную проходимость «Фрегата» с наименьшими энергетическими затратами на движение [2, 3].

Основой для определения элементов предлагаемой технологии полива являются данные, отражающие изменчивость предполивной влажности почвы по склону. По этим данным орошаемый участок условно делится на зоны с относительно одинаковой предполивной влажностью почвы.

Для полива на склоне широкозахватную дождевальную машину размещают поперек склона, затем по мере передвижения ее по склону через каждую заданную часть орошаемого круга с относительно одинаковой предполивной влажностью осуществляют корректировку поливной нормы в соответствии с графиком варьирования предполивной влажности. Посредством корректировки поливной нормы в процессе передвижения машины по склону обеспечивается подача меньшего слоя осадков на участки, имеющие высокую предполивную влажность, и увеличение слоя осадков на участках с низкой предполивной влажностью [4].

Такая технология позволяет не только снизить опасность проявления ирригационной эрозии почв, но и сэкономить значительное количество поливной воды, а также повышать несущую способность почвы в местах понижения.

При этом средняя глубина колеи под колесами «Фрегата» после четырех проходов не превышала 10-12 см, против её значений, без водоподачи, 18…25 см, при максимальных её значениях в переувлажненных местах, до 30 и более см [5, 6].

В целом снижение энергетических затрат на движение «Фрегата», при внедрении усовершенствованной технологии полива, составило в пределах 60 – 70%.

Развиваемый электродвигателями опорных тележек электрифицированных дождевальных машин, «Кубань - ЛК1», крутящий момент через трансмиссию передается на ведущие колеса, величина которого определяется по зависимости:

$$M_к = M_Д * j_{mp} * ŋ_{mp} \quad (1)$$

где $M_д$- крутящий момент электродвигателя;

j_{mp}- передаточное число трансмиссии;

$ŋ_{mp}$ - коэффициент полезного действия.

При анализе затрат мощности основной характеристикой опорной тележки является тяговый показатель ($ŋ_т$), который выражают в виде произведения трех коэффициентов полезного действия, учитывающих, кроме потерь в приводе ($ŋ_{тр}$), затраты на буксирование ($ŋ_б$) и перекатывание ($ŋ_f$):

$$\eta_т=\eta_{тр}*\eta_б*\eta_f \quad (2)$$

Коэффициенты η_f и $\eta_б$ характеризуют тяговые качества опорной тележки, а их произведение называется коэффициентом полезного действия ходовой системы $\eta_{тр}$. Величина его у опорных тележек машины колеблется в больших пределах и в основном зависит от условий работы, конструкции и параметров ходовой системы, а также весовой нагрузки.

В начальный период создания многоопорных дождевальных машин кругового действия в качестве привода их тележек применялись различного вида конструкции с использованием энергии воды, так называемые гидроприводы.

Учитывая недостатки гидропривода поршневого типа (низкий КПД, увеличенные затраты мощности и материалоемкости, значительный объем сливаемой воды из гидроцилиндров, ухудшающих равномерность полива) предопределили разработку и создание гидропривода сильфонного типа, которые использовались на широкозахватной и другой поливной технике [5].

Однако, указанный тип привода, частично устранявший недостатки поршневого гидропривода и, учитывая широкое внедрение электрифицированной дождевальной техники, широкого применения не получил.

Электрифицированные многоопорные дождевальные машины в первые этапы своего создания оснащались приводом, состоящим из мотора – редуктора с червячным зацеплением, выходные валы которого, через цепные передачи вращали входные валы червячных колесных редукторов, а те передавали крутящий момент на колеса тележек.

В последующем, цепные передачи в приводе, вследствие, имеющихся у тех отрицательных качеств (значительный шум и вибрация при работе; быстрое изнашивание шарниров цепи; необходимость применения системы смазывания и установки в закрытых корпусах; удлинение цепи вследствие износа шарниров и сход ее со звездочек) были заменены на карданные (например, ДМ «Кубань-ЛК1»)

Ряд зарубежных фирм (Valley, RKD, Zimmatic, Reinke, Urapivot, Otech, T-L, Bauer) усовершенствовали указанный выше привод посредством оснащения центрального мотора – редуктора вместо червячной передачи, цилиндрической. Это позволило увеличить КПД привода с 0.5-0.6 до 0.8-0.9. Этот тип привода получил наибольшее распространение на дождевальных машинах [5].

Для исключения возникновения паразитных мощностей при блокированных приводах, рядом иностранных фирм предлагается оснащать колесные редуктора, вместо червячных передач планетарными механизмами. К.П.Д привода составляет 0.8 и выше.

Как показывают данные поисковых исследований зарубежных компаний и отечественных НИИ увеличенные тяговые показатели привода могут быть получены при оснащении каждого или одного колеса тележек машины независимым мотором – редуктором.

Эффективность применения отдельного мотора – редуктора еще больше может возрасти при его оснащении более совершенным зубчатым зацепление.

В настоящее время отечественная промышленность осваивает производство нового вида зубчатых передач, получивших название волновых.

Отличительной особенностью последних 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 движения 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.

Второй составляющей, представляющей энергетические затраты при движении тележек машины, является показатель сопротивления их движению, определяемый типом ходовых систем, приходящейся на их весовые нагрузки и характеристикой почвенной поверхности по ее несущей способности.

Серийная машина «Кубань – ЛК1» в зависимости от ее модификации оснащается пневматическими шинами моделей 23.3 – 24 или 18.1 – 24параметры которых, обосновывались, исходя из среднего значения несущей способности почвы под машиной во время полива, равной около 100 кПа. Практически же показатель прочности почв по длине машины, определяется в основном изменением качественных характеристик дождя (интенсивность, диаметра капель нормы полива, величины стока) от 140 кПа в начале машины до 60 (в конце).

Это соответственно сказывается на снижении технологического процесса полива машиной, обуславливаемой увеличенным колееобразованием последних ее тележек с соответствующим возрастанием энергетических затрат на их качение [1].

Устранение указанного недостатка достигается тем, что в дождевальной машине, содержащей неподвижную опору, водопроводящий трубопровод, самоходные тележки на пневматических шинах общего профиля, на ее последней самоходной тележке устанавливают пневматические шины с увеличенной шириной профиля.

В целом, из вышесказанного можно заключить, что энергетические затраты на движение и, как следствие надежность технологического процесса при поливе машиной «Кубань – ЛК1» определяется конструкцией привода и параметрами ходовых систем тележек по ее длине.

Литература

1. Рязанцев А.И. Направления совершенствования дождевальных машин и систем. [Текст] А.И. Рязанцев – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2013. – 305 с.
2. Винокур Е.Я., Лапидовский А.К., Рязанцев А.И. Повышение эффективности приме-

нения дождевальных машин кругового действия с электроприводом "Кубань-ЛК-1". Сборник научных трудов В/О «Союзводпроект», Москва, 1990 г.
3. Гаврилица А.О., Пеньков М.С., Мангул И.Д., Рязанцев А.И. Рекомендации по обоснованию рациональной технологии полива склоновых земель машиной «Фрегат». – Кишинев, КартяМолдовеняскэ, - 1990 – 34 с.
4. Слюсаренко В.В., Марьин М.П. Обеспечение равномерного полива дождевальной машиной «Фрегат» реверсивного передвижения – Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова – 2011 - №1 – с. 51-53.
5. Рязанцев, А.И. Эксплуатация транспортных систем многоопорных машин [Текст] / А.И. Рязанцев, А.О. Антипов. – Коломна: ГОУ ВО МО ГСГУ, 2016. – 225 с.
6. Антипов, А.О. Торможение дождевальной машины «Фрегат» на склоновых участках [Текст] / А.О. Антипов, А.И. Рязанцев, И.Б. Тришкин, Н.Я. Кириленко, Ю.Н. Тимошин // Вестник Рязанского аграрного университета. – 2015. – № 1.

УДК 425.2:551.58:519.22/.25(476)

ВРЕМЕННÀЯ РАЗВЕРТКА ЦИКЛИЧНОСТИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ НОРМ ТРАВ В БЕЛАРУСИ

Вихров В.И., к.т.н., доцент
УО БГСХА «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь

Многолетняя изменчивость погодных условий, характерная для условий Беларуси, приводит к непредсказуемости водного режима почв и, как следствие, к существенным колебаниям урожайности сельскохозяйственных культур [1, 2]. Большой класс естественных макропроцессов (куда следует отнести и многолетнюю изменчивость оросительных норм) имеет сложную стохастически-детерминированную физическую природу [3, 4]. Соотношение случайной и генетической составляющих общей изменчивости временного ряда может быть различным и оценивается путем выявления статистически значимых монотонных и циклических трендов. В результате возможно существенное уменьшение общей дисперсии прогнозируемого показателя, повышение надежности и точности его вероятностной и прогнозной оценок.

Изменение регионального климата Беларуси в XXI веке становится все более очевидным фактом, требующим адекватного его учета в сельскохозяйственном производстве. Одним из наиболее существенных проявлений данного изменения на фоне общего потепления в зоне неустойчивого увлажнения является рост интенсивности и частоты наступления почвенной засухи [5].

Большинство исследований цикличности элементов водного баланса основано на изучении определяющих их метеорологических факторов (осадки, температура воздуха и т.п.), лишь косвенно определяющих водный режим почв [3, 4, 6]. Более объективный подход к исследованию временной структуры оросительных норм должен базироваться на использо-

вании в качестве исходных данных многолетних рядов их непосредственных значений, рассчитанных водобалансовым методом. Ранее нами методами спектрального анализа исследована циклическая структура многолетних модельных рядов оросительных норм, полученных по 30 опорным метеостанциям Беларуси на основе программы RETRO-2 [7, 8]. Исследования показали качественно различный характер цикличности НВЯ на разных временных отрезках многолетнего интервала, что объясняется ее климатической трансформацией.

В настоящее время для оценки трансформации цикличности климатических процессов находит применение метод временно́й развертки. В этом методе спектры вариаций вычисляются на скользящих временных отрезках общего ряда и изображаются в виде квазитрехмерных графиков – СВАН-диаграмм [9,10]. Периоды гармоник (продолжительность циклов) $T_ц$ и обратные им величины – частоты J на СВАН-диаграммах откладывают на вертикальной оси. На горизонтальной оси показывают время, соответствующее середине окна, с принятым интервалом шага скольжения Δl.

В разработанном нами варианте компьютерной программы «СВАН» [8] оттенками разной глубины тона показываются зоны спектральной функции, находящиеся выше верхних границ случайного процесса (ВГ) при 10, 5 и 1%-ном уровне значимости.

При использовании данной программы порядок и алгоритм выполнения спектрально-временно́го анализа климатической трансформации показателей ВГРП включают следующие этапы.

1. С помощью программы RETRO-2 рассчитываются исходные многолетние временные ряды оросительных норм общей длиной L лет.

2. Определяется длина скользящего временно́го окна (n, лет), для которого на каждой позиции общего ряда (временно́м срезе) рассчитывается своя оценка спектральной функции. Длина окна должна быть достаточно продолжительной для обеспечения статистической достоверности и точности расчетов (n не менее 25–30 лет). В то же время с целью выявления текущей динамики временно́й трансформации она не должна быть слишком большой (более 40–50 лет). При этом число n должно быть четным.

3. Рассчитывается спектральная функция (спектр) временно́го ряда n, которая описывает распределение дисперсии ряда по отдельным частотам гармонических колебаний

$$S_j = \frac{1}{m}\left\{ r_0 + 2\sum_{l=1}^{m-1}\left[r_l Cos\left(\frac{\pi}{m}\, jl\right)\right] + r_m(-1)^j \right\} , \qquad (1)$$

где S_j – оценка несглаженного спектра временно́го ряда (доля его общей дисперсии, учитываемой j-й гармоникой); $\sum S_j = 1$;

$m = n/2$ – максимальное запаздывание временно́го ряда, лет;

r_0, r_l, r_m – коэффициенты автокорреляции соответственно при запаздывании $\tau = 0, l, m$.

Крайние спектральные оценки S_o *и* S_m , рассчитанные согласно (1), должны быть разделены пополам. После расчета «сырых» оценок спектра S_j выполняется их сглаживание скользящим средним

$$S_j^c = 0{,}25S_{j-1} + 0{,}5S_j + 0{,}25S_{j+1} . \quad (2)$$

Рассчитываются верхняя (*ВГ*) и нижняя (*НГ*) границы случайного процесса при уровнях значимости α = 5% и 1%.

$$ВГ = S_б Dpv_\alpha \ ; \qquad НГ = S_б Dpn_{100-\alpha} \quad (3)$$

где Dpv_α, $Dpn_{100-\alpha}$ – соответственно верхний и нижний доверительные пределы при уровне значимости α.

$$Dpv_\alpha = \frac{\chi^2{}_\alpha}{\nu} \ ; \qquad Dpn_{100-\alpha} = \frac{\chi^2{}_{100-\alpha}}{\nu} \quad (4)$$

где χ^2_α – табличное значение распределения χ^2 с числом степеней свободы ν.

4. Назначается шаг скольжения временно́го отрезка (Δl, лет) от одного до нескольких лет, обеспечивающий необходимую детализацию исследуемой временно́й трансформации. Длина шага Δl должна быть кратной длине общего ряда L. Наибольшая детализация соответствует минимальному шагу в один год ($\Delta l = 1$).

5. Первый временной срез соответствует начальному (крайнему левому) положению скользящего временно́го окна на общем временно́м ряде, когда его первый расчетный год окна совпадает с первым расчетным годом всего ряда L. Соответственно последний временной срез соответствует конечному (крайнему правому) положению скользящего временно́го окна на общем временном ряде.

6. Количество временных срезов q_c в соответствии с вышеуказанными параметрами определяется по зависимости

$$q_c = \frac{L - n}{\Delta l} + 1. \quad (5)$$

7. После ввода в программу всех принятых параметров выполняется расчет с выдачей соответствующего графика в виде СВАН-диаграммы.

Принципиальная схема расчета СВАН-диаграммы показана на рис. 1.

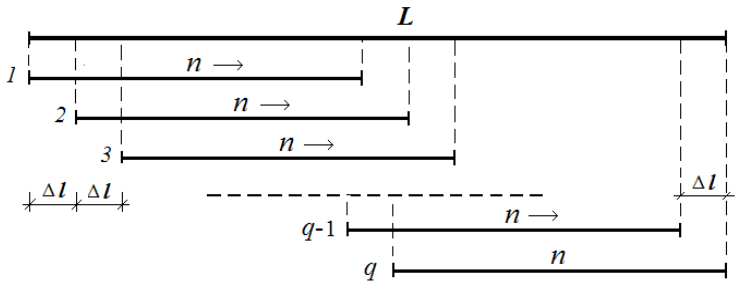


Рис. 1. Принципиальная схема расчета СВАН-диаграммы временно́го ряда оросительных норм

В качестве исходных данных для исследования непрерывной динамики цикличности многолетних колебаний оросительных норм в данной

работе приняты их 73-летние ряды (1945-2017 гг.), рассчитанные по программе RETRO-2 (условия орошения) для легкосуглинистых почв, используемых под сенокос. При расчетах оросительных норм использована методика с переменной нижней границей регулирования влажности почвы [8].

Расчеты СВАН-диаграмм на данном этапе исследований выполнены по шести областным метеостанциям Республики Беларусь. Непрерывная временная развертка исследуемой трансформации циклов с шагом скольжения Δl =1 год показана на СВАН-диаграммах рис. 2.

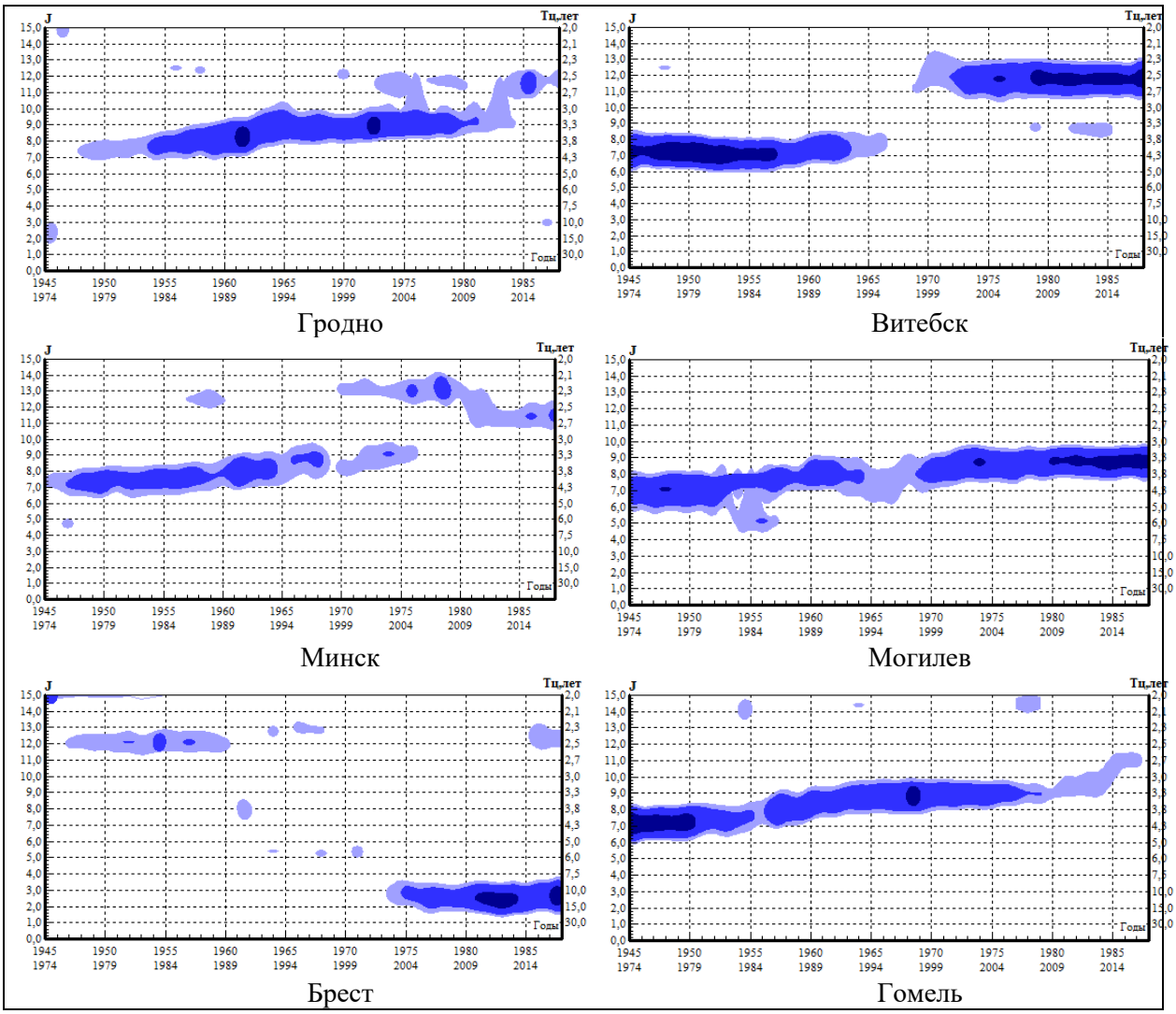


Рис. 2. СВАН-диаграммы трансформации цикличности многолетних колебаний оросительных норм трав на легкосуглинистых почвах для отдельных метеостанций

с 1945 по 2017 годы: J – частота колебаний; $T_Ц$ – длина цикла колебаний, лет;
- ВГ 10% - ВГ 5% - ВГ 1% – зоны спектральной функции выше верхней границы случайного процесса при 10, 5 и 1%-ном уровне значимости

В расчетах приведенных СВАН-диаграмм приняты следующие параметры: – длина исходных многолетних рядов L = 73 года (с 1945 по

2017гг.); – длина скользящего временно́го окна n = 30 лет; – шаг скольжения Δl = 1 год. Согласно формуле (5) количество временных срезов q_c = 44.

Анализ результатов проведенных исследований и расчетов СВАН-диаграмм позволяет сделать следующие выводы.

Для всех областей республики отмечается климатическая трансформация цикличности оросительных норм. Наиболее общей по территории Беларуси закономерностью этой трансформации за 73-летний период является смена доминирующего в первой половине периода статистически значимого 4-летнего цикла колебаний на более высокочастотную 2–3-летнюю цикличность. Это особенно выражено для восточной части Беларуси (метеостанции Витебск, Могилев, Гомель). Исключение характерно лишь для локализованной юго-западной зоны республики (метеостанция Брест), где при наличии примерно до конца 80-х годов прошлого века 2-летнего цикла за последние десятилетия сформировалась 11-12-летняя значимая цикличность.

Характер преобладающей по территории трансформации цикличности объясняется особенностью современного изменения регионального климата, состоящей в увеличении частоты чередования экстремальных погодных условий, в том числе в многолетнем разрезе.

Установленную климатическую трансформацию временной структуры оросительных норм целесообразно учитывать при обосновании их проектных параметров. Выполненные ранее расчеты [7, 8] показали, что учет (удаление) значимых циклических трендов позволяет уменьшить дисперсию исходных рядов оросительных норм до 35-50%.

Литература

1. Стихийные гидрометеорологические явления на территории Беларуси: Справочник / Под ред. М.А. Гольберга. – Минск: БелНИИ Центр Экология, 2002. – 132 с.
2. Лихацевич, А. П. Оценка факторов, формирующих неустойчивую влагообеспеченность сельскохозяйственных культур в гумидной зоне / А.П. Лихацевич, Е.А. Стельмах /. – Минск: ООО «Белпринт», 2002. – 212 с.
3. Сачок Г.И. Пространственно-временна́я структура гидрометеорологического режима Белоруссии и прилегающих регионов / Г.И. Сачок. Минск: Наука и техника, 1980. 222 с.
4. Дроздов О.А. Циклическая структура временного поля осадков и использование ее для прогноза / О.А. Дроздов, А.С. Григорьева. Обнинск, 1974. 41 с.
5. Логинов, В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В.Ф. Логинов. – Минск: ТетраСистемс, 2008. – 96 с.
6. Шпока И.Н. Пространственно-временно́е распределение опасных метеорологических явлений на территории Беларуси: Автореферат дис. … канд. геогр. наук. – М.: Институт природопользования НАН Беларуси, 2012. – 24 с.
7. Вихров, В.И. Климатические тренды водного и гидромелиоративного режимов почв на территории Беларуси / В.И.Вихров // «Природообустройство». М. – 2009. – № 2. ВПО МГУП. М. С.48–53 .
8. Разработать методы оценки пространственно-временной изменчивости неблагоприятных водных явлений для их прогноза на минеральных почвах сельскохозяйствен-

ного использования в условиях Беларуси: отчет о НИР (заключ.) / БГСХА; рук. темы В.И. Вихров. – Горки, 2005. – 133 с. – № ГР 20042020.
9. Микуцкий, В.С. Анализ структуры динамики климатических процессов с помощью временно́й развертки / В.С. Микуцкий // Природопользование. – 2012, вып. 21. – 2012. С. 31–39.
10. Волчек, А.А. Закономерности формирования элементов водного баланса речных водосборов Беларуси в современных условиях: Автореферат дис. … д-ра. геогр. наук. – М.: Институт географии РАН, 2006. – 38 с.

УДК 631.674:634

СИСТЕМЫ КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА ИНТЕНСИВНОГО ПЛОДОВОДСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Т.Д. Лагун, канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г.Горки, Республика Беларусь

Аннотация. Разработка и внедрение технологии капельного полива в плодово-ягодных комплексах является неотъемлемой составной частью стратегической задачи по обеспечению устойчивого развития плодоводства Республики Беларусь.

Ключевые слова: способы полива, капельное орошение, режим орошения, плодоводство, водопотребление, оросительная система, экономическая эффективность.

Введение. Равномерное обеспечение в течение всего календарного года населения высококачественными плодами и ягодами и продуктами их переработки является приоритетной задачей агропромышленного комплекса Республики Беларусь, неразрывно связано с развитием и совершенствованием технологий их производства.

Анализ состояния отрасли, результаты научных исследований и практический опыт работы крупных специализированных предприятий Республики Беларусь показывает, что обеспечение высокоэффективного производства плодов и ягод в объемах, достаточных для внутреннего рынка и формирования экспортных ресурсов возможно только при создании интеграционных комплексов, включающих полный цикл производства, хранения, переработки и реализации плодов, ягод и продуктов их переработки для обеспечения населения республики и производства конкурентоспособной продукции для поставок на экспорт. В целях обеспечения населения республики качественной плодово-ягодной продукцией за годы предшествующей пятилетки (2011-2015 гг.) производство плодов и ягод в общественном секторе увеличено на 56 %, посажено 7,7 тыс. га плодово-ягодных культур, расширен их ассортимент, емкость плодохранилищ увеличена на 40,5 тыс. тонн. Государственной программой развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь [1] планируется довести к концу 2020 г. производство плодово-ягодной продукции в объеме 510 тыс. тонн в хозяй-

ствах всех категорий, площадь насаждений увеличить на 19,8 тыс. га при средней урожайности 81 ц/га.

В условиях неустойчивого режима естественного увлажнения и теплообеспеченности территории Республики Беларусь получение высоких и устойчивых урожаев плодов и ягод без регулирования водного режима почв практически невозможно [2], поэтому создание плодово-ягодных комплексов интенсивного типа в республике, как правило, базируется на их орошении (ОАО «Отечество» Пружанского района, СПК «Александрия» Шкловского района и др.).

Анализ литературных данных показал, что до настоящего времени детальных теоретических и полевых исследований по обоснованию режима и техники капельного орошения в условиях Беларуси не имеется, а данный способ орошения является приоритетным в создаваемых вокруг крупных городов республики плодово-ягодных комплексах на промышленной основе.

Цель исследований: Разработать укрупненные экологически безопасные нормы водопотребности при ресурсосберегающих технологиях полива плодопитомников и плодово-ягодных культур интенсивного типа.

Методика исследований. При выборе объекта исследований учитывались как современное состояние, так и перспективы развития плодоводства в республике и его репрезентативность. Нормы водопотребности для орошения ягодных культур (клюквы крупноплодной, голубики высокорослой, смородины, черники) будут разработаны методом водного баланса сельскохозяйственного поля и с помощью испарителей малой модели.

Результаты исследований. В Республике Беларусь насчитывается 25 организаций входящих в интеграционные комплексы по производству, хранению, переработке и реализацию плодово-ягодной продукции, из них в Гродненской области - 7, Гомельской – 6, Могилевской, Минской – по 4, Брестской – 3, Витебской – 1. Наибольшее распространение в ближайшей перспективе и являются репрезентативными для научных исследований по обоснованию оптимального их режима увлажнения и теплообеспеченности являются такие плодово-ягодные культуры как яблоня (61,9 % от общей площади посадки), смородина (12,7 %) и такая нетрадиционная ягодная культура как голубика (11,4 %).

Определяющими элементами технологии капельного полива являются: поливные и оросительные нормы, продолжительность подачи воды, количество и схема расположения точек водоподачи в полосе или очаге увлажнения, контур и площадь увлажнения, равномерность распределения оросительной воды по площади.

Нормы водопотребности плодовых культур при дождевании в зависимости от определяющих факторов (тип посадки, возраст, система содержания междурядий) были разработаны на кафедре мелиорации и водного хозяйства УО «БГСХА» [2, 4].

Совершенствование методов расчета элементов водного баланса (корректировка методики унификации биоклиматических коэффициентов водопотребления для плодовых культур, учет влияния интенсивности и продолжительности атмосферных осадков на поверхностный сток и слоя задержания воды растительным покровом) позволило в последствии снизить расчетные нормы водопотребности для орошения на 15-20 % [4].

В последние годы благодаря развитию промышленности, способной производить штампованные пластиковые трубы с набором разбрызгивателей и капельниц, наступил новый этап эры орошения – развитие экономичных и водосберегающих микроирригационных методов.

Режим капельного орошения (до накопления значительного производственного опыта) рекомендуется устанавливать по методикам, апробированным в районе проектирования, но с учетом коэффициента степени несплошного увлажнения площади участка, занятого культурой [3].

Методику расчета элементов режима капельного орошения рассмотрим на примере проекта однострочно-уплотненного, шпалерно-карликового сада промышленного типа с капельным поливом в ГП «Совхозкомбинат «Заря» Мозырского района Гомельской области [5].

Почвы участка – супесчаные, объемная масса 1,6 т/м^3, плотность почвы – 2,70 т/м^3, наименьшая влагоемкость – 20 % от массы сухой почвы, уровень грунтовых вод залегает ниже 2 м. Расстояние между рядами плодовых деревьев – 4 м, между деревьями – 1 м.

Согласно [3] принимаем предполивную влажность равной 70% наименьшей влагоемкости, глубину расчетного слоя увлажнения – 0,8 м, начало вегетационного периода – первая декада мая, окончание – первая-третья декады сентября, количество капельниц на одно дерево – 2, расход одной капельницы – 1,6 л/ч. Режим орошения яблоневого сада рассчитываем по году 95% обеспеченности дефицита водопотребления для наиболее напряженного года в температурном отношении.

Доля площади, подлежащая увлажнению

$$S = n*W / a*b = 2*0,6/4*1 = 0,3,$$

где n – количество капельниц на одно дерево;

W = 0,6 – площадь увлажнения, определяемая по табл. 6.9 [6];

a и b – соответственно расстояние между рядами и деревьями.

Объем воды $m_{нт}$, л (поливная норма), выдаваемый одной капельницей за один полив

$$m_{нт} = 7,85d^2H\,\gamma\,K_v(\beta_{вп} - \beta_{пу}) = 7,85*0,7^2*0,8*2,7*0,69\ (20\text{-}14) = 34,3\ л,$$

где d – диаметр контура увлажнения (в пределах горизонтальной проекции кроны деревьев), м;

H – глубина увлажнения, м;

γ – плотность почвы, г/см^3;

K_v – коэффициент увлажнения объема почвы, принимаемый по табл. 10.1 [6];

$\beta_{вп}$ – влажность почвы, соответствующая наименьшей влажности, % от массы сухой почвы, %;

$\beta_{пу}$ – предполивной порог влажности, % от наименьшей влагоемкости.

Поливная норма ($м^3$/га) при очаговом поливе

$$m_{оч} = 10\ m_к * n_к / a*b = 10*34.3*2 /4*1 = 171,5.$$

Оросительная норма согласно ТКП 45-3.04-178-2009 (02250) для яблоневого сада уплотненного на супесчаной почве в годы 95 % обеспеченности равна 1800 $м^3$/га, тогда число поливов при m = 171,5 $м^3$/га составит (1800/171,5) 10-11 при минимальном межполивном интервале 9 сут.

Продолжительность полива при расчетном расходе капельницы q = 1,6 л/ч будет равна

$$T = m_{нт} / q = 34,3 / 1,6 = 21,4 \text{ ч.}$$

Оросительный гидромодуль при расчетном времени полива 0,9 сут

$$Q = 171,5 / 0,9*86,4 = 2,2 \text{ л /с. га.}$$

Расчеты показывают, что для вышеизложенных конкретных условий объекта проектирования режим орошения яблоневого сада в год 95% обеспеченности дефицита водопотребления характеризуется следующими показателями: объем воды выдаваемый одной капельницей за один полив – 34,3 л, поливная норма при очаговом поливе – 171,5 $м^3$/га, продолжительность полива – 21,4 ч, оросительный гидромодуль – 2,2 л /с.га.

Данная методика расчета элементов режима капельного полива является достаточно простой и уже применена более чем на 20 производственных проектах систем капельного полива интенсивного плодоводства Республики Беларусь.

Анализ данных РУП «Полесьегипроводхоз» показывает, что современные системы капельного орошения садов интенсивного типа, создаваемые в Беларуси, включают следующие основные элементы:

– водоисточник – подземные воды с устройством аккумулирующего бассейна или искусственный водоем;

– способ орошения – капельное с поверхностным водо-распределением (в садах) и микродождевание (в плодопитомниках и ягодниках);

– тип оросительной системы – стандартная;

– насосная станция – стационарная автоматизированная;

– оросительные трубопроводы – капельные трубки диаметром 16 мм с капельницами Аква ПС 16/35/1,2 л/ч и Аква ПС 12/35/1,1 л/ч через 0,75-1,0 м.

Кафедрой мелиорации и водного хозяйства с 2010 году проводятся фенологические и полевые исследования по обоснованию основных элементов капельного орошения такой нетрадиционной ягодной культуры как голубика высокорослая. Голубика высокорослая – ценное пищевое и лекарственное растение, ее ягоды весьма полезны и обладают широким спектром биологически активных веществ [7]. Они уменьшают проницаемость

и повышают прочность кровеносных капилляров, способствуют усвоению витамина С, участвуют в окислительно-восстановительных реакциях, регулируют работу некоторых желез внутренней секреции. За последние 5 лет мировое производство голубики удвоилось. Долгое время лидером по выращиванию голубики остается США – 65% мирового производства приходится на эту страну (26 тыс. га).

Для Республики Беларусь голубиководство является новой отраслью сельского хозяйства. Прежде всего, следует определить, какие сорта и технологии размножения в питомниках, почвы, системы орошения, рынок сбыта лучше подойдут для данного региона,

В настоящее время нами проведена оценка приживаемости голубики наиболее распространенных сортов (Конкорд, Брегита, Рапкокас, Блюкроп, Дарроу) в условиях северо-восточной зоны Республики Беларусь, получены первые опытные данные по водопотреблению и нормам орошения голубики и оценке его эффективности.

Выводы. Для обеспечения высокоэффективного производства плодов и ягод в объемах, достаточных для внутреннего рынка и формирования экспортных ресурсов, практическое воплощение в Республике Беларусь находит основное направление в интенсификации плодоводства – закладка крупных промышленных садов с применением в них передовых инновационных технологий.

Разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий полива и норм водопотребности садов и ягодников на промышленной основе в Республике Беларусь способствует переходу от создания технически совершенных к экономически и экологически эффективным оросительным системам, обеспечивающих окупаемость затрат на орошение и эффективное их функционирование, является неотъемлемой составной частью стратегической задачи по обеспечению устойчивого развития плодоводства Беларуси.

Проводимые производственные и специальные наблюдения и исследования позволят уточнить пределы и возможности применения рекомендуемых расчетных параметров [3] при обосновании эксплуатационного режима капельного полива садов и ягодников и его фактическую экономическую эффективность в условиях Республики Беларусь.

Литература

1. О Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 11 марта 2016 г. № 196 // Эталонный банк данных правовой информации Респ. Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.pravo.by – Дата доступа: 29.06.2016.
2. Лагун, Т.Д. Нормы водопотребности плодово-ягодных культур в условиях Республики Беларусь / Т.Д. Лагун. Херсон, 2005. – С.7.
3. ТКП 45-45-3.04-168-2009 Оросительные системы. Правила проектирования. Мн.: Минстройархитектуры, 2010. – 70 с.

4. Рахлей, А.В. Ресурсосберегающие нормы и технологии полива в плодово-ягодных комплексах Республики Беларусь / А.В. Рахлей, Т.Д. Лагун // Научный поиск молодежи XXI века: Материалы 1X международной научной конференции студентов и магистрантов. Горки: БГСХА, 2008. – С. 95-99.
5. Строительный проект «Закладка сада промышленного типа с капельным поливом в ГП «Совхоз-комбинат «Заря» Мозырского района Гомельской обл.». Пинск: Полесьегипроводхоз, 2011. – 42 с.
6. Капельное орошение / Пособие к СНиП 2.06.03-85 Мелиоративные системы и сооружения. М.: Союзводпроект, 1986. – 148 с.
7. Борисовец, Н, Как продлить жизнь? Ешьте голубику…// Белорусская нива, № 152, 2013. – С. 9.

УДК 631.347.3

РАВНОМЕРНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДОЖДЯ ПРИ ОРОШЕНИИ

Лукашевич В.М., к. с.-х. н.
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь

Защита орошаемых сельскохозяйственных земель от возникновения развития эрозионных процессов обуславливает необходимость применения дождевальной техники соответствующей определенным агротехническим требованиям. Так при выборе дождевальной техники необходимо учитывать следующие требования: допустимый размер капель искусственного дождя, равномерное распределение воды по всей поливаемой площади.

Особое значение для оценки качества дождя имеет размер капель. Мелкие капли значительно легче проникают в толщу растительного покрова, чем крупные, благодаря чему облегчается доступ к растениям воды и содержащихся в ней питательных веществ [1]. Несоблюдение допустимых размеров капель (не более 2,0 мм) при дождевании приводит не только к уплотнению и снижению фильтрации почвы, но также к повреждению сельскохозяйственных культур. Крупные капли ударяются о почву и растения с большей кинетической энергией, чем мелкие.

Неравномерное распределение дождя по орошаемой площади приводит к возникновению избыточно или недостаточно политой площади, а это в свою очередь к неэффективному использованию поливной воды, вымочкам, уплотнению и эрозии почвы.

Поэтому, изучение влияние ветра на равномерность полива и определение размера капель при дождевании мобильной барабанно-шланговой установкой Bauer «Rainstar T–61» представляет собой научный и практический интерес.

Полевые опыты были проведены с 2011 по 2018 гг. Оросительная машина Bauer Rainstar T–61, имеющая дальнеструйный дождевальный аппарат SR-140. Наблюдения за скоростью и направлением ветра проводили непосредственно на опытном участке с помощью ручного анеморумбомет-

ра. Характеристики давления на оросительной сети снимали с манометра. Напор выдерживали 4–5 атмосферы. Диаметр дождевальных насадок от 16 до 30 мм. Равномерность распределения дождя по орошаемой площади и крупность капель определяли по общепринятым методикам [2, 3, 4, 5].

Равномерность распределения дождя по орошаемой площади зависит в основном от ветрового режима – направления и, прежде всего, скорости ветра. В основном равномерность распределения дождя по орошаемой площади характеризуется коэффициентом эффективного полива:

$$K_{эф.п} = \frac{F_{эф.п}}{F_{общ}}, \quad (1)$$

где $F_{эф.п}$ – эффективно политая площадь; $F_{общ}$ – общая площадь захвата дождевальной машины.

Эффективно политая площадь – это площадь, политая интенсивностью, равной среднеарифметической, с отклонениями (± 25%). Во всех других случаях площадь будет или избыточно, или недостаточно политой. Считается, что для равномерного распределения дождя $К_{эф.п}$ должен быть не менее 0,7 [6].

Под действием ветра орошаемая площадь принимает форму эллипса, у которого большая ось совпадает с направлением ветра. Под действием ветра происходит не только сужение эллипса, но и уменьшается его длина. Соответственно, большое влияние ветер оказывает на площадь захвата дождевального аппарата. Математическая обработка полученных параметров эллипсов показала, что полученные результаты имеют следующую корреляционную зависимость 0,96.

В результате проведенных опытов было установлено, что наилучшие условия для полива дальнеструйным дождевальным аппаратом SR-140 создаются при скорости ветра до 1,0 метра в секунду. В этом случае форма орошаемой площади от аппарата близка к кругу. Поскольку дождевание при орошении малыми поливными нормами происходит практически ежедневно, то учитывая влияние краевого эффекта от орошения, можно считать, что при скорости ветра до 1,0 м/с увлажняется практически вся мелиорируемая площадь. Коэффициент эффективного полива равняется 0,8. Средняя площадь захвата дальнеструйного аппарата 4160 м^2. Средний радиус полета 36,4 м (диаметр насадки 24 мм).

Коэффициент эффективного полива снижается до 0,75 при скорости ветра 1,4 м/с. Средняя площадь захвата и средний радиус полива при этой скорости ветра уменьшаются незначительно.

Характер увлажнения существенно изменяется при увеличении скорости ветра до 3,3 м/с. Коэффициент эффективного полива составляет 0,7. Средняя площадь захвата и радиус полива снижаются на 25 % и 13,5 %.

Если в безветренную погоду радиус полива составляет не менее 36,4 метров и очертание площади орошения близко к кругу, то при увеличении

скорости ветра до 5,5 м/с зона увлажнения по форме становится близкой к неправильному эллипсу. Дальность полета струи по ветру увеличивается до 48 м, в тоже время против ветра уменьшается до 24 м (средний радиус 30 м). Коэффициент эффективного полива не отвечает агротехническим требованиям для дождевальных машин и составляет 0,55. Политая площадь при этом снижается на 33 %.

Реальными приемами, позволяющим максимально использовать особенности технологии орошения малыми поливными нормами, для возможно большего снятия негативных последствий от орошения при повышенных скоростях ветра является полив сельскохозяйственных культур в наиболее безветренное время суток, а также полив по сектору.

Исследования показали, что крупность капель закономерно увеличивается с увеличением расстояния от дождевателя. При этом размер капель варьирует от 0,1 мм до 2,3 мм. Средний диаметр капель составил 1,2 мм. Минимальные и максимальные значения зафиксированы на расстоянии 0,1–0,15 и 0,7–0,8 радиуса полива дождевального аппарата соответственно.

Так же крупность и распределение искусственно созданных капель зависят от диаметра дождевального насадка. Дальнеструйный дождевальный аппарат SR–140 имеет в своем комплекте насадки 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30 мм. Зависимость среднего диаметра капель от диаметра дождевальных насадок характеризуется высоким корреляционным значением 0,98.

Наибольшее значение среднего диаметра капель 1,2 мм получили при поливе дождевальной насадкой 30 мм, а наименьшее 0,7 мм соответственно при 16 мм. Все полученные значения соответствуют допустимым характеристикам качественного полива.

Поэтому, можно сделать вывод о том, что оросительная машина Bauer Rainstar T–61, имеющая дальнеструйный дождевальный аппарат SR–140, создает качественный полив. Даже при самом крупном диаметре дождевального насадка 30 мм, средний размер капель не превышает 1,2 мм, это в свою очередь, оказывает благоприятное воздействие, как на почву, так и на растительный покров.

Проведенные исследования показали довольно хорошую равномерность распределения слоя осадков при отсутствии ветра. Увлажняемый контур представляет круг с радиусом полива 36,4 м (диаметр насадки 24 мм). Полив аппаратом SR–140 будет эффективен и целесообразен при скорости ветра не превышающей 3,3 м/с. Коэффициент эффективного полива при этой скорости соответствует агротехническим требованиям и равен 0,7.

Литература

1. Зайдельман Ф. Р. Мелиорация почв: учебник / Ф. Р. Зайдельман. – 3-е изд., 312 испр. и доп. – М.: изд-во МГУ, 2003. – 448 с.
2. Ильин С. П. Основы природообустройства и защиты окружающей среды: учеб.-метод. пособие / С. П. Ильин, Ю. И. Сухарев. – М.: Московский государственный университет природообустройства, 2008. – 58 с.

3. Лукашевич В. М. Условия качественного дождевания на дерново-подзолистых суглинистых почвах / В. М. Лукашевич, А. А. Горелик // Органическое сельское хозяйство – дело молодых: материалы Междунар. конф. молодых ученых, посвящ. 90-летию со дня рождения д. с.-х. н. Довбана К. И. / А. С. Чечёткин (гл. ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2018. – С. 10–14.
4. Городничев В. И. Методы, системы управления, контроля и оценки качества работы фронтальных дождевальных машин / В. И. Городничев; ФГНУ ВНИИ «Радуга». – Коломна, 2003. – 354 с.
5. Желязко В. И. Технология возделывания японского проса в условиях орошения / В. И. Желязко, В. М. Лукашевич // Инновационные разработки УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» / сост.: П. А. Саскевич, Ю. Л. Тибец. – Горки: БГСХА, 2017. – С. 143–145.
6. Оросительные системы: ТКП 45–3.04–178–2009(02250). – Введ. 29.12.2009 г. № 441. – Минск: Минстройархитектура, 2010. – 70 с.

УДК 631.347.3:631.674.1:633.171

ПОТЕРИ ВОДЫ ПРИ ДОЖДЕВАНИИ

Лукашевич В.М., к. с.-х. н.
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь

Японское просо (пайза) является ценной кормовой культурой, которая дает урожайность зеленой массы до 760 ц/га, сена – до 140 ц/га, зерна – до 40 ц/га. После скашивания или раннего стравливания пайза хорошо отрастает и в течение вегетационного периода может сформировать 2-4 укоса [1, с. 328].

Основным лимитирующим фактором для получения высоких урожаев зеленой массы японского проса является влагообеспеченность. При снижении влажности почвы ниже 60% НВ даже на короткий период времени урожайность снижается в 2-4 раза [2, с. 14]. Поэтому, в регионах с неустойчивой естественной влагообеспеченностью возникает потребность в орошении данной сельскохозяйственной культуры. Однако, обладая высокой динамикой листовой поверхности, японское просо затрудняет поступление воды на поверхность почвы, а следовательно и в корнеобитаемый слой. Следовательно, проведение исследований направленных на определение наиболее оптимальных биометрических показателей пайзы при дождевании с учетом биологических особенностей, является актуальным.

Полевые опыты были проведены на учебно-опытном орошаемом поле УО БГСХА «Тушково-1» Горецкого района Могилевской области в период с 2011 по 2018 гг. Почвы дерново-подзолистые суглинистые. Сорт японского проса – Удалая. Предшественниками являлись овощные культуры. Минеральные удобрения вносили фоном $N_{90}P_{110}K_{150}$. Способ посева сплошной рядовой. Норма высева 4,5 млн. шт./га. Срок посева 3 декада

мая. Густоту стояния растений определяли в период полных всходов методом пробной площадки, она составила 3060000 шт/га. Биометрические измерения осуществляли по общепринятой методике [3]. Полив делянок осуществляли дождевальной машиной Bauer “Rainstar” T-61. Поливная норма выбрана согласно техническому кодексу установившейся практики для суглинистых почв. Учет поливной нормы, потери воды на задержание растительным покровом японского проса измеряли специальными дождемерами. Потери воды на испарение в воздухе определяли по формуле М.Г. Голченко и В.И. Невдаха [4, с. 335]. Температуру, дефицит влажности воздуха, скорость ветра в исследованиях устанавливали при помощи соответствующих приборов, которыми оборудован метеопост на УОК «Тушково-1» [5, с. 113].

Под потерями воды при дождевании понимается то максимально возможное количество ее, которое теряется во время производства полива и не используется растением. Основными составляющими суммарных потерь являются: испарение во время полета дождевых капель в воздухе и унос их за пределы орошаемого участка, задержание воды растительным покровом и испарение ее с поверхности листьев и почвы, поверхностный сток поливной воды и фильтрация в нижележащие слои почвы. Поверхностный и глубинный сток должен исключаться условием качественного полива.

Исходя из выше сказанного, нами были проведены опыты по определению потерь воды во время полета струи в воздухе (испарение и унос ветром), а также на задержание ее поверхностью растительного покрова японского проса. Исследования проводились в течение всего вегетационного периода в различные часы суток.

Потери на испарение в воздухе и унос ветром зависят, во-первых, от метеоусловий (влажности и температуры воздуха, скорости ветра), а во-вторых, от крупности капель искусственного дождя, времени нахождения их в воздухе, плотности водно-воздушного потока. По данным В.А. Анисимова и М.С. Мансурова, потери на испарение капель искусственного дождя в воздухе составляют от 7-9 до 25-30% объема воды, подаваемого к дождевальным насадкам [6, с. 75]. На основании экспериментальных исследований, проведенных в Беларуси, получена формула по определению потерь воды на испарение и снос дождевых капель ветром (%) для дождевальных устройств [4, с.335]:

$$U = 2{,}86v + 0{,}25d + 2{,}56 \qquad (1)$$

где d – дефицит влажности воздуха, мб; v – скорость ветра, м/с.

Формула справедлива для граничных условий со средней скоростью ветра 0,4…5,5 м/с и дефицитом влажности воздуха 3,1…23,7 мб [4, с. 335]. В процессе опыта через каждые 10…15 минут на высоте 2 м определяли

скорость ветра анеморумбометром, фиксировали его направление, измеряли температуру и относительную влажность воздуха. Данную зависимость использовали для определения потерь воды на испарение при дождевании машиной Bauer.

Потери на испарение воды с поверхности растительного покрова японского проса за время полива определяли с помощью дождемеров, установленных на уровне поверхности земли и на текущей высоте растений (интервал 10 см). Дождемер – мерный цилиндр с собирательной воронкой диаметром 20 см.

После каждого полива фиксировали поливную норму на текущей высоте растений и количество воды, поступившей непосредственно на поверхность почвы. Разность между ними и является потерей воды задерживаемой и испаряющейся с поверхности растительного покрова японского проса. Перед поливами измеряли среднюю площадь листьев одного растения, всей листовой поверхности и высоту растений.

Метеорологические условия проведения опытов, динамика листовой поверхности растений и соответствующие им величины потерь воды при поливе дождевальной машиной Bauer приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Потери воды при дождевании японского проса дождевальной машиной Bauer “Rainstar” T-61 в зависимости от метеоусловий и средней листовой площади

Высота растений, см	Метеоусловия			Площадь листьев, тыс. $м^2$/га	Потери воды, %	
	Температура воздуха, ^{0}C	Скорость ветра, м/с	Дефицит влажности воздуха, мб		Потери воды в воздухе, %	Потери воды при задержании растительным покровом, %
10	22,7	2,0	4,2	2,82	9,3	5,0
20	21,0	2,4	3,1	7,80	10,2	7,5
30	18,7	3,1	5,4	15,42	12,8	8,5
40	21,8	1,6	4,9	22,06	8,4	10,2
50	19,4	2,3	7,7	32,80	11,1	22,5
60	22,1	1,2	8,4	49,14	8,1	23.8
70	23,6	1,0	5,3	59,09	6,7	25.3
80	21,4	2,1	3,8	74,97	9,5	26.6
90	19,0	2,7	4,6	85,68	11,4	37.9
100	24,1	1,9	8,9	92,20	10,2	39.3
110	28,6	0,6	14,9	107,87	8,0	30.7
120	22,3	3,3	9,5	109,73	14,4	32.1
130	21,4	2,6	5,7	110,83	11,4	33.4
140	16,1	2,4	2,8	118,24	10,1	34.8
150	18,7	1,7	2,7	124,11	8,1	35.3

Из таблицы 1 видно, потери воды при дождевании Bauer “Rainstar” T-61 на испарение в воздухе и унос ветром зависят от основных климати-

ческих показателей (скорости ветра, дефицита влажности воздуха, температуры воздуха) и составляют от 6,7% до 14,4% величины поливной нормы. При этом меньшим значениям соответствует температура воздуха 23,6 ^{0}С, дефицит влажности воздуха 5,3 мб и скорость ветра 1,0 м/с. С увеличением этих показателей потери дождевой воды (испарение и унос ветром) возрастают.

Площадь растительного покрова в целом соответствовала показателям хорошего развития посевов высокостебельных злаковых культур и достигла 124,11 тыс. м^2/га, при высоте стебля 150 см. Проведенные расчеты позволяют отметить, что объем задержания воды японским просом из-за своего обильного растительного покрова оказывает существенное влияние на суммарную величину потерь смотрим рисунок 1.

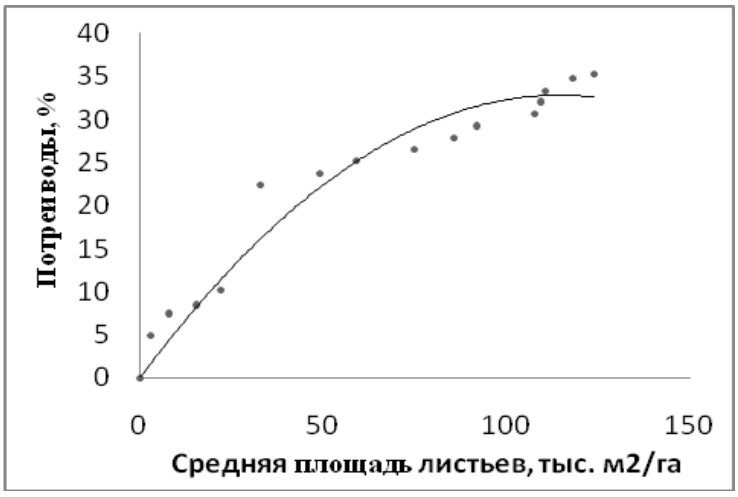


Рис. 1 - Зависимость потерь воды при дождевании от средней площади листьев

Исследования показали, что при высоте японского проса 50 см и площади листьев 32,80 тыс. м^2/га потери воды задерживаемой поверхностью растений достигли более 20%. Максимальные значения потерь воды более 35% зафиксировали при росте пайзы достигающем 150 см и листовой площади 124,11 тыс. м^2/га. Это указывает на низкую эффективность использования поливной воды. Таким образом, на основании наблюдений за биометрическими показателями можно отметить, что наиболее оптимальные биометрические показатели японского проса с позиции эффективного использования оросительной воды будут при четырех или шести укосном использовании.

Так как метеорологические условия в течение вегетационного периода и на протяжении суток не остаются постоянными, то существующее положение об учете потерь воды на испарение в пределах 10…20%.

Потери воды на испарение и унос ветром для дождевальной машины «BAUER», рассчитанные нами по формуле (1) в среднем составили около 10%. Так как рекомендуемое значение общих потерь составляет 20%, то допустимые потери на задержание поверхностью растительного покрова

пайзы также не должны превышать 10%. Это, в свою очередь, соответствует высоте растений 40 см и средней площади листьев 22,06 тыс. м^2/га.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что главными составляющими потерь в условиях качественного полива японского проса дождевальной машиной Bauer являются не только испарение воды в воздухе и унос части ее за пределы орошаемого участка, но и потери на задержание воды поверхностью растительного покрова.

Наиболее оптимальными биометрическими показателями японского проса при дождевании машиной Bauer являются: высота растений не более 40 см, и площадь листьев не должна превышать 22,06 тыс. м^2/га. При указанных биометрических показателях использование поливной воды будет наиболее эффективным, за счет уменьшения непроизводительного расхода воды. Для этого рационально проводить 4-6 укосов, вместо 2-3.

Литература

1. Лукашевич В. М. Дождевание японского проса при возделывании на зеленую массу / В. М. Лукашевич // Наука и молодежь. Новые идеи и решения: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. молодых исследователей, посвященной 70-летию Победы в Великой Отечественной войне, Волгоград, 1-3 апреля 2015 г. / ФГБОУ ВПО «Волгоградский ГАУ». – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ ИПК «Нива», 2015. – Ч. 1. – С. 328-331.
2. Боярский А. В. Разработка технологических приемов возделывания пайзы на зеленую массу в северной лесостепи Кузнецкой котловины: автореф. дис… канд. с-х наук / А. В. Боярский. – Сибирский научно-исследовательский институт кормов СО РАСХН, 2002. - 14 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. - М.: Агропромиздат, 1985. - 352с.
4. Лихацевич А. П. Сельскохозяйственные мелиорации: учебник для студентов высших учебных заведений по специальности «Мелиорация и водное хозяйство» / А. П. Лихацевич, М. Г. Голченко, Г. И. Михайлов; под ред. А. П. Лихацевича. - Минск: ИВЦ Минфина, 2010. - 464 с.
5. Методические указания по проведению наблюдений за мелиоративным состоянием осушенных земель. - Л.: СевНИИГиМ, 1972. - 153 с.
6. Дементьев В. Г. Орошение: учеб. пособие для вузов / В. Г. Дементьев. - М.: Колос, 1979. - 303 с.

УДК: 631.674.5:504.064.36

АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ ЕДИНИЦ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРЕЦИЗИОННОГО ОРОШЕНИЯ

Лытов М.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова», г. Москва, Россия

Одной из ключевых задач интенсификации сельскохозяйственного производства является наиболее полный учет и регулирование факторов, определяющих ростовые процессы и формирование урожая сельскохозяй-

ственных культур [1-3]. Сегодня эта задача решается за счет применения интенсивных обработок почвы, химических, тепловых и водных мелиораций, использования средств агрономической химии, включая широкий спектр ядохимикатов и пр. Совокупное использование всех этих агроприемов определяет высокую экологическую нагрузку на агроландшафты, формирует отрицательный синергетический эффект из-за перенасыщения антропогенной энергией. Одной из причин такого положения дел является сплошное, однородное воздействие на агроландшафты, которое не учитывает неоднородность исходных свойств объекта управления. В результате возрастают затраты антропогенной энергии на регулирование факторов жизни, снижается эффективность агротехнологий.

Перспективным направлением развития интенсивных технологий, предполагающим существенное снижение агроэкологических нагрузок на сельскохозяйственные земли, повышение эффективности возделывания сельскохозяйственных культур, рациональное использование ресурсов, является создание технологии точного земледелия. Орошаемое земледелие, как наиболее капитало- и ресурсоемкая сфера аграрного производства наиболее нуждается в приложении таких технологий [4-6].

Внедрение принципов точного земледелия в условиях орошения предполагает решение ряда последовательных задач, включая:

– исследование пространственной вариабельности исходных характеристик орошаемых территорий;

– географическая оценка положения, количественное исследование геометрических (включая площадные) характеристик участков, в которых вариабельность исходных характеристик относительно невелика (однородные участки);

– оценка соотношения географического положения, геометрических характеристик относительно однородных участков с аналогичными характеристиками действующего полевого севооборота; принятие решения о целесообразности использования технологий точного земледелия;

– исследование и количественное описание факторов управления в границах территорий с относительно однородными исходными характеристиками;

– обоснование совокупности и уровня агротехнических воздействий на основе учета и полного описания факторов управления в границах территорий с относительно однородными исходными характеристиками;

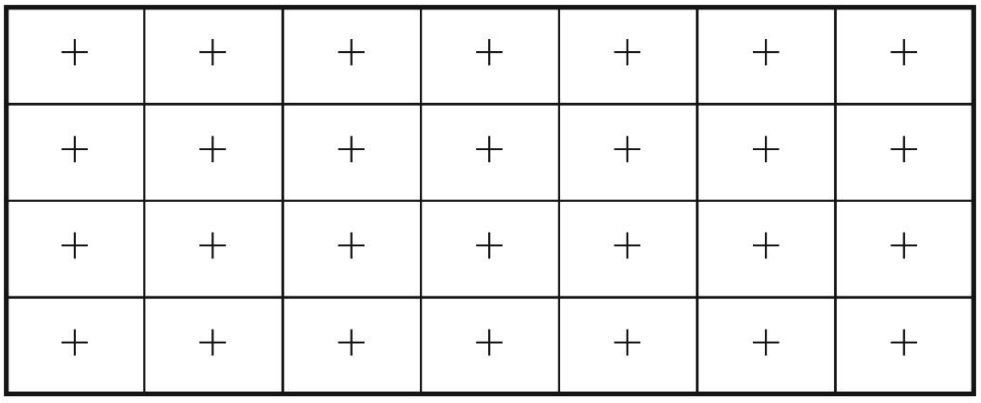
– дифференциация уровней агротехнических воздействий для различных участков, характеризующихся относительной внутренней однородностью исходных характеристик и факторов управления.

Участки с относительно однородными исходными характеристиками и одинаковой потребностью в регулирующих воздействиях в терминологии точного земледелия принято называть «единицей управления». Из вышесказанного видно, что одной из ключевых задач при освоении техноло-

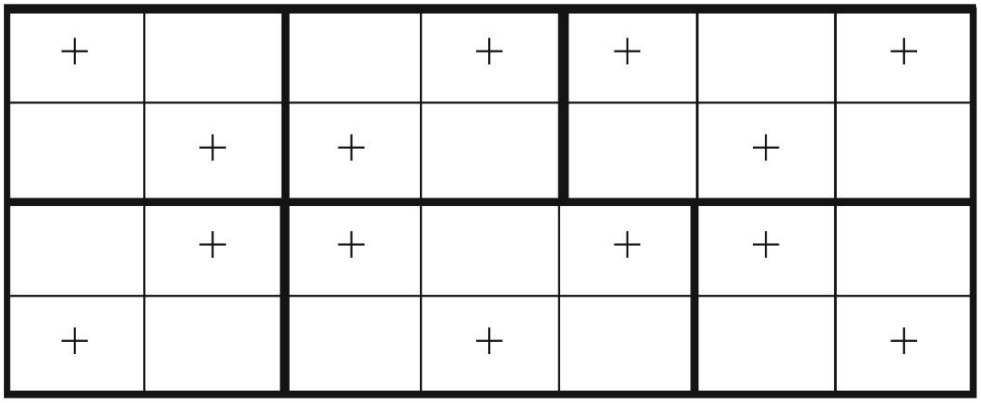
гий прецизионного орошения является выделение единиц территориального управления.

Под выделением единиц территориального управления подразумевается определение пространственного, географического положения, геометрических характеристик участка с допустимой внутренней вариабельностью параметра управления. Исходными данными для решения задачи выделения единицы территориального управления являются результаты обследования орошаемого участка.

От выбранной схемы обследования орошаемого участка зависит его трудоемкость, а также степень пространственной дифференциации факторов управления. На рисунке 1 представлены две альтернативных схемы обследования – сплошная и диагональная. Сплошной метод обследования является самым ресурсоемким, но и наиболее информативным в плане выделения территориальных единиц управления. Выделение территориальных единиц управления по данным сплошного метода обследования может быть выполнено уже после проведения исследования, геометрия участка выделяемого участка может быть любой сложности, а среднее значение параметра управления определяется с наибольшей точностью.



а) сплошной



б) диагональный

Рисунок 1. – Модель исследования участка на предмет выделения территориальных единиц управления

Предложенная схема диагонального обследования существенно снижает ресурсоемкость самого исследования, в большинстве случаев позволяет увеличить скорость исследования, однако предполагает определенные упрощения, формируя исключительно прямоугольные территориальные единицы управления. Следует признать, что единицы управления прямоугольной формы предпочтительны в плане реализации агротехнических мероприятий на основе дифференцированных по уровню воздействий. Алгоритм выделения территориальных единиц управления в случае диагональной схемы обследований должен выполняться непосредственно в процессе проведения исследования.

Выделение территориальных единиц управления осуществляется на основе группировки пространственных данных, полученных в результате обследования. Группировка осуществляется отбором последовательных в пространственном положении данных, вариабельность которых находится в допустимых пределах. Общая схема предложенного алгоритма группировки данных представлена на рисунке 2.

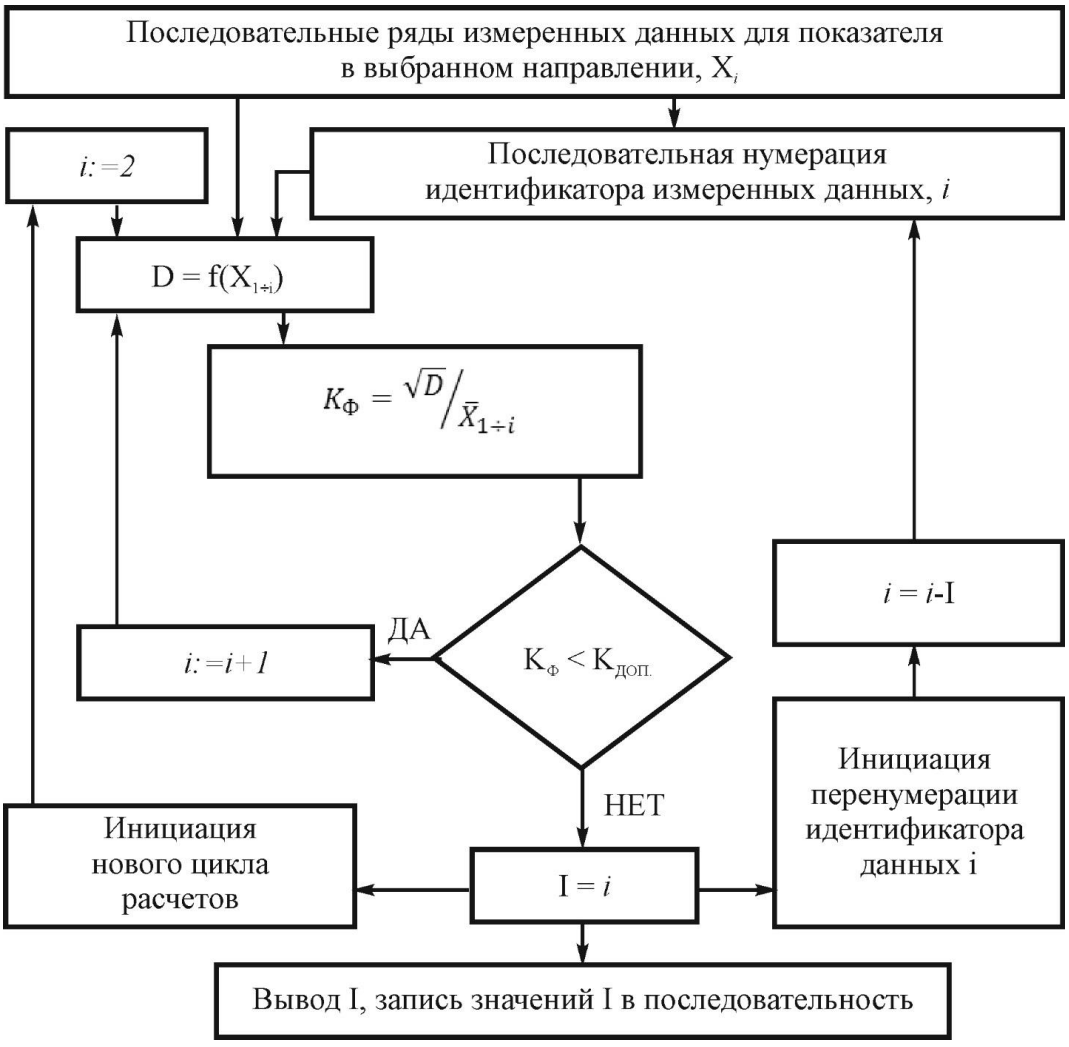


Рисунок 2 - Алгоритм группировки результатов пространственного исследования участка на предмет выделения территориальных единиц управления

Согласно алгоритма, всем данным, полученным в результате обследования, присваиваются номера индивидуальных идентификаторов. Группа данных, полученных в результате обследования участка последовательно увеличивается в соответствии с принятым вектором индивидуальных идентификаторов. Для каждого состава последовательно формируемых групп данных вычисляются статистические характеристик, которые сравниваются с допустимыми значениями. Статистические характеристики, не превышающие допустимых значений, характеризуют относительную (допустимую) однородность участка. При превышении количественной статистики вариабельности параметра управления осуществляется формирование границ территориальной единицы управления, вычисляется ее площадь и среднее значение параметра управления.

Реализация предложенного алгоритма позволяет выделить последовательные группы измеренных данных с заданными ограничениями по внутригрупповой вариабельности значений. Выделенные последовательности являются основанием для формирования позиционных и геометрических характеристик единиц территориального управления при решении задач прецизионного орошения.

Литература

1. Гуруева А.Ю., Есаулко А.Н., Саленко Е.А., Шутко А.П., Лысенко И.О. Динамика содержания основных элементов питания в черноземе выщелоченном в зависимости от агрохимических принципов программирования урожая //Вестник АПК Ставрополья. – 2016. – № 2 (22). – С. 194-198.
2. Ферапонтова С.А., Коробова Л.Н. Изменения в бактериальном комплексе почвы под влиянием интенсивного возделывания лука репчатого в однолетней культуре //Современные проблемы науки и образования. –2014. –№ 6. –С. 1363.
3. Бородычев В.В., Лытов М.Н., Диденко А.А., Пахомов Д.А. Капельное орошение сои. – Волгоград: Панорама, 2006. – 168 с.
4. Ольгаренко В.И., Бабичев А.Н., Монастырский В.А. Научная концепция и алгоритм реализации элементов прецизионного земледелия в условиях оросительной сельскохозяйственной мелиорации // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2018. – № 1 (29). – С. 160-169.
5. Бородычев В.В., Лытов М.Н. Геопозиционный синтез мониторинговых данных и возможности их использования в режиме реального времени // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 1 (41). – С. 168-177.
6. Курбанов С.А., Бородычев В.В., Лытов М.Н. Концептуальная модель управления орошением в режиме реального времени на основе ГИС-технологий // Проблемы развития АПК региона. – 2018. – № 2 (34). – С. 66-71.

УДК: 631.674.5:504.064.36

КОМПОНОВОЧНЫЕ СХЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ОРОШЕНИЕМ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Лытов М.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова», г. Москва, Россия

Орошаемые земли являются одними из самых обустроенных в инженерном плане земель сельскохозяйственного назначения. Орошаемые территории отличаются развитой инфраструктурой и наибольшей капиталоемкостью производства. Затраты на орошение в условиях засухи могут достигать 80 % от совокупных расходов на возделывание сельскохозяйственных культур [1-3]. Объективно высокая расходная часть производства сельскохозяйственной продукции в условиях орошения требует консолидации усилий по повышению эффективности, интенсификации технологий, повышению качества производимой продукции, то есть всего того, что позволяет увеличить результативность производства. Комплексное регулирование факторов жизни точно в соответствии с биологией развития возделываемых культур, автоматизация и роботизация технологических процессов в этом свете видится наиболее перспективным вектором развития орошаемого земледелия [4].

Реализация технологий автоматизированного управления орошением невозможна без организации мониторинга технологических процессов в режиме реального времени [5-6]. Отличительной особенностью такого рода мониторинга является выполнение всех процессов в режиме реального времени, что предъявляет особые требования к быстродействию системы. Вычислительные мощности современных цифровых устройств позволяют обрабатывать информацию с достаточной скоростью, а современные технологии радиосвязи обеспечивают возможность реализации он-лайн контроля и управления орошением в дистанционном режиме. Одной из ключевых задач создания таких систем является обоснование оптимальных вариантов информационного взаимодействия территориально разнесенных функциональных модулей. В общем случае следует выделять варианты информационного взаимодействия компонентов системы с сервером и без сервера.

Сервер сегодня является одним из самых распространенных компонентов как централизованных, так и рассредоточенных информационных систем, основными функциями которого является хранение данных, организация к ним доступа в режиме реального времени, трансляцию данных к потребителям. Специализированные серверные системы могут выполнять и иные, обусловленные их спецификой функции для «коллективного»

пользования потребителей информационной системы. «Коллективное» пользование является одним основных отличительных особенностей и главным преимуществом серверных информационных систем. Сервер позволяет организовать регистрацию, классификацию и организацию доступа к данным операторам различных систем орошения, доступна организация многоуровневого доступа к данным с выделением «доступного» информационного поля для каждого уровня, возможна связь с информационными системами другого уровня. На рисунке 1 представлена компоновочная схема информационного взаимодействия функциональных модулей системы мониторинга и управления орошением на серверной основе.

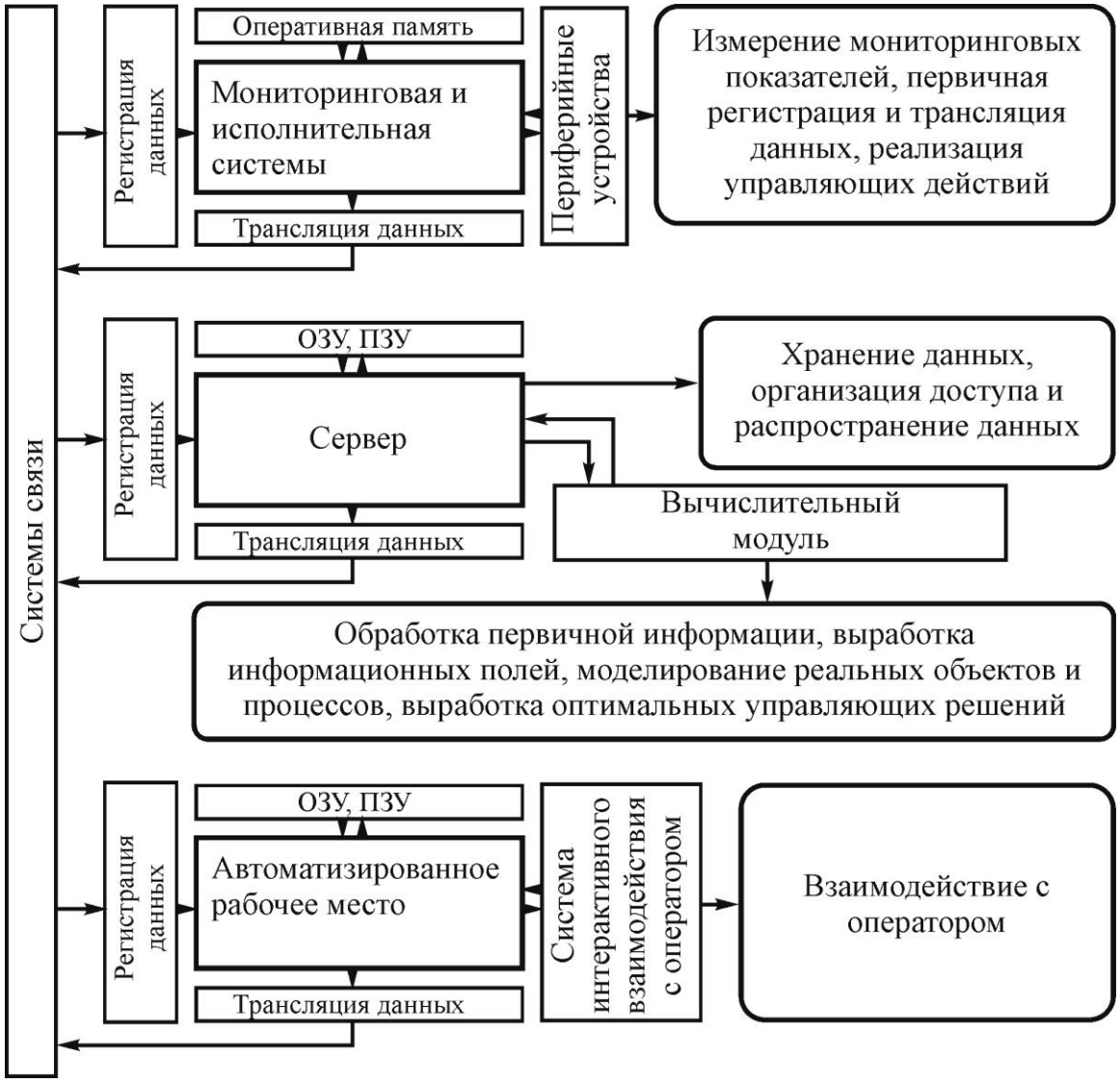


Рис.1 - Компоновочная схема информационного взаимодействия функциональных модулей системы мониторинга и управления орошением на серверной основе

Согласно представленной схемы выделены четыре функционально организованных модулей системы, включая:

– измерительный и исполняющий комплекс, представленный совокупностью периферийных устройств, обеспечивающих непрерывный контроль мониторинговых показателей и исполнение управляющих действий, принятых системой относительно технологических функций технических средств орошения. Функционально это два самостоятельных комплекса, которые, однако, территориально объединены и привязаны к объекту мониторинг а и управления. Для обмена данными между этими функциональными блоками не требуется организация удаленной связи, а следовательно задержки в работе системы могут быть сведены к минимуму и без применения специальных алгоритмов;

– сервер, обеспечивающий хранение и обмен информации с реализацией возможности «коллективного» пользования ресурсами системы. На базе сервера может быть организовано множество автоматизированных рабочих мест (АРМ), отвечающих как за разные участки оросительной системы, так и за различный функции многоуровневой системы управления;

– вычислительный модуль, обеспечивающий обработку данных мониторинга объекта и выработку управляющих действий в автоматизированном режиме. В предложенной схеме этот функциональный модуль объединен с сервером, что позволяет использовать почти не ограниченные вычислительные мощности для решения задач автоматизированного управления орошением и исключить «лишнюю» дистанционную передачу данных по каналам радиосвязи;

– автоматизированное рабочее место (АРМ) обеспечивает интерактивное взаимодействие с оператором орошения. Оператор орошения ведет субъективный контроль технологического процесса. При этом система в режиме реального времени информирует оператора о текущем положении дел, доводит сведения о принятых в автоматизированном режиме управляющих решений и стадии их реализации с возможностью субъективной блокировки.

Предложенная схема предполагает использование систем удаленной связи для информационного взаимодействия мониторинго-управляющего комплекса, сервера и АРМ. Число используемых каналов связи определяется, преимущественно, архитектурой системы автоматизированных рабочих мест, однако в последовательном режиме (предполагающем суммирование временных задержек) будут задействованы только три канала: это направление «мониторинго-исполняющий комплекс - сервер», «сервер-АРМ» и «АРМ - мониторинго-исполняющий комплекс».

Системы орошения с более простой архитектурой могут использовать вариант информационного взаимодействия функциональных модулей без сервера (рисунок 2).

В этом случае в последовательном режиме работают только два канала связи: это прямое направление «мониторинго-исполняющий комплекс – связка АРМ и вычислительный модуль» и обратное. Такой подход

позволяет существенно сократить временные задержки на передачу данных, однако предполагает, как правило, организацию только одного автоматизированного места. Другими недостатками такого подхода являются:

– ограниченные вычислительные мощности при использовании мобильного автоматизированного рабочего места. Вычислительные ресурсы в этом случае вынужденно используются для последовательной (с суммированием временных задержек) обработки поступающей информации, либо ограничивается функционал рабочего места. Безусловно, с развитием электронно-вычислительных компонентов эта проблема решается, однако затраты на высокопроизводительную мобильную электронику сегодня еще высоки;

– моральное старение вычислительных инструкций и алгоритмов обработки информации. Как правило, заложенное программное обеспечение в таких, «монопользовательских» системах, не обновляется, либо обновляется нерегулярно, что препятствует освоению самых новейших и эффективных алгоритмов обработки информации.

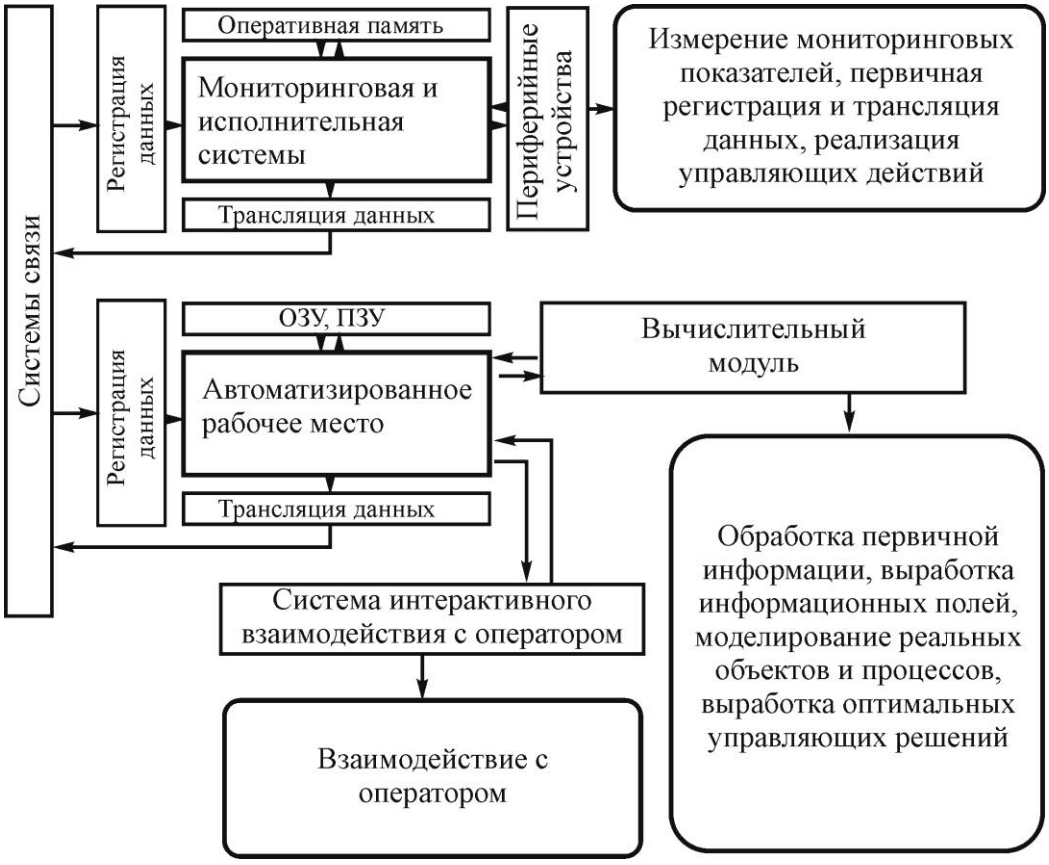


Рис.2 - Компоновочная схема информационного взаимодействия функциональных модулей системы мониторинга и управления орошением без сервера

Таким образом, информационное взаимодействие функциональных модулей системы мониторинга и управления орошением определяется объективной сложностью архитектуры решаемых задач и зависит от масштаба

производства. Наиболее перспективной и универсальной в плане общих подходов к решению производственных задач разномасштабных предприятий является серверная компоновочная схема взаимодействия функциональных модулей системы мониторинга и управления орошением. При этом обеспечивается возможность «коллективного» использования мониторинговых данных и организации многоуровневой системы управления.

Литература

1. Балакай С.Г. Анализ затрат на возделывание сорго зернового при орошении // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2014. – № 56-2. – С. 69-74.
2. Бородычев В.В., Лытов М.Н., Диденко А.А., Пахомов Д.А. Капельное орошение сои. – Волгоград: Панорама, 2006. – 168 с.
3. Прокопец Р.В., Овчинников А.Б. Ресурсосберегающие технологии орошения кормовых культур на темно-каштановых почвах Поволжья // Научная жизнь. – 2012. – № 4. – С. 81-86.
4. Макартичян С.В., Филиппов А.Н., Ляпичев С.В. Автоматическая система капельного орошения с дистанционным управлением // Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. – 2016. – № 3 (15). – С. 41-45.
5. Бородычев В.В., Лытов М.Н. Геопозиционный синтез мониторинговых данных и возможности их использования в режиме реального времени // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 1 (41). – С. 168-177
6. Бородычев В.В., Головинов Е.Э., Лытов М.Н. Аппаратное обеспечение мониторинга работы дождевальной техники на основе технологий глобального спутникового позиционирования // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2016. - № 2 (62). - С. 48-52.

УДК 631.432

ОЦЕНКА ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ АГРОБИОЦЕНОЗОВ С УЧЕТОМ ЦИКЛИЧНОСТИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Капустина Т.А., к.т.н., доцент, **Цекоева Ф.К.,** к.с.-х.н., доцент,
Медведева Е.В., науч. сотр., **Польщиков Н.А.,** инженер
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения», г. Коломна, Россия

Показатели природных ресурсов тепла и влаги – испаряемость и атмосферные осадки, оказывающие безусловное влияние на биологическую продуктивность территории, не исчерпывают всего комплекса факторов, определяющих развитие и рост растений. Кроме того, каждый элемент водного и теплового баланса в отдельности недостаточно полно отражает потребность в орошении и других мелиоративных мероприятий.

Такие элементы, как суммарное испарение, осадки, почвенные влагозапасы значительно изменяются в пространстве и во времени, а их изменчивость, в свою очередь, оказывает сильное влияние на режим орошения и урожайность сельскохозяйственных культур, величину стока и инфильтрации.

Известно множество количественных показателей, на основе которых оценивается режим увлажнения территории и производится ее районирование.

Среди них выделяются коэффициенты, ставшие классическими.

1) Интегральный показатель экологизации Костякова А.Н., равный отношению среднегодового количества атмосферных осадков к среднегодовой испаряемости [1].

2) Индекс сухости Будыко М.И., равный отношению тепла, поступившего в средний год, к затратам тепла, необходимым для испарения среднегодовых осадков [3].

3) Коэффициенты увлажнения, определяемые по годовым суммам климатических показателей: Иванова Н.Н., Шашко Д.И. [2,4].

Общий недостаток перечисленных коэффициентов – использование в расчетах осадков и других метеорологических элементов в сумме за год, при этом практикой установлены значительные потери зимних осадков в результате весеннего стока, учет которых необходимо уточнять для определения уровня влагообеспеченности в регионе.

4) Гидротермический коэффициент Селянинова Г.Т. [5]:

Недостатком *ГТК* является то, что в нем совсем не учитываются зимние осадки, то есть неточно оценивается влагообеспеченность, а сумма температур воздуха, используемая в качестве критерия испаряемости, значительно ниже ее фактической величины, характеризующей теплообеспеченность.

В некоторых разработках для определения коэффициента увлажнения территории используются данные о продуктивных влагозапасах в метровом слое почвы.

Критерий интегрального показателя тепло-, влагообеспеченности – коэффициент природного увлажнения *Ку,* разработанный во ВНИИ "Радуга" для агроклиматического районирования агроландшафтов, широко использован в исследованиях и расчетах ряда научных и проектных институтов [6].

Расчетная модель ВНИИ «Радуга» включает осадки, температуру и влажность воздуха, скорость ветра, почвенные влагозапасы, то есть предусматривает многофакторное обоснование расчетного параметра, в отличие от методов Селянинова Г.Т., Шашко Д.И., Колоскова П.И. и других авторов, которые предлагают использование не более двух природно-климатических факторов (осадки и температуру воздуха, осадки и влажность воздуха).

$$Ку = \frac{W_a + P}{E}$$

где: *Ку* – коэффициент увлажнения за период с $t > 5\ ^0C$;

W_a – активные влагозапасы в метровом слое почвы на начало расчетного периода (дата перехода температуры воздуха через $+5^0$C), мм;

P – атмосферные осадки за расчетный период, мм;

E – испаряемость (потенциальная эвапотранспирация) за тот же период, мм.

Продолжительность расчетного периода принята с учетом того, что в его пределы укладываются вегетационные периоды всех сельскохозяйственных культур.

Было отмечено[1], что по методу ВНИИ «Радуга» расчетные параметры совпадают с опытными данными. Коэффициент увлажнения *Ку*, устанавливаемый по методике ВНИИ «Радуга», можно считать обобщающим показателем недостатка или избытка атмосферного увлажнения рассматриваемой территории, объективно отображающим как климатические, так и геоморфологические и гидрогеологические ее особенности.

Учитывая отмеченные ранее преимущества расчетов *Ку*, наличие программы для ПК, большой опыт его использования для районирования самых разных регионов, можно утверждать, что коэффициент *Ку* является комплексным показателем тепло-, влагообеспеченности любой сельскохозяйственной территории, надежным критерием для последующего агроклиматического районирования.

В результате исследований нескольких климатических зон по оценке влагообеспеченности территории (метеостанция Краснодар) установлено, что значения показателей агроклиматического районирования территории по методу Шашко Д.И. (БКП) и ВНИИ «Радуга» (*Ку*) коррелируют (коэффициент корреляции 0.876) (Рисунок 1).

1Государственным Гидрологическим институтом (ГГИ) в 1988-1992гг. был проведен сравнительный анализ на основе опытных работ и измерений с применением методов водного и теплового баланса, который показал преимущества расчетных методов ГГИ (Харченко С.И.) и ВНИИ «Радуга» для последующего установления оросительных норм по расчетным моделям названных авторов.

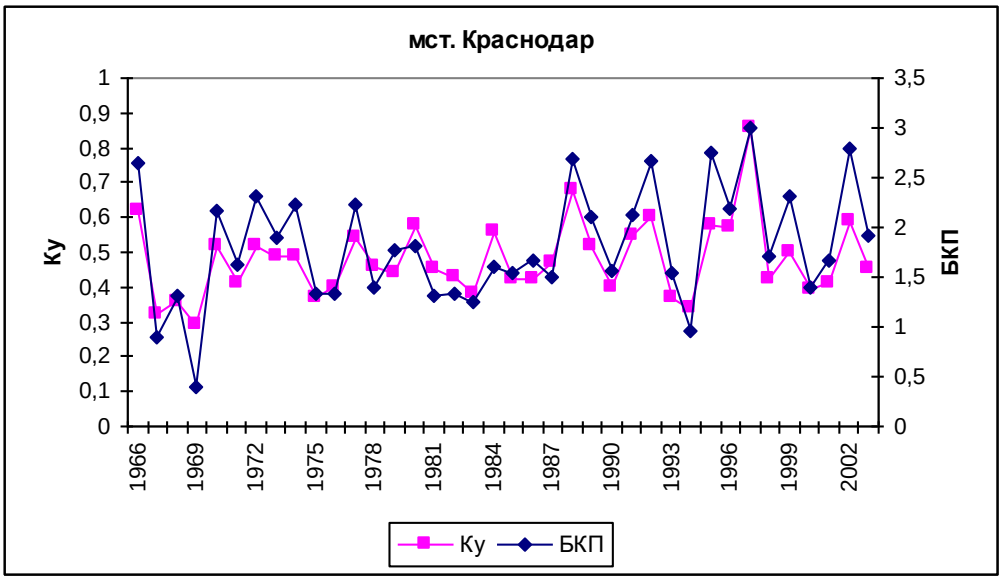


Рис. 1 – Агроклиматическое районирование территории по методу Шашко Д.И. и ВНИИ «Радуга» по данным мст. Краснодар

По метеоданным 1966-20016 годов с использованием разработанной ФГБНУ ВНИИ «Радуга» Базы данных для метеостанций Северо-Кавказского ФО проанализирована природная влагообеспеченность региона [7]:

Ку = 0,31-0,40 – сухостепная зона (мст. Дивное);

Ку = 0,41-0,50 – умеренно сухая степная зона (мст. Ставрополь, Светлоград, Зеленокумск);

Ку = 0,51-0,80 – лесостепная зона (мст. Невинномысск, Георгиевск, Прохладный);

Ку >0,80 – лесная зона (мст. Пятигорск, Кисловодск, Нальчик).

Модель расчета рекомендуемого коэффициента *Ку* включает, помимо испаряемости и атмосферных осадков, активные влагозапасы в почве на начало расчетного периода, т. е. полноценно отражает соотношение тепла и влаги на исследуемой территории (Рисунок 2).

Рис.2 – Среднемноголетнее значение Ку по метеостанции Моздок (лесостепная зона)

В лесостепной зоне Северо-Кавказского федерального округа за последние пять лет произошли некоторые климатические изменения.

Например, по метеостанции Моздок при среднем многолетнем $К_у$ 0,65, в сухой год (75% обеспеченности) он уменьшается до 0,47, а в острозасушливый год (95% обеспеченности) – до 0,28. Наблюдается периодически постепенное понижение во времени значения коэффициента природного увлажнения Кув среднем на 7% в следующие годы(1997-2000, 2005-2008, 2011-2014гг.).

Для сухостепной зоны по метеостанции Дивное (2003-2016 г.) коэффициент природного увлажнения Ку при среднемноголетнем значении Ку 0,35, в сухой год (75% обеспеченности) он уменьшается до 0,30, в острозасушливый год (95% обеспеченности) – до 0,21. А во влажный год (5% обеспеченности) увеличивается до 0.67, в средневлажный год (25% обеспеченности) – до 0,47.

Для сухостепной зоны за последние пять лет значения коэффициента природного увлажнения Ку увеличиваются в среднем на 6%, причем в основном во влажные годы (Рисунок 3).

Оценку уровня обеспеченности территорий теплом и влагой, и потребности в орошении по среднему многолетнему значению показателя $К_у$ следует рассматривать как общую характеристику проблемы, т.к. коэффициент увлажнения $К_у$ меняется не только территориально, но и по годам многолетнего периода, а также за вегетацию орошаемых культур.

В годы различной увлажненности (обеспеченности) коэффициенты $К_у$ меняются значительно, что отражает изменение обеспеченности сельскохозяйственных посевов природными ресурсами влаги и потребности в орошении.

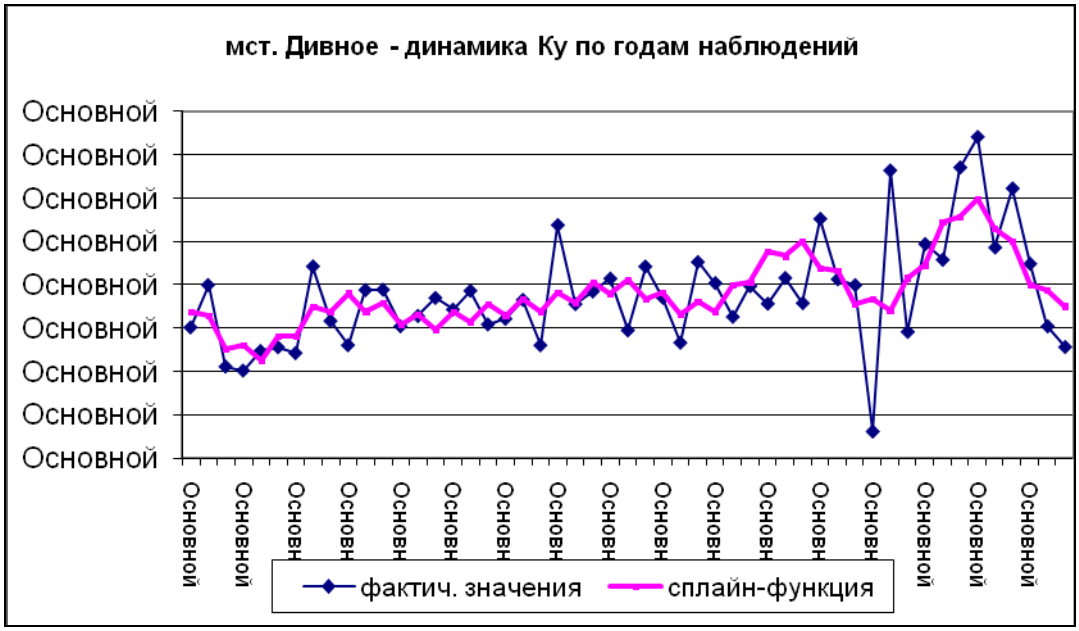


Рис.3. Среднемноголетнее значение Ку по метеостанции Дивное (сухостепная зона)

Анализ пространственно-временных связей между испаряемостью *E,* характеризующей энергетические ресурсы климата, и коэффициентом увлажнения *Ку,* характеризующим соотношение ресурсов тепла и влаги на территории, позволяют рекомендовать соответствующие приемы и методы ведения орошаемого земледелия, а также установить параметры орошения, их изменчивость – суммарное водопотребление и оросительные нормы.

В результате обработки данных метеостанций Моздок и Дивное Северо-Кавказского федерального округа установлено, что периодически постепенное понижение во времени значения Ку на 7% в лесостепной зоне приводит к незначительному повышению оросительной нормы возделываемых в регионе сельскохозяйственных культур в среднем на 5-7%.

В сухостепной зоне увеличение значения Ку в среднем на 6%, ведет к уменьшению оросительных норм сельскохозяйственных культур в среднем на 5 – 12%.

Анализ методов агроклиматического районирования показывает, что в методике ВНИИ «Радуга» учтены комплексно все основные факторы, влияющие на продуктивность агробиоценозов, что подтвердили результаты многолетней апробации в различных природно-климатических условиях.

Количественные значения и территориальная изменчивость коэффициента природного увлажнения Ку обусловливают размеры и изменчивость параметров орошения: суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур и дефицитов водопотребления (оросительных норм).

Практическое применение методики и учета природного потенциала тепловых ресурсов и влагообеспеченности, установленные и дифференцированные на их основе параметры орошения позволяют обеспечить значительное ресурсосбережение, рациональное водопользование, а также улучшение экологической ситуации в орошаемом земледелии.

Литература

1. Костяков А.Н. «Основы мелиорации». Сельхозиздат. М. 1951.
2. Будыко М.И., Зубенок Л.И. «Определение испарения с поверхности суши». Известия АН СССР, серия «География», №6, 1961.
3. Иванов Н.Н. «Ландшафтно-климатические зоны земного шара». Зап. геогр. общества, 1949, т. 1 (Нов.сер.) – 228 с.
4. Шашко Д.И. «Агроклиматическое районирование СССР». Изд-во «Колос», М., 1967.
5. Селянинов Г.Г. «Методика сельскохозяйственной характеристики климата». Мировой агроклиматический справочник. Гидрометеоиздат, Л., 1957.
6. Капустина Т.А., Аванесян И.М., Спирина Е.Ю. «Исследование и оценка циклических изменений климатических показателей по природным зонам агроландшафтов Нечерноземья и ЦЧО». Сборник научных трудов. Часть 2. М., МГУП, 2005.
7. База данных «Юг-Метео» Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2012620080 от 18.01.2012.

УДК 631.62(476.5)

ПЕРСПЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЛИОРИРУЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ПРИМЕРЕ СЕННЕНСКОГО РАЙОНА ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

Горляк Л.О., старший преподаватель
Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Беларусь

Мелиорированные земли – важный природно-техногенный ресурс и национальное богатство Беларуси. От эффективности их использования и охраны во многом зависит экономическая, социальная и экологическая ситуация в стране. На этих землях в настоящее время производится более трети продукции растениеводства и в перспективе имеются возможности для значительного роста их продуктивности [2].

Планирование мелиорации земель осуществляется в соответствии с прогнозами и программами социально-экономического развития Республики Беларусь, схемами комплексной территориальной организации административно-территориальных и территориальных единиц, а также осуществляется в формах государственных и региональных программ по мелиорации земель, ежегодных планов работ по строительству, эксплуатации (обслуживанию) мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений, разрабатываемых с учетом результатов инвентаризации и обследования мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений [1]. В Республиканской программе "Сохранение и использование мелиорированных земель на 2006-2010 годы", которая является составной частью Государственной Программы возрождения и развития села, заложены основы экологически целесообразного и экономически обоснованного использования мелиорированных земель, что позволит свести к минимуму существующие тенденции к ухудшению состояния почвенного покрова данных территорий [3].

Мелиорация земель является одним из существенных факторов интенсификации сельского хозяйства, создания благоприятных условий для мобилизации потенциального плодородия почв, повышения эффективности механизации, химизации и защиты растений, и, в конечном счете, обеспечения высокорентабельного и конкурентоспособного сельхозпроизводства.

От эффективности использования и охраны мелиорированных земель во многом зависит экономическая, социальная и экологическая ситуация в районе. Стратегия использования и охраны мелиорированных земель в Сенненском районе предусматривает осуществление комплекса неотложных мер, обеспечивающих восстановление и сохранение мелиоративных систем, рост продуктивности мелиорированных земель, повышение их устойчивости к неблагоприятным погодным условиям.

В настоящее время в Сенненском районе планируется вывести из интенсивного сельскохозяйственного оборота земли низкого качества. Высвобождающиеся при этом дефицитные ресурсы будут сконцентрированы на относительно лучших землях, что позволит наряду с другими действиями нарастить производство сельскохозяйственной продукции с минимальными затратами.

В современных условиях, при имеющейся в наличии современной техники и возможностях ее приобретения, мелиорация земель является одним из существенных факторов интенсификации сельского хозяйства, создания благоприятных условий для мобилизации потенциального плодородия почв, химизации и защиты растений, и, в конечном счете, обеспечения высокорентабельного и конкурентоспособного сельхозпроизводства.

Осушительная мелиорация – это мероприятия, задача которых регулирование водного, воздушного, теплового и питательного режимов избыточно увлажненной территории путем устранения избытков воды в почве для повышения плодородия земель и урожайности сельскохозяйственных культур. Мелиорация является важным приёмом, используемым для удаления избыточного увлажнения почв, поддержания определённого водного режима, благоприятного для роста и развития растений, и успешного проведения сельскохозяйственных работ. При помощи этого приёма получают максимальный урожай при затраченных на его выращивание средствах.

Необходимо заострить внимание на неправильной эксплуатации мелиорируемых земель в районе [4]:

- запахиваются берма, созданная вдоль каналов, которая крайне необходима для их обслуживания, с целью укрепления откосов, своевременного скашивая травянистой растительности, вырубки древесно-кустарниковой растительности, чистки каналов и др. Отсутствие бермы приводит к невозможности обслуживания каналов и соответственно их зарастанию, ухудшению пропускной способности, работоспособности и, в конечном итоге, выходу из строя всей мелиоративной системы;

- производится запашка поперек организованных ложбин (по технологии вдоль). При запашке поперек ложбины, борозды, образовавшиеся после распашки, препятствуют стоку поверхностных вод. На мелиорируемых землях необходимо уточнить преимущественное направление вспашки поля, увязав его при этом со вспашкой преобладающих ложбин.

- вспашку необходимо производить от канала. Часто запашка производится в обратном направлении, в результате чего образуется валик, препятствующий стоку. На поле застаиваются излишки воды, вымокают посевы.

- запахиваются колодцы-поглотители, которые установлены в замкнутых понижениях, выводя избытки влаги через дренажную сеть в каналы. Соответственно в результате разрушения колодца вода застаивается и на ее месте образуется вымочка;

- захламляются, засоряются каналы, в них сбрасывается камни и мусор.

В соответствии с законом Республики Беларусь от 23 июля 2008 года № 423-З «О мелиорации земель» на введенных в эксплуатацию объектах мелиорации земель запрещается[1]:

- ухудшать водный, воздушный, тепловой, питательный режимы почв;

- устраивать перемычки, скотопрогоны и другие устройства на каналах без согласования с пользователями мелиоративных систем и (или) организациями по строительству и эксплуатации мелиоративных систем;

- распахивать земли ближе 2 метров от начала откоса канала на водоприемниках и магистральных каналах и 1 метра от начала откоса канала на коллекторах и осушителях;

- пасти скот по откосам и бермам каналов, плотин и дамб;

- самовольно устраивать водозаборы из мелиоративных каналов, водохранилищ и прудов;

- самовольно открывать и закрывать затворы гидротехнических сооружений;

- провозить негабаритные грузы по проезжей части плотин, дамб и иных гидротехнических сооружений;

- вести ближе 200 метров от плотин, дамб и других гидротехнических сооружений земляные работы, добычу полезных ископаемых открытым способом без согласования с пользователями мелиоративных систем и (или) организациями по строительству и эксплуатации мелиоративных систем;

- разжигать костры, осуществлять выжигание сухой растительности, трав на корню, а также стерни и пожнивных остатков, если иное не предусмотрено законодательными актами;

- складировать строительные материалы, размещать отходы;

- складировать камни, корчи и другие предметы на откосах и бермах каналов.

В Сенненском районе определены массивы земель общей площадью 625 га, требующие улучшения мелиоративного состояния путем строительства новых мелиоративных систем. Это пахотные, луговые улучшенные земли, сформированные преимущественно на дерново-палево-подзолистых временно избыточно увлажненных, глееватых и глеевых суглинистых почвах на мощных лессовидных легких пылеватых суглинках. Массивы таких почв получили наибольшее распространение по району. Их природный потенциал, при благоприятном мелиоративном состоянии, достаточно высок. Но, несмотря на высокое природное плодородие, на этих участках имеет место резкое снижение урожайности сельскохозяйственных культур, увеличение трудоемкости полевых работ, вызванное переувлажнением, что в свою очередь ведет к снижению балла плодородия этих почв. На участках таких переувлажненных земель образовалась масса

вкрапленных контуров (вымочки, западины, болота, кустарники), что существенно снизило площадь обработки почвенных массивов. Такие недостатки землепользования значительно снижают производительность машинно-тракторных агрегатов, способствуют засорению полей, образуют необрабатываемые участки пашни вокруг вкраплений. Все это приводит к ухудшению качества полевых работ, увеличению сроков сева и уборки, а в конечном счете – снижению урожайности сельскохозяйственных культур, выхода валовой продукции и увеличение себестоимости сельскохозяйственной продукции. Имеются даже участки, которые, несмотря на высокое плодородие земель, в силу влияния массы отрицательных факторов, вызванных переувлажнением, имеют по сравнительной оценке земель расчетный отрицательный чистый доход.

Такие участки, при условии создания благоприятного водно-воздушного режима, удобны для сельскохозяйственного использования, так как распространены большими массивами и выровнены по рельефу, что способствует широкому применению средств механизации. Почвы богаты поглощенными основаниями и запасами питательных веществ и при правильной агротехнике выращивания способны обеспечить получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур, в том числе и с повышенными требованиями к почвенным условиям. Однако избыточное увлажнение таких почв значительно снижает их потенциальные возможности.

Мелиорация создаст благоприятные условия для роста и развития растений, ликвидирует мелкую контурность, вкрапленность других земель, улучшит конфигурацию участка, сложную структуру почвенного покрова, которые затрудняют ведение сельскохозяйственных работ, увеличит площадь сельскохозяйственных земель за счет вовлечения в сельскохозяйственный оборот вкрапленных контуров и в конечном итоге значительно уменьшит затраты на возделывание сельскохозяйственных культур, обеспечит достойную прибавку урожая, повысит производительность техники. В комплексе с мелиорацией необходимо обеспечить необходимые дозы внесения удобрений, приблизить их значения к оптимальным.

После проведения работ по улучшению мелиоративного состояния земель, прослеживается и значительное улучшение их качества. В среднем балл плодородия увеличивается на 5-6 единиц. Так как между баллами бонитета и урожайностью сельскохозяйственных культур существует высокая корреляционная связь, нетрудно предположить о перспективном росте урожайности сельскохозяйственных культур и снижению затрат на их выращивание.

В современных условиях эффективное использование имеющихся в районе природных ресурсов приобретает принципиальное значение и должно быть учтено при перспективных разработках.

Литература

1. Закон Республики Беларусь «О мелиорации земель» от 23 июля 2008 года № 423-З.
2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 31.08.2010 № 1262 "Об утверждении Государственной программы сохранения и использования мелиорированных земель на 2011 - 2015 годы".
3. Республиканская программа «Сохранение и использование мелиорированных земель на 2006-2010 годы» (в ред. постановлений Совмина от 26.12.2005 № 1541, от 10.11.2007 № 1489). Мн.: 2005
4. Схема землеустройства Сенненского административного района Витебской области. – Мн.: Белгипрозем, 2011.

УДК 631.425.2:551.58 (476)

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ НА ВЕЛИЧИНУ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

Левшунов И.А., преподаватель кафедры МиВХ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», г. Горки, Могилёвская область, Беларусь

В настоящее время изучение водных ресурсов основывается на водно-балансовых исследованиях. При их проведении определяются все виды поверхностных, почвенных и подземных вод, их приходные и расходные части и количественные соотношения в разные периоды года.

Водный баланс мелиорируемого земельного массива за рассматриваемый (расчётный) период времени выражается уравнением. Такое уравнение, являющееся частным выражением закона сохранения материи, позволяет выявить динамику поступления и расходования влаги на данной территории, а также количественно оценить соотношение приходной и расходной составляющих [1].

Упрощённая запись уравнения водного баланса ограниченного участка территории для зоны аэрации и водоносного слоя (до водоупорного слоя) при отсутствии водообмена грунтовых вод с более глубокими пластами для конечного промежутка времени имеет следующий вид:

$$W_к^{\,i} = W_н^{\,i} + K_п P_i - K_в E_i + m_i - C_i, \qquad (1)$$

где $W_к^{\,i}$, $W_н^{\,i}$ – полезные влагозапасы расчетного слоя почвы соответственно на конец и начало i-го расчетного интервала, мм;

P_i – измеренные осадки, выпавшие за расчетный период, мм;

$K_п$ – поправочный коэффициент на недоучет осадков измерительными приборами;

$K_в$ – коэффициент влагообмена, учитывающий долю водопотребления из расчетного слоя.

E_i – водопотребление пастбищных трав за расчетный период, мм;

m_i – норма увлажнения ,мм;

C_i – почвенный сток, мм;

Одним из основных и наименее изученных с теоретической и экспериментальной точки зрения элементов водного баланса почв является суммарный (вертикальный и поверхностный) сток.

Сток со склонов сельскохозяйственных полей изучается с помощью стоковых площадок, представляющих собой оконтуренные земляными валиками или бетонными и деревянными бортиками небольшие площадки, заключающие в себе части склонов водосбора или отдельные сельскохозяйственные поля.

Величина стока изменяется во времени и зависит от климатических факторов, в первую очередь от атмосферных осадков и начальной влажности почвы. Результаты полевых исследований проведённых на специально организованных опытных участках расположенных на суглинистых почвах учебно-опытного оросительного комплекса (УООК) «Тушково–1» Горецкого района это подтверждают [2]. Стоковые площадки №1 и №2 – свекла кормовая с уклонами поверхности соответственно 0,057 и 0,024; площадки №3 и №4 – многолетние травы с уклонами 0,075 и 0,042; площадки №6 и №5 – чистый пар с уклонами 0,053 и 0,025 соответственно. Наименьшая влагоемкость верхнего 20-сантиметрового слоя на пашне и сенокосе составляет соответственно 22,8 и 24,8% от массы сухой почвы [3].

Наблюдения за поверхностным стоком проводились на указанных стоковых площадках объемным способом по приращению уровня воды в мерных баках согласно методике, изложенной в [4].

Была предпринята попытка, определить, как изменяется величина поверхностного стока в зависимости от начальной влажности почвы, а именно были выбраны следующие три группы: 1 – (W_H >1,2W_{HB}); 2 – (W_H = 0,8–1,2 W_{HB}); 3 – (W_H < 0,8W_{HB}). Построены графики зависимости по каждой из трёх групп C=f(P).

Из полученных графиков видно, что при одних и тех же осадках, но разной начальной влажности почвы поверхностный сток разный (рис 1.).

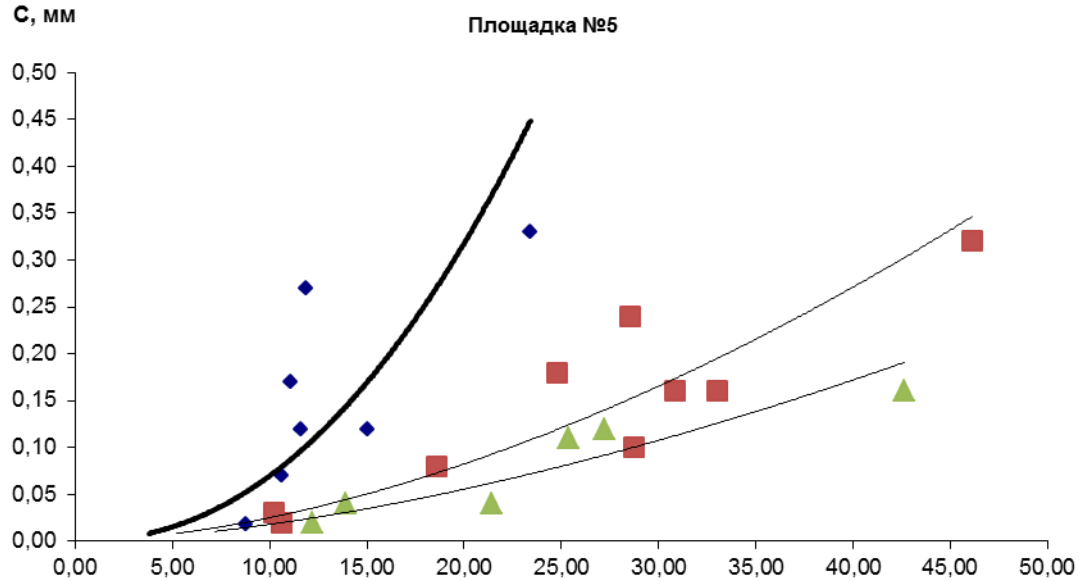


Рис.1. Связь суточных величин поверхностного стока и суточных осадков на стоковой площадке № 5 при разных диапазонах влажности почвы W_H.

Анализ экспериментальных данных также показал, что наиболее приемлемой формой корреляционной связи поверхностного стока с этими факторами является степенная функция:

Зависимость, описывающая поле точек, - степенная:

$$C_{пов.сут} = c \cdot Y^{d} \qquad (2)$$

где $C_{пов.сут}$ – суточный поверхностный сток, мм;

Y – величина суточных осадков;

c, d – эмпирические коэффициенты.

Таблица 1. Значения коэффициентов c, d и коэффициента корреляции зависимости (2)

№ площадки	$W_н$>НВ			$W_н$=НВ			$W_н$<НВ		
	c	d	r^2	c	d	r^2	c	d	r^2
№1	0,0033	1,4631	0,73	0,005	1,2279	0,56	0,0039	1,2106	0,79
№2	0,0032	1,3727	0,48	0,0002	1,8972	0,77	0,0011	1,1307	0,52
№3	0,0003	2,556	0,77	0,0008	1,4535	0,46	-	-	-
№4	0,0027	1,1933	0,69	0,0004	1,4091	0,51	-	-	-
№5	0,0005	2,1888	0,50	0,0005	1,7179	0,89	0,0004	1,6317	0,85
№6	0,0114	16482	0,46	0,013	1,2928	0,37	0,006	1,4098	0,61

Из полученных нами графиков видно, что наиболее существенное влияние осадков на поверхностный сток наблюдается при влажности почвы $W_H > 1{,}2W_{HB}$. Вместе с тем, определенный сток обнаруживается и при условии $W_H < W_{HB}$, что можно объяснить переувлажнением самых верхних слоев суглинистой почвы, за исключением площадок занятых под многолетними травами.

Таким образом, более объективный учёт величины стока позволит оптимизировать водный режим мелиорируемых почв, а также обеспечить водосберегающий эффект при проведении гидромелиорации.

С целью изучения эрозионной деятельности поверхностного стока, после продолжительных дождей (ливней), из мерных баков брались пробы для определения гранулометрического состава осадка.

Анализ показал, что с увеличением уклона с площадок занятых под свеклой вынос частиц размером 1,0…0,25 мм возрастает с 1,7 % до 6,6 % от массы абсолютно сухой пробы, а с площадок находящихся под паром вынос частиц аналогичного размера, составляет уже 10,2 % до 13,3 %. Вынос же частиц размером менее 0,01 мм (физической глины) составляет порядка 22…25 %, по наблюдаемым площадкам. Пробы на вынос частиц с площадок занятых под сенокосом не брались в виду отсутствия достаточного количества осадка на дне мерных баков.

Результаты исследований продемонстрировали, что основными факторами, обуславливающими поверхностный сток, являются: величина и интенсивность атмосферных осадков, начальная влажность верхних слоёв почвы, уклон и состояние (сельскохозяйственное использование) поверхности участка.

Литература

1. Шебеко В. Ф. Водохозяйственные расчёты при мелиорации переувлажнённых земель. – Минск, 2000. – 312с.
2. Вихров, В.И. Исследование почвенного стока для оптимизации режимов гидромелиорации в северо-восточной части Беларуси / В. И. Вихров, И.А. Левшунов // Вестник БГСХА; Горки, 2007. – № 2 – С. 126-129.
3. Левшунов И.А. Формирование поверхностного стока в условиях северо-восточной части Беларуси / И.А. Левшунов, О.Б. Ракицкий // Адаптивно-ландшафтные системы земледелия – Основы эффективного использования мелиорируемых земель: материалы междунар. науч.-прак. конфер. (Тверь, ФГБПУВ – НИИМЗ, 27 сентября 2017). – Тверь: из-во ТвГУ, 2017. Кн.2. – С.80-84.
4. Методические указания управлениям гидрометслужбы №84: производство комплексных воднобалансовых наблюдений на пунктах опорной сети / Гос. Гидрологич. Институт – Л.: Гидрометеоиздат, 1973. 160 с.

УДК 634.75:631.674.6:551.50

КАПЕЛЬНЫЙ ПОЛИВ И УДОБРЕНИЕ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

Помякшева Л.В., м.н.с., **Коновалов С.Н.,** к.б.н.

ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства», г.Москва, Россия

Земляника садовая является одной из самых полезных и высокорентабельных ягодных культур. Она возделывается в открытом грунте в промышленных масштабах почти во всех климатических зонах РФ. При этом земляника достаточно требовательна к водному и питательному режимам почвы. Для получения высоких урожаев необходимо поддерживать влажность почвы в плодоносящих насаждениях на уровне 70-80% НВ. С каждым годом все чаще погодные условия таковы, что в течение вегетационного периода растениям недостаточно почвенной влаги и осадков, в связи с чем необходим полив [1, 3, 5].

Капельный полив относится к элементам прецизионных технологий , способствует снижению расхода воды, уменьшению нагрузки на почву, снижает скорость водной эрозии. При поливе дождеванием и по бороздам поливные нормы относительно высокие, часто наблюдается поверхностный сток. Зона увлажнения почвы при капельном орошении (особенно подпочвенном) по форме представляет собой луковицу, при частых свое-

временных поливах луковицы смыкаются в ленту. Постепенное увлажнение почвы способствует более равномерному распределению влаги в слое почвы [6,7]. В плодоносящих насаждениях земляники садовой на дерново-подзолистой почве среднесуглинистого гранулометрического состава проводились исследования эффективности капельного орошения с целью оптимизации производства, результатом которых стало подтверждение целесообразности использования капельного полива с капельными лентами, расположенными в слое почвы 0-5 см с шагом капельниц 33 см [5].

Оптимальное сочетание агротехники и полива с внесением удобрений создает наилучшие условия для реализации потенциала сорта сельскохозяйственного растения и получения высокого урожая. Прецизионное внесение удобрений под плодовые и ягодные культуры, в частности, в промышленных плодоносящих насаждениях земляники садовой, способствует увеличению продуктивности растений на 15-20% [2]. Одним из способов прецизионного внесения минеральных удобрений является фертигация с капельным поливом. Минеральные удобрения таким способом можно вносить поэтапно, в зависимости от потребности растений в конкретную фенофазу. Дробное внесение минеральных удобрений с поливной водой в течение вегетационного периода в Волгоградской области позволило получить урожай земляники 19-25 т/га [1], до 22 т/га в Московской области [2,3], до 15 т/га без применения удобрений, на капельном поливе [5].

Целью наших исследований было установить оптимальные дозы и способы удобрения земляники садовой с капельным поливом на дерново-подзолистой почве. Полевой агрохимический опыт был заложен в сентябре 2014 в Ленинском районе Московской области на дерново-подзолистой почве среднесуглинистого гранулометрического состава. По данным агрохимического обследования, содержание в почве щелочногидролизуемого азота составляло 15-22 мг/100 г почвы, P_2O_5 – 16-25 мг/100 г почвы, K_2O – 22-28 мг/100 г почвы, pH_{KCl} 6,0-6,3. Варианты опыта размещались рендомизированным методом смешивания, площадь опыта 0,03 га. Повторность опыта четырёхкратная, повторности изолированные. Схема насаждений – однострочная, схема посадки 0,2 х 0,8 м (62500 растений на гектар), площадь учетной делянки - 2,4 $м^2$. Применялись поверхностный капельный полив, фертигация, внесение минеральных удобрений в виде туков локально в запас (корневая подкормка). Сорта земляники садовой – Хоней, Троицкая. Удобрения, вносимые с фертигацией и в запас: аммиачная селитра, монофосфат калия, сульфат калия. Факторы опыта: доза и способ внесения, год наблюдений. Расчет доз производили на основании рекомендаций ЦИНАО [4] и результатов агрохимического обследования участка. Градации доз: 0 (удобрение не вносили), 0,5 (вносили половину от рекомендуемой дозы), 1 (вносили полную рекомендуемую дозу). Сроки проведения опыта – 2015-2018 гг. Схема опыта представлена в таблице 1. В течение опыта проводились наблюдения, учеты, а также регулярно отбирали

пробы почвы и растений для анализа содержания основных элементов минерального питания.

В сезон 2015 года через систему капельного полива и в запас были внесены минеральные удобрения из расчета N 30 кг д.в./га, P_2O_5 45 кг д.в./га, K_2O 60 кг д.в./га (полная доза). В сезон 2016, 2017 и 2018 гг. в опыте полная доза минеральных удобрений составила в пересчете на 1 га N 70 кг д.в., P_2O_5 30 кг д.в., K_2O 50 кг д.в. [4].

Таблица 1 – Схема полевого опыта

Вариант	Описание
1. З (в запас) - 0; Ф (фертигация) - 0 (контроль)	Без внесения в запас, капельный полив (без удобрений)
2. З 0; Ф 0,5	Без внесения в запас, фертигация ½ дозы удобрений
3. З 0; Ф 1,0	Без внесения в запас, фертигация полной дозой удобрений
4. З 0,5; Ф 0	РК ½ дозы в начале вегетации, N ½ дозы в начале вегетации (в запас), капельный полив (без удобрений)
5. З 0,5; Ф 0,5	РК ½ дозы в начале вегетации, N ½ дозы в начале вегетации (в запас), фертигация ½ дозы удобрений
6. З 0,5; Ф 1,0	РК ½ дозы в начале вегетации, N ½ дозы в начале вегетации (в запас), фертигация полной дозой удобрений
7. З 1,0; Ф 0	РК полная доза в начале вегетации, N ½ дозы в начале вегетации и ½ дозы после плодоношения (в запас), капельный полив (без удобрений)
8. З 1,0; Ф 0,5	РК полная доза в начале вегетации, N ½ дозы в начале вегетации и ½ дозы после плодоношения (в запас), фертигация ½ дозы удобрений
9. З 1,0; Ф 1,0	РК полная доза в начале вегетации, N ½ дозы в начале вегетации и ½ дозы после плодоношения (в запас), фертигация полной дозой удобрений

Величины оросительных норм в 2015-2018 гг. представлены в таблице 2, разница в объеме воды обусловлена различными погодными условиями, в частности, в первую половину вегетационного периода 2017 года выпало большое количество осадков на фоне низких среднесуточных температур. Цветение и плодоношение земляники садовой в 2017 году задержалось в среднем на три недели по сравнению средними многолетними датами.

Таблица 2 – Расход воды при капельном поливе и фертигации в плодоносящих насаждениях земляники садовой, 2015-2018 гг.

Вегетационный период	Расход воды на площадь опыта, $м^3$	Расход воды на 1 га, $м^3$
2015	18,48	1069
2016	17,16	993
2017	14,08	815
2018	17,10	990
Всего	66,8	3867

В таблицах 3 и 4 представлены средние за 3 года исследований показатели генеративной продуктивности растений земляники садовой: масса и количество плодов с одного растения, средняя масса плода, а также урожайность в пересчете в тоннах на гектар. Существенных различий по продуктивности растений контрольного и опытных вариантов не наблюдалось, присутствуют тенденции увеличения продуктивности в вариантах с внесением минеральных удобрений в запас и с комбинированным внесением полной и полуторной доз удобрений. Статистически достоверное увеличение числа плодов с растения отмечено у сорта Хоней в вариантах с половиной дозы удобрений в запас и с полуторной дозой комбинированно. Расчетной урожайности в 15 т/га для данного уровня внесения удобрений [4] достигнуть не удалось. Тенденция увеличения средней массы плода наблюдалась в вариантах с комбинированным внесением минеральных удобрений.

Таблица 3 – Влияние доз и способов внесения удобрений на генеративную продуктивность растений земляники садовой, сорт Хоней, 2016-2018 гг.

Вариант	Хоней			
	Продуктивность растений, г/растение	Кол-во плодов на одном растении, шт.	Средняя масса плода, г	Урожайность, т/га
1. З 0; Ф 0 (контроль)	202	25,7	7,6	12,5
2. З 0; Ф 0,5	181	26,4	7,3	11,2
3. З 0; Ф 1,0	179	23,9	7,9	11,1
4. З 0,5; Ф 0	220	**32,3**	7,8	13,6
5. З 0,5; Ф 0,5	221	28,4	8,2	13,7
6. З 0,5; Ф 1,0	186	22,6	8,1	11,5
7. З 1,0; Ф 0	220	29,1	8,1	13,6
8. З 1,0; Ф 0,5	220	**35,7**	7,9	13,6
9. З 1,0; Ф 1,0	204	29,7	7,8	12,6
сред.	202	25,7	7,8	12,5
$НСР_{05}$	Fф<Fт	4,5	Fф<Fт	

Таблица 4 – Влияние доз и способов внесения удобрений на генеративную продуктивность растений земляники садовой, сорт Троицкая, 2016-2018 гг.

Вариант	Троицкая			
	Продуктивность растений, г/растение	Кол-во плодов на одном растении, шт.	Средняя масса плода, г	Урожайность, т/га
1. З 0; Ф 0 (контроль)	189	24,6	7,4	11,7
2. З 0; Ф 0,5	182	28,0	7,0	11,3
3. З 0; Ф 1,0	199	25,4	7,8	12,3
4. З 0,5; Ф 0	189	26,3	7,6	11,7
5. З 0,5; Ф 0,5	213	30,2	7,2	13,2
6. З 0,5; Ф 1,0	212	27,4	8,1	13,1

7. З 1,0; Ф 0	205	27,0	8,2	12,7
8. З 1,0; Ф 0,5	190	25,2	7,9	11,8
9. З 1,0; Ф 1,0	193	25,0	8,2	12,0
сред.	197	26,6	7,7	12,2
$НСР_{05}$	Fф<Fт	Fф<Fт	Fф<Fт	

Содержание основных макроэлементов в почве в течение опыта изменялось (табл. 5-7), как в контрольном, так и в опытных вариантах. К 2017 году общий уровень щелочногидролизуемого азота снизился, хотя средняя продуктивность в 2017 году также была снижена, возможно, активно шли процессы вымывания (в первую половину вегетационного периода выпало осадков выше среднего уровня), а затем, во вторую половину вегетационного периода, повысилась микробиологическая активность, в связи с увеличением температуры воздуха и почвы.

Таблица 5 – Влияние доз и способов внесения удобрений на содержание щелочногидролизуемого азота в слое почвы 0-10 см плодоносящих насаждений земляники садовой, мг/100 г почвы, 2015-2017 гг.

Вариант	Хоней			Троицкая		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
1. З 0; Ф 0 (контроль)	**11,9**	9,5	6,5	11,1	11,3	7,9
2. З 0; Ф 0,5	10,8	11,6	7,1	11,1	11,9	6,2
3. З 0; Ф 1,0	10,5	11,1	**7,9**	11,3	10,3	5,7
4. З 0,5; Ф 0	11,6	10,5	7,6	11,9	11,6	6,5
5. З 0,5; Ф 0,5	11,6	10,8	6,6	10,8	10,0	7,6
6. З 0,5; Ф 1,0	11,3	**12,3**	6,2	**12,8**	10,5	7,1
7. З 1,0; Ф 0	**13,1**	**11,9**	**7,9**	**12,5**	**12,1**	6,8
8. З 1,0; Ф 0,5	**12,5**	**11,9**	**8,5**	11,9	10,5	6,5
9. З 1,0; Ф 1,0	**11,9**	10,0	6,5	**13,07**	9,7	6,8

Изначально содержание в почве доступных растениям форм фосфора (табл.6) было повышенное, с применением фосфорных удобрений уровень фосфора в 2015 году увеличился, в 2016 – незначительно снизился. Это, предположительно, связано, с активным ростом растений в 1-2 годы вегетации и с относительно высоким уровнем продуктивности растений земляники в 2016 году. Содержание фосфора в листьях земляники в течение первых трех лет было оптимальным (табл.8). В связи с этим возникает вопрос о целесообразности применения фосфорных удобрений.

Таблица 6 – Влияние доз и способов внесения удобрений на содержание подвижных форм фосфора в почве плодоносящих насаждений земляники садовой, мг/100 г почвы. 2015-2017 гг.

Вариант	Хоней			Троицкая		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
1. З 0; Ф 0 (контроль)	55	37	60	58	**44**	**82**
2. З 0; Ф 0,5	**60**	39	72	49	**48**	80
3. З 0; Ф 1,0	50	**43**	36	42	38	78
4. З 0,5; Ф 0	52	**40**	39	**72**	34	75

5. З 0,5; Ф 0,5	38	**40**	**96**	56	31	77
6. З 0,5; Ф 1,0	**56**	39	75	**66**	**56**	81
7. З 1,0; Ф 0	46	36	**90**	42	35	62
8. З 1,0; Ф 0,5	**56**	24	**88**	**77**	30	**90**
9. З 1,0; Ф 1,0	55	29	84	64	35	**86**

Содержание доступных растениям форм калия в почве также повышенное и высокое, но при этом в листьях растений его систематически не хватает (табл.8). Наблюдения за уровнем калия в 2015-2017 гг. показали, высокие значения элемента отмечались в вариантах с внесением полной дозы калия в запас, полуторной дозы – комбинированно. Общий уровень калия снизился в 2017 году, предположительно, из-за частичного перехода в недоступную форму.

Таблица 7 – Влияние доз и способов внесения удобрений на содержание доступных форм калия в почве плодоносящих насаждений земляники садовой, мг/100 г почвы, 2015-2017 гг.

Вариант	Хоней			Троицкая		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
1. З 0; Ф 0 (контроль)	25,09	29,22	23,38	27,16	26,49	21,94
2. З 0; Ф 0,5	28,92	28,59	**24,77**	27,99	28,80	19,19
3. З 0; Ф 1,0	28,86	25,75	18,23	28,58	28,34	18,25
4. З 0,5; Ф 0	28,21	**30,63**	21,27	29,10	**33,56**	**23,79**
5. З 0,5; Ф 0,5	27,07	27,84	21,64	**30,91**	**29,97**	**25,96**
6. З 0,5; Ф 1,0	**30,51**	**32,84**	18,80	29,80	**32,33**	20,98
7. З 1,0; Ф 0	**32,23**	27,40	**28,60**	**31,45**	29,85	**27,31**
8. З 1,0; Ф 0,5	29,83	**32,66**	**26,40**	**31,43**	**29,99**	22,95
9. З 1,0; Ф 1,0	**30,28**	25,58	21,01	30,20	29,80	22,08

Таблица 8 – Содержание NPK в листьях земляники, %, в среднем за 3 года, 2015-2017 гг.

Вариант	Хоней			Троицкая		
	N	P	K	N	P	K
1. З 0; Ф 0 (контроль)	1,30	0,26	1,63	1,39	0,24	1,53
2. З 0; Ф 0,5	1,38	0,26	**1,69**	**1,49**	0,18	1,59
3. З 0; Ф 1,0	**1,60**	0,23	**1,80**	**1,43**	0,27	**1,66**
4. З 0,5; Ф 0	1,32	0,23	1,53	**1,43**	0,27	1,59
5. З 0,5; Ф 0,5	1,43	0,20	1,55	1,25	0,25	1,58
6. З 0,5; Ф 1,0	1,43	0,24	1,53	1,28	0,25	**1,78**
7. З 1,0; Ф 0	1,30	0,23	**1,67**	1,27	0,39	1,56
8. З 1,0; Ф 0,5	**1,62**	0,23	1,54	1,41	0,42	1,54
9. З 1,0; Ф 1,0	**1,64**	0,30	**1,65**	**1,45**	0,26	**1,63**
Оптимальное содержание, % [4]	2,0-3,0	0,2-0,3	2,5-3,0	2,0-3,0	0,2-0,3	2,5-3,0

По результатам наблюдений в опыте можно предположить, что рекомендуемые дозы удобрений для традиционных сортов земляники садовой и технологий возделывания не позволяют получить высокий урожай на интенсивных сортах. Сорт Хоней относится к интенсивным сортам, реализующим свой потенциал при более высоких дозах удобрений, предположительно, сорт Троицкая ведет себя подобным образом. При этом сохраняется тенденция увеличения продуктивности растений при комбинированном внесении минеральных удобрений в запас и с фертигацией, возможно, этот способ удобрения является оптимальным в плодоносящих насаждениях земляники садовой. Уровень вносимых фосфорных удобрений, вероятно, в данном случае можно не повышать, в отличие от азота и калия.

Литература

1. Бородычев В.В., Гуренко В.М., Шишлянникова М.В., Стрижакова Е.А. Оптимизация схемы минерального питания при выращивании земляники на капельном орошении в Волгоградской области. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса, 2013, №1(29). – С.14-20.
2. Куликов И.М., Коновалов С., Бобкова В.В., Петрова В.И., Помякшева Л.В. Эффективность технологий прецизионной агрохимии в садоводстве. Плодородие, 2016, №5 (92) . – С. 13-15.
3. Помякшева Л.В., Коновалов С.Н. Фертигация с капельным поливом земляники садовой в почвенно-климатических условиях Московской области. Актуальные вопросы садоводства ЦЧР в современных условиях России: материалы международной научно-практической конференции, 2017. - С. 96-102.
4. Рекомендации по применению удобрений в плодовых и ягодных насаждениях. М.: ЦИНАО, 1983. – 42 с.
5. Шуравилин А.В., Ляшко М.У., Ашраф Е.М.Е. Технология капельного орошения земляники на дерново-подзолистых почвах Московской области. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель, 2010, №8. – С. 59-64.
6. Haynes R.J. Principles of fertilizer use for trickle irrigated crops. Fertilizer Research, 1985, № 6. – P.235-255.
7. Kafkafi U., Tarchitzky J. Fertigation. A tool for efficient fertilizer and water management. Paris, 2011. - 141 p.

Научное издание

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Материалы Международной научно-практической конференции
ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 28 сентября 2018 г.

Отпечатано с авторских оригиналов

Подписано в печать 21.11.2018. Формат 60x84 $^{1}/_{16}$.
Усл. печ. л. 20,37. Тираж 200. Заказ № 595.
Редакционно-издательское управление
Тверского государственного университета.
Адрес: 170100, г. Тверь, Студенческий пер. 12, корпус Б.
Тел. РИУ (4822) 35-60-63.