ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
мелиорированных земель»
ФГБНУ ВНИИМЗ

ИННОВАЦИОННЫЕ АГРО- И БИОТЕХНОЛОГИИ В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ

Материалы международной научно-практической конференции
ФГБНУ ВНИИМЗ,
г.Тверь, 15-16 сентября 2016 года

Тверь 2016

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель»
ФГБНУ ВНИИМЗ

ИННОВАЦИОННЫЕ АГРО- И БИОТЕХНОЛОГИИ В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ

Материалы Международной научно-практической конференции
ФГБНУ ВНИИМЗ,
г.Тверь, 15-16 сентября 2016 года

Тверь 2016

УДК 001.895:631.4(082)
ББК П141.7я431
И66

И66 ***Инновационные агро- и биотехнологии в адаптивно-ландшафтном земледелии на мелиорированных землях:*** материалы Междунар. научно-практ. конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, 15 – 16 сентября 2016 г. –Тверь: Твер. гос. ун-т, 2016. – 308 с.

ISBN 978-5-7609-1168-1

В сборнике представлены материалы Международной научно-практической конференции ***«Инновационные агро- и биотехнологии в адаптивно-ландшафтном земледелии на мелиорированных землях»*** (Россия, г.Тверь, 15 – 16 сентября 2016 г.). На конференции рассмотрены вопросы развития агро- и биотехнологий в адаптивно-ландшафтном земледелии на мелиорированных землях, приоритетные научные подходы в области разработки систем и приемов биологического земледелия, повышения плодородия мелиорированных почв, актуальные проблемы кормопроизводства и животноводства на мелиорированных землях, основные задачи мелиорации агроландшафтов, агроклиматические и экологические аспекты сельскохозяйственного использования мелиорированных земель.

УДК 001.895:631.4(082)
ББК П141.7я431

Материалы даются в авторской редакции.

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

© ФГБНУ ВНИИМЗ, 2016
© Тверской государственный университет, 2016

ISBN 978-5-7609-1168-1

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. Агро- и биотехнологии в адаптивно-ландшафтном земледелии на мелиорированных землях

Рабинович Г.Ю. АГРО- И БИОТЕХНОЛОГИИ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ ГУМИДНОЙ ЗОНЫ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* …… 8

Иванов А.И., Архипов М.В., Конашенков А.А., Иванова Ж.А., ДаниловаТ.А. АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ БИОКЛИМАТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ. *ФГБНУ АФИ, ФГБНУ СЗЦППО, г. Санкт-Петербург, Россия* …… 12

Щербакова Н.А., Тютюма Н.В., Туманян А.Ф. КАПЕЛЬНЫЙ ПОЛИВ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР И КАРТОФЕЛЯ И ИХ АДАПТИВНОСТЬ В УСЛОВИЯХ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ. *ФГБНУ ПНИИАЗ, с. Соленое Займище, Россия* … 18

Соколов А.С., Соколова Г.Ф. ВЫРАЩИВАНИЕ КАРТОФЕЛЯ НА РЕКУЛЬТИВИРУЕМЫХ ЗЕМЛЯХ. *ФГБНУ ВНИИООБ, г. Камызяк, Россия* …… 24

Семененко С.Я., Чушкина Е.И., Чушкин А.Н., Лытов М.Н. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОФИЗИЧЕСКОГО СПОСОБА ПОДАВЛЕНИЯ ПАТОГЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ НА ОСНОВЕ АГРОТЕХНОЛОГИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ВОДЫ. *ПНИИЭМТ – филиал ФНЦ агроэкологии РАН, г. Волгоград, Россия* 28

Митрофанов Ю.И., Петрова Л.И., Пугачева Л.В., Казьмин А.Е. ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТОК КАРТОФЕЛЯ ОТ ФИТОФТОРЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕГО ВОЗДЕЛЫВАНИЯ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 32

Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Артемьев А.Е., Первушина Н.К. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 36

Фомичева Н.В., Рабинович Г.Ю. ПОБОЧНЫЙ ПРОДУКТ ПРОИЗВОДСТВА ЖИДКОФАЗНОГО БИОПРЕПАРАТА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ И ПОЧВЕННУЮ МИКРОФЛОРУ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 41

Митрофанов Ю.И., Артемьев А.Е., Гуляев М.В., Первушина Н.К. Лапушкина В.Н. КАПЕЛЬНЫЙ ПОЛИВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ НА ГРЯДАХ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 45

Митрофанов Ю.И., Артемьев А.Е., Лапушкина В.Н., Смирнова Н.А. ВЛИЯНИЕ МАССЫ ПОСАДОЧНЫХ КЛУБНЕЙ И КОЛИЧЕСТВА СТЕБЛЕЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ОДНОСТРОЧНОЙ СХЕМЕ ПОСАДКИ НА ГРЯДАХ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 49

Митрофанов Ю.И., Анциферова О.Н., Лукьянов С.А. ОБРАБОТКА ОСУШАЕМОЙ ПОЧВЫ ПРИ ГРЯДОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 56

Рабинович Г.Ю., Широкова Е.В., Анциферова О.Н. БАЛАНС АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ В ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ ПОД ОСНОВНЫМИ ОВОЩНЫМИ КУЛЬТУРАМИ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 61

Карасева О.В., Иванов Д.А., Базандина Т.Н. ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ КМН И ОСУШАЕМЫХ АГРОЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* 65

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. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* ... 69

Широкова Е.В., Магарышкина Л.С., Михеева Т.В. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАМАЧИВАНИЯ СЕМЯН ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР ПРИ ИХ ВЫРАЩИВАНИИ НА ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* 73

Рабинович Г.Ю., Смирнова Ю.Д. СОВРЕМЕННЫЕ БИОПРЕПАРАТЫ В ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* 78

Васенев И.И., Лазарев В.Н., Коваленко Е.В., Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЛЬНОВОДСТВЕ БИОСТИМУЛЯТОРА ЭНЕРГИЯ-М. *ФГБОУ ВПО «РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева», г. Москва, ФГБНУ ВНИИЛ, г.Торжок, Россия* 82

Васильева Е.А., Рабинович Г.Ю., Пушкина Л.В. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ НОВОГО БИОКОНСЕРВАНТА ДЛЯ СИЛОСОВАНИЯ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* 86

Рабинович Г.Ю., Мартьянова И.А. ДИНАМИКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ФЕРМЕНТАТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ НОВОГО БИОУДОБРЕНИЯ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* 90

РАЗДЕЛ II. Повышение плодородия мелиорированных почв

Мееровский А.С. СОХРАНЕНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ БЕЛАРУСИ. *РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь* 95

Иванов А.И., Конашенков А.А., Цыганова Н.А., Иванова Ж.А. УСЛОВИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТОЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ. *ФГБНУ АФИ, ФГБОУ СПбГАУ, г.Санкт-Петербург, Россия* 99

Рублюк М.В., Иванов Д.А., Салтунова О.В. ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ В АГРОЛАНДШАФТАХ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* 104

Митрофанов Ю.И. ДИНАМИКА ПЛОДОРОДИЯ ОСУШАЕМЫХ ПОЧВ ПРИ РАЗНЫХ РЕЖИМАХ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**.** *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* 108

Хан К.Ю., Позднякова А.Д., Сон Б.К. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ВОДОУСТОЙЧИВЫХ АГРЕГАТОВ В СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ. *МОРОМОЭФ – Окский экологический фонд, г. Пущино, ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Институт фундаментальных проблем биологии РАН, г.Пущино, Россия* 115

Романова Л.Г., Лукашунас Ю.А. ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ФАКТОРЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ, ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ СТЕПНОГО И СУХОСТЕПНОГО ПОВОЛЖЬЯ. *ФГБНУ Волжский НИИГиМ, г. Энгельс, Саратовская область, ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия* 120

Васильева Н.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА И ЗАВИСИМОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩЕЙ КОМПРЕССИОННЫЕ СВОЙСТВА БИОГЕННЫХ ГРУНТОВ. *УО «Белорусская ГСХА», г. Горки, Республика Беларусь*…… 128

Зинковская Т.С., Зинковский В.Н.ФАКТОРЫ ПЛОДОРОДИЯ ОСУШАЕМЫХ ПОЧВ, РЕГУЛИРУЕМЫЕ СРЕДСТВАМИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …….... 135

Кузьмин Е.А., Фомичева Н.В., Полозов Д.С. ВЛИЯНИЕ ЖИДКОФАЗНЫХ БИОСРЕДСТВ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …….. 137

Анциферова О.А. ПЕСТРОТА АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ОГЛЕЕННЫХ ПОЧВ В ОПЫТНЫХ ПОСЕВАХ ЛЮПИНА. *ФГБОУ ВО Калининградский ГТУ, г. Калининград, Россия* …….. 142

Рабинович Г.Ю., Поздняков Л.А., Позднякова А.Д., Дуброва М.С. ТРАНСФОРМАЦИЯ ТОРФЯНИКОВ ПРИ МЕЛИОРАЦИИ И ДЛИТЕЛЬНОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* 147

Барановский И.Н. БАЗА МОНИТОРИНГА ГУМУСА ПАХОТНЫХ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. *ФГБОУВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия* …….. 154

Барановский И.Н., Бабенко М.В. ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕЛИОРИРУЕМЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ СВИНОГО НАВОЗА. *ФГБОУВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия* ……. 160

Барановский И.Н., Подолян Е.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ С УЧАСТИЕМ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ПОЧВАХ. *ФГБОУВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия* ……..... 168

Рабинович Г.Ю., Тихомирова Д.В. УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОГО ПЛОДОРОДИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НОВОГО БИОУДОБРЕНИЯ БиГуЭм. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* …… 172

Бородкина Р.А., Позднякова А.Д., Михеева Т.В. ПРИМЕНЕНИЕ ТОРФОГУМИНОВОГО КОМПЛЕКСНОГО УДОБРЕНИЯ (ТГКУ) НА ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ ПОДМОСКОВЬЯ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …….. 177

Моисеев К.Г. ФРАКТАЛЫ: РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ВНЕШНЕГО ТРЕНИЯ ПОЧВ. *ФГБНУ АФИ, г.Санкт-Петербург, Россия* …….. 180

Митрофанов Ю. И., Симонов В.Ф., Лукьянов С.А. СЕЯЛКА ДЛЯ ГРЕБНИСТОГО ЛЕНТОЧНО-РАЗБРОСНОГО СПОСОБА ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …….. 185

РАЗДЕЛ III. Кормопроизводство и животноводство на мелиорированных землях

Алехина Ю.В. ТРАНСФОРМАЦИЯ ВЫРОЖДЕННЫХ ЛУГОВ В КУЛЬТУРНЫЕ ПАСТБИЩА ПРИЕМАМИ КОРЕННОГО И ПОВЕРХНОСТНОГО УЛУЧШЕНИЯ. *УО «Белорусская ГСХА», г.Горки, Республика Беларусь* …….. 189

Алехина Ю.В., Дрозд Д.А. ОПЫТ СОЗДАНИЯ СЫРЬЕВОГО КОНВЕЙЕРА НА ОСНОВЕ НОВЫХ СОРТОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО. *УО «Белорусская ГСХА», г.Горки, Республика Беларусь* …….. 192

Анциферова О.А., Басаргина А.А. ПРОДУКТИВНОСТЬ СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ КОЗЛЯТНИКА НА ОСУШЕННЫХ ДЕРНОВЫХ ОГЛЕЕННЫХ ПОЧВАХ КНИИСХ. *ФГБОУ ВО Калининградский ГТУ, г. Калининград, Россия*… 196

Капсамун А.Д., Ковалев Н.Г., Дегтярев В.П., Павлючик Е.Н., Иванова Н.Н., Вагунин Д.А., Юлдашев К.С. КОЗЛЯТНИК ВОСТОЧНЫЙ В ЦЕНТРАЛЬНО-НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 202

Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н., Вагунин Д.А., Силина О.С., Амбросимова Н.Н., Епифанова Н.А. ПРОДУКТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КОРМОВЫХ ТРАВОСМЕСЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТА КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО И ВИДА ЗЛАКОВЫХ ТРАВ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 205

Вагунин Д.А., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н. Павлючик Е.Н., Амбросимова Н.Н., Епифанова Н.А. КОЗЛЯТНИК ВОСТОЧНЫЙ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ В УСЛОВИЯХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 211

Тюлин В.А., Сутягин В.П. БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЕВ. *ФГБОУ ВО ТГСХА, г.Тверь, Россия* …… 215

Шпургалова В.А. ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ СОРТА НЕСТЕРКА. *УО «Белорусская ГСХА», г. Горки, Республика Беларусь* …… 222

Иванова Н.Н., Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Вагунин Д.А., Амбросимова Н.Н., Епифанова Н.А., Жимаева И.В. ПРИЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОЙ БИОПРОДУКТИВНОСТИ ПАСТБИЩНЫХ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ С УЧАСТИЕМ РАЙГРАСА ПАСТБИЩНОГО И ФЕСТУЛОЛИУМА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* …… 226

Юлдашев К.С., Ковалев Н.Г., Сорокина В.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИЛОСА ИЗ КУКУРУЗЫ С ДОБАВКОЙ КОМПОСТА МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ В РАЦИОНАХ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 229

Абылкасымов Д., Бугров П.С., Юлдашев К.С. РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ КОРОВ ПО ТИПУ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ В СТАДЕ ЗАО ПЗ «КАЛИНИНСКОЕ». *ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 232

Абылкасымов Д., Ионова Л.В., Юлдашев К.С. МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ РЕМОНТНЫХ ТЕЛОК. *ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, ОАО «Московское» по племенной работе, ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 238

Шаркаева Г.А., Шаркаев В.И., Жилкина А.И., Сударев Н.П. ПРИЧИНЫ ВЫБЫТИЯ МАТОЧНОГО ПОГОЛОВЬЯ В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. *ФГБНУ ВНИИплем, г.Тверь, Россия* …… 240

РАЗДЕЛ IV. Мелиорация агроландшафтов

Рулев А.С., Рулева О.В. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОМПЛЕКСНОЙ МЕЛИОРАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ. Ф*ГБНУ ФНЦ агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, г. Волгоград, Россия* …… 244

Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Карпова О.В., Ботов С.В. МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО ДОЖДЕВАНИЯ ДЛЯ ДМ «ФРЕГАТ». *ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» г.Энгельс, Россия* …… 247

Романова Л.Г., Тимофеева Н.А. РАСЧЕТ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫХ НОРМ ОРОШЕНИЯ ПО АГРОЛАНДШАФТНЫМ ЗОНАМ ПОВОЛЖЬЯ С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ. *ФГБНУ Волжский НИИГиМ, г. Энгельс, Саратовская область, ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия* …… 252

Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Ботов С.В., Органов М.С., Рыжко Н.В. НИЗКОНАПОРНАЯ ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА «ФРЕГАТ» С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ФИЛЬТРОМ. *ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» г. Энгельс, Россия* …….. 258

Васильев В.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА РЕГУЛИРУЮЩИХ СООРУЖЕНИЙ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ. *УО «Белорусская ГСХА», г.Горки, Республика Беларусь* …… 262

Вчерашний Е.А. СТРУКТУРА ИСКУССТВЕННОГО ДОЖДЯ СОЗДАВАЕМОГО ДОЖДЕВАЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ IRRILAND RAPTOR. *УО «Белорусская ГСХА», г.Горки, Республика Беларусь* …… 267

Барановский И.Н. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГУМУСНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ. *ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г.Тверь, Россия* …….. 271

Зинковский В.Н., Зинковская Т.С., Сорокина В.А., Шахпаронян Л.А. УЧЕТ ЛЕТНИХ ОСАДКОВ В ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* .. 277

Рулев А.С., Солодовников Д.А., Шинкаренко С.С., Рулев Г.А. ГЕОРАДАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВОГРУНТОВ ЕРГЕНЕЙ. *ФГБНУ «ФНЦ агроэкологии РАН», ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», г. Волгоград, Россия* …….. 281

ПоздняковаА.Д., АнцифероваО.Н. ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ В ПРОГРАММЕ SURFER ПРИ КАРТИРОВАНИИ МЕЛИОРИРОВАННЫХ УЧАСТКОВ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 285

РАЗДЕЛ V. Агроклиматические и экологические аспекты сельскохозяйственного использования мелиорированных земель

Капустина Т.А., Цекоева Ф.К., Бочкарева А.И. ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРИРОДНОЙ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ И УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ. *ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения», г. Коломна, Россия* …… 289

Сутягин В.П., Тюлин В.А. АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ФИТОЦЕНОЗОВ. *ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г.Тверь, Россия* …….. 295

Иванов Д.А., Рублюк М.В., Карасева О.В. ВЛИЯНИЕ ЛАНДШАФТНЫХ И АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА КАЧЕСТВО ОСНОВНОЙ ПРОДУКЦИИ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия* …… 302

РАЗДЕЛ I. Агро- и биотехнологии в адаптивно-ландшафтном земледелии на мелиорированных землях

УДК 631: 147 + 17 + 62

АГРО- И БИОТЕХНОЛОГИИ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ ГУМИДНОЙ ЗОНЫ

Рабинович Г.Ю., д.б.н., профессор

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

Агро- и биотехнологии, разрабатываемые ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ) в течение 39 лет деятельности (институт создан 10.08.1977г.), призваны свести к минимуму риски землепользования на мелиорированных землях гумидной зоны РФ.

Каковы основные проблемы эффективного землепользования в гумидной зоне? Прежде всего, это высокая степень заболоченности, которая является одним из важнейших факторов, ограничивающих развитие здесь земледелия. Кроме того, трудности сельскохозяйственного использования земель обусловлены последствиями ледникового периода, что выражается в сложном рельефе и закамененности территории. Вместе с тем, в отличие от степной и лесостепной зон для гумидной зоны характерны мелкоконтурность и закустаренность земель. В целом, перечисленные факторы обуславливают низкий уровень естественного плодородия почв, создавая объективные трудности с самообеспечением регионов зоны продуктами питания и кормами для животноводства.

Проблемы сельскохозяйственного использования земель гумидной зоны, формирующие его неустойчивый характер, проявляются очень четко в Северо-Западном и Центральном регионах России. Тверская губерния, в Калининском районе которой расположен ФГБНУ ВНИИМЗ – одна из таких территорий, которой присущи факторы, характерные для гумидной зоны. Причем, будучи официально отнесенной к Центральному региону, Тверская губерния как по ресурсосоставляющим, так и по климатическим факторам более близка к северо-западу в связи с тем, что на ее территории проявляется весь комплекс негативных для ведения земледелия факторов, в большей степени характерных для северо-запада гумидной зоны.

Следует подчеркнуть, что наиболее важной особенностью гумидной зоны является избыточное и неравномерное увлажнение земель с существенной асинхронностью между потребностью растений в воде и воздухе и их количеством в корнеобитаемом слое почвы. Весной и осенью влага в почве почти всегда в избытке, а в летний период её часто не хватает. Поэтому высокоэффективное сельскохозяйственное производство на значительной части земельного фонда этой зоны невозможно без проведения

мелиоративных мероприятий [1]. Наш институт и был создан с целью доказать и продемонстрировать, что даже в таких сложных условиях возможно ведение эффективного сельскохозяйственного производства на фоне сохранения и воспроизводства плодородия почв при использовании мелиорированных (осушаемых) земель.

В связи с выше сказанным, создание ВНИИМЗ (до 2014 года – Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственного использования мелиорированных земель) в Калининской (ныне Тверской) области было вполне обосновано, так как область в конце 70-х гг. располагала большими площадями переувлажненных сельскохозяйственных угодий, подлежащих мелиорации, а к моменту создания института здесь имелся довольно существенный клин осушаемых земель (более 100 тыс. га). Кроме того, бывшая Калининская государственная сельскохозяйственная опытная станция, на базе которой и был создан институт, имела впечатляющий научный задел практически по всем вопросам аграрной деятельности, осуществляемой в данном регионе. Большая часть этих функций до сих пор в той или иной степени выполняется подразделениями института. Среди них:

– изучение систем ведения агропромышленного производства, земледелия и животноводства Тверской области на мелиорированных землях;

– продвижение достижений первичного семеноводства за счет лучших районированных и перспективных сортов зерновых культур, картофеля и трав в объемах, необходимых для производства семян высших репродукций в целях сортосмены и сортообновления сельскохозяйственных культур в хозяйствах Тверской области;

- научно-методическое руководство производством семян высших репродукций зерновых культур, картофеля и трав;

- оказание научных услуг сельскохозяйственным предприятиям в части внедрения достижений науки, техники и передового опыта;

- пропаганда достижений научно-технического прогресса в АПК Тверской области (лучших и адаптированных систем земледелия, систем удобрения, приемов почвообработки, специализированных севооборотов и др.)

Важнейшей составляющей частью работы института является опытно-производственная деятельность, осуществляемая на экспериментальном агроландшафтном полигоне в Тверской области на минеральных почвах и двух агромелиоративных стационарах в Московской области на торфяных почвах, один из которых включен в реестр болотных стационаров России. Фактически вся база землепользования, принадлежащая ФГБНУ ВНИИМЗ, является уникальным полигоном для разработки и апробации агро- и биотехнологий. Не случайно разработки института получили признание и на государственном уровне.

В настоящее время все агро- и биотехнологии, разработанные ФГБНУ ВНИИМЗ, связаны с развитием адаптивно-ландшафтного земледелия и от-

дельных элементов землепользования на осушаемых почвах Нечерноземной зоны. Их актуальность и значимость обусловлены тем, что они нацелены на выполнение приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации, утвержденных Указом Президента РФ №899 от 7 июля 2011г. и отнесенных к разделу "Рациональное природопользование".

Все разработки ФГБНУ ВНИИМЗ в области технологий имеют глубокое научное обоснование и охватывают широкий спектр научных направлений деятельности, выполняемых подразделениями института. К основным, наиболее значимым теоретическим и прикладным разработкам института последних лет можно отнести следующие:

- научные и методические основы формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия на мелиорированных землях в хозяйствах гумидной зоны, включая их типовые модели (проекты) для основных типов агроландшафтов;

- научные основы ресурсоэкономичных агротехнологий земледелия на осушаемых землях, обеспечивающие воспроизводство плодородия почв и повышение продуктивности осушаемых земель на 20-30%;

- адаптивные ресурсоэкономичные системы и технологии кормопроизводства, обеспечивающие увеличение выхода сельскохозяйственной продукции и высокобелковых кормов с осушаемых земель на 15-20 %;

- приемы рационального использования осушаемых земель на торфяных почвах, обеспечивающие повышение продуктивности пойменных агроландшафтов;

- методология и научные основы новых технологий биоконверсии органического сырья на предприятиях агропромышленного комплекса в высокоэффективные экологически чистые удобрения, жидкофазные и твердофазные биологически активные средства;

- технологии производства органических удобрений нового поколения и высокоэффективных биомелиорантов (твердофазных и жидкофазных), обеспечивающих улучшение физических, микробиологических и агрохимических свойств осушаемых почв.

Очевидно, что разработки института имеют выраженную технологическую направленность. Они прошли не только широкую апробацию по многим позициям, но и внедрение в конкретных хозяйствах. ФГБНУ ВНИИМЗ разработаны как агротехнологии, так и биотехнологии, некоторые из которых вошли в перечень Минсельхоза России «Наилучшие приоритетные апробированные базовые технологии». Практически все они направлены на использование в системах земледелия нового поколения с целью управления продукционным процессом возделывания различных сельскохозяйственных культур на мелиорированных землях. Вместе с тем, в подразделениях института разрабатываются вспомогательные технологические операции, дополняющие элементы систем земледелия и позволяющие получать высокую отдачу мелиорированного гектара путем дос-

тижения планируемой урожайности зерновых, картофеля и трав, их высокого качества. Кроме того, целесообразность дальнейшего широкого использования агро- и биотехнологий института оценивается также с позиции их экологичности и экономической выгоды.

Технологии, применяемые в сельскохозяйственном производстве, разделяются по фактору интенсивности [2]:

– экстенсивные, использующие только естественное плодородие почвы или очень незначительное количество мелиорантов;

– нормальные, работающие с применением минимума минеральных удобрений и пестицидов;

– интенсивные, обеспечивающие получение планируемой урожайности за счет оптимального минерального питания растений и полной реализации их биологического потенциала;

– высокоинтенсивные, направленные на достижение культурными растениями урожайности, близкой к ее биологическому потенциалу с обеспечением заданного качества продукции.

Безусловно, что, разрабатывая новые агро- и биотехнологии, ученые ФГБНУ ВНИИМЗ руководствуются достижениями научно-технического прогресса и эти технологии можно отнести к интенсивным или высокоинтенсивным. Это, прежде всего, обусловлено развитием в институте исследовательских работ в области точного земледелия, а также биотехнологической направленностью большинства разработок, основывающихся на использовании биомелиорантов разного уровня и позволяющих обеспечивать биологическую интенсификацию земледелия на мелиорированных землях.

Тот уровень современных технологий, который называют высокоинтенсивным, в России еще только набирает обороты. Не случайно такие технологии называют сокращенно высокими (или точными), свою апробацию они должны проходить, прежде всего, в опытных и базовых хозяйствах научных центров для демонстрации возможностей научно-технического прогресса в аграрном секторе [2]. Уникальные опытные поля ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» и высокопрофессиональный коллектив ученых института, вне всякого сомнения, позволяют осуществлять такую деятельность.

Библиографический список

1. Полуэктова Е.А. Агроэкологическая оценка устойчивости почв гумидной зоны к длительному осушению: Дис. … канд. с.х. наук: 06.01.03 /Полуэктова Елена Александровна. – 2009. – 162 с.
2. Кирюшин В.И. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий /Под ред. академика РАСХН В.И. Кирюшина, академика РАСХН А.Л. Иванова. Методическое руководство. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2005. – 784 с.

УДК 63:551.586:504.7

АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ БИОКЛИМАТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Иванов А.И.*, д.с.-х.н., профессор, **Архипов М.В.**,** д.б.н., профессор,
Конашенков А.А.*, д.с.-х.н., **Иванова Ж.А.*,** к.с.-х.н.,
Данилова Т.А.,** к.с.-х.н.

**ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», г. Санкт-Петербург, Россия*

*** ФГБНУ «Северо-Западный научный центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения», г. Санкт-Петербург, Россия*

В сфере продовольственной безопасности сельскохозяйственному производству принадлежит решающее значение. Важнейшей его особенностью является осуществление производственного процесса в естественных почвенно-климатических условиях. Исключительная зависимость эффективности растениеводческой отрасли Северо-Запада РФ от погодно-климатических условий позволила несколько десятилетий назад назвать наш регион зоной рискованного земледелия. Причём эта зависимость определяется не только текущими погодными условиями, но и опосредованно через почву длительным предшествующим влиянием климата как одного из главных факторов почвообразования (Гагарина и др., 1995). Промывной водный режим за тысячи лет привёл к таким масштабам выщелачивания биогенных элементов, что на абсолютном большинстве сельскохозяйственных угодий эффективное земледелие без обоснованного применения удобрений стало практически невозможным (Пестряков, 1977, Иванов, 2000). Вся новейшая история развития земледелия на Северо-Западе РФ представляет собой совершенствование совокупности приёмов возделывания отдельных культур, обеспечивающих их максимальную адаптацию к почвенно-климатическим факторам. В условиях Ленинградской области при абсолютном доминировании переувлажнённых почв решающим адаптивным инструментом земледелия на протяжении последних 4 десятилетий выступала осушительная мелиорация. Несколько обостряло проблему введение в структуру посевных площадей более ценных культур южных регионов: люпинов, кукурузы, люцерны и др. Поэтому столь значимой является проблема адаптации отрасли к отмечаемым в последние два десятилетия климатическим изменениям. Среднегодовое повышение температуры в пределах 0,01-0,02 ^{o}C, с одной стороны, является важным и весьма желательным фактором повышения биоклиматического потенциала региона. С другой стороны, такие изменения, сопровождающиеся увеличением риска проявления особенно неблагоприятных явлений (раннелетних засух – в 2 раза, экстремальных температурных перепадов – в 1,3 раза; частоты

зимних оттепелей – в 1,4 раза), требуют от земледельческой науки и практики адекватных мер.

Биоклиматический потенциал как показатель потенциальной биологической продуктивности определённой территории представляет собой сравнительную оценку агроклиматических ресурсов относительно крайней северной территории массового полевого земледелия ($\sum t_{ак}$ – 1000 ^{o}C). В Ленинградской области его средние многолетние показатели варьируют по агроклиматическим районам от 1,4-1,6 на северо-востоке до 1,7-1,9 – на юго-западе, а климатически обеспеченная продуктивность находится в пределах 4,1-4,6 и 4,9-5,5 т/га для зерновых и 32-37 и 39-44 т/га – для картофеля соответственно. При оптимальном же минеральном питании и средних параметрах тепло- и влагообеспеченности потенциальная урожайность зерновых может достигнуть 10,5 до 11,7 т/га. Однако, варьирование биоклиматического потенциала по годам может достигать существенно больших величин. При средних значениях БКП в 1,6-1,8 балла в наиболее контрастные холодные и тёплые годы он может достигать от 1,0-1,3 до 2,1-2,3 баллов. Поэтому оценка последствий климатических изменений не должна строиться на анализе только одних средних характеристик, в целом имеющих для товарного земледелия региона в ближней и среднесрочной перспективе положительную динамику (Иванов, Якушев, Иванов, 2010).

Анализ тридцати лет наблюдений в агроэкологическом стационаре Меньковского филиала АФИ (1982-2012 гг.) показал, что максимальная продуктивность приходится на годы с близкими к средним многолетним параметрами тепло-влагообеспеченности вегетационного периода, с небольшим отклонением в засушливую сторону. Доля таких лет за период наблюдений составила около 40 %. Однако, средние за вегетационный период агроклиматические характеристики не всегда оказывали решающее влияние на продуктивность полевых культур. Так в каждом пятом условно благоприятном по средним показателям прихода тепла и влаги году урожайность картофеля, многолетних трав, яровых и озимых зерновых сокращалась на 17-24 % за счёт проявления т.н. «волн холода» в виде 2-4 недельного периода пониженных на 3-6^{o}C температур. Между избыточно влажными и засушливыми годами фиксируется практически статистическое равновесие, хотя причины потерь урожая в них разные. В засушливые тёплые годы в среднем на 20 % снижалась биологическая продуктивность зерновых и картофеля. Особенно чувствительными к весьма вероятной поздневесенней-раннелетней засухе (в разной степени проявляется в 8 годах из 10) оказались ячмень и многолетние злаковые травы. В избыточно влажные тёплые годы на фоне высокой биологической продуктивности резко возрастали потери при уборке урожая зерновых и картофеля. Наиболее тяжёлые последствия отмечались на фоне переувлажненных и прохладных погодных условий вегетации, когда продуктивность культур даже на фоне высокого уровня культуры земледелия снижалась уже по комп-

лексу причин на 20-50 %. В такие годы средняя продуктивность овощных культур открытого грунта в производственных экспериментах снижалась с 38-56 до 22-27 т/га, а установленные потери урожая при уборке достигали 21-33 %.

Сравнительная оценка с использованием факторного анализа показала, что вклад отдельных факторов (без учёта их взаимодействия) в продуктивность культур 7-8-польных полевых севооборотов существенно изменяется по мере развития производственной базы земледелия (табл. 1).

Таблица 1 – Вклад факторов в динамику продуктивности полевых культур, %

Фактор	Вклад факторов в продуктивность культур по объектам и ротациям севооборота, %			
	Слабоокультуренная почва (производственный севооборот)		Хорошо окультуренная почва (стационарный эксперимент)	
	1 ротация	3 ротация	1 ротация	4 ротация
Исходное плодородие	14	8	23	11
Погодно-климатические условия	24	14	19	13
Обработка почвы	18	12	14	9
Удобрения	28	42	25	29
Сорт и семена	4	11	7	12
Защита растений	6	13	12	22

Так вклад исходного слабоокультуренного состояния плодородия почвы в продуктивность полевого севооборота (2,2 т/га з.ед) оказался в 1,6 раза ниже, чем хорошо окультуренного (3,4 т/га з.ед). Напротив, влияние погодно-климатических условий на слабоокультуренном почвенном фоне было в 1,3 раза выше.

Роль основных факторов интенсификации (удобрений, сортосмены, защиты растений) постепенно возрастала и при формировании среднегодового урожая в 4,9 т/га з.ед. в третьей ротации полевого севооборота увеличилась в 1,5-2,8 раза. При этом закономерно в 1,5-1,8 раза сократился вклад исходного плодородия, погодно-климатических условий и обработки почвы. Во втором севообороте на фоне ухудшения фитосанитарной обстановки к четвёртой ротации большую роль играли мероприятия по защите растений от сорняков, вредителей и возбудителей заболеваний. Вероятной причиной этого стало близкое расположение полей севооборота (в пределах одного контура площадью 5 га) в агроэкологическом стационаре, способствовавшее сохранению численности ряда вредоносных объектов.

Эти данные убедительно подтверждают мнение, что основная причина недостаточной продуктивности регионального земледелия не в низком БКП, а в критически слабой его производственной реализации, достигающей по областям Северо-Запада лишь 12-30% от потенциальных возможностей. Это находит подтверждение как в статистических данных деятельности сельскохозяйственных предприятий Ленинградской области, так и в результатах наших многолетних экспериментов. По данным А.В. Пасын-

кова с соавт. (2014), если средний уровень реализации БКП урожаем зерновых по Ленинградской области составляет в последние годы 23-26 %, то в лучших хозяйствах («Красная Балтика», «Рабитицы», «Рапти») достигает 38-45 %. При достижении Европейского технологического уровня реализации БКП урожайность яровых и озимых зерновых в Ленинградской области может достигнуть 7 и 8,5 т/га соответственно. Подтверждая эту точку зрения, результаты экспериментов показывают, что основными элементами адаптации к изменчивым погодным условиям на региональном уровне выступают технологическая диверсификация, оптимизация структуры посевных площадей, водного и питательного режима почвы в системах мелиорации и удобрения. Особенно ярко значение обоснованной структуры посевных площадей проявилось в погодно-климатических условиях 2015 - 2016 годов. В полевом сезоне 2015 года погода преподнесла земледельцам два «подарка» в виде весьма обычной поздневесенней засухи и необычно долгой (на протяжении всего июня) волны холода. В 2016 году июньская волна холода оказалась не менее продолжительной, а вторая половина вегетации ознаменовалась весьма характерным, но очень длительным переувлажнением почвы. Отрицательные издержки необычно продолжительных волн холода могли быть более тяжёлыми, если бы они сопровождались характерными для этого явления заморозками.

В затруднительном положении оказались хозяйства, опирающиеся в заготовке кормов исключительно на средне- и позднеспелые многолетние травосмеси (таких в структуре подавляющее большинство), не создавшие запаса удобрений для второй и третьей подкормки трав. Из-за недостатка влаги их первый укос не оправдал надежд кормозаготовителей, а в отсутствие подкормки и недостатка тепла для деятельности микроорганизмов в почве продуктивность во втором укосе была также скудной. На «коне» в этой ситуации оказались хозяйства, формирующие полноценный сырьевой конвейер, начинающие заготовку кормов в первых числах июня с уборки на силос или сенаж озимых злаково-бобовых смесей (обычно викоржаных) и раннеспелых злаковых травосмесей на основе ежи сборной. В отсутствие заморозков в таких хозяйствах даже кукуруза вполне удовлетворительно перенесла погодные неурядицы.

Такие погодные условия ещё раз укрепили наше мнение в необоснованности отказа от посева озимых зерновых культур в связи с наличием определённых рисков при их перезимовке. Имея в среднем вдвое превосходящий по продолжительности период активного потребления элементов питания, в этом году они обеспечили, по сути, рекордный разрыв в продуктивности с яровыми зерновыми культурами. В сходных почвенно-агрохимических условиях полевых экспериментов Меньковского филиала АФИ урожайность озимых варьировала от 4,5-6,5 т/га у более скороспелой пшеницы до 6,3-8,4 т/га – у отличающейся более продолжительной вегетацией ржи. При этом яровые зерновые в лучших вариантах с трудом достигали продук-

тивности в 4-5 т/га. Особенно пострадали культуры и сорта с коротким периодом активного потребления питательных веществ, совпавшим с неблагоприятными погодно-климатическими условиями, урожайность зерна у которых не превышала 2,5-3 т/га. И это коснулось не только ячменя или пшеницы, но и целого ряда других не зерновых яровых культур.

Проведение нормированных с учётом потребностей культур поливов в одном из экспериментов в звене овощного севооборота «свёкла столовая - морковь- однолетние травы - репа» позволило увеличить урожайность корнеплодов на 24-52т/га на хорошо окультуренных почвах и на 8-28т/га – на слабо окультуренных дерново-подзолистых почвах. На фоне критично засушливых условий середины вегетации 2010 года два полива (40м^3/га) капусты белокочанной обеспечили повышение её продуктивности с 25 до 52т/га (на 144%) без удобрений и с 38-52 до 105-114т/га (на 118-180 %) – на фоне удобрений.

При этом важнейшую роль в повышении устойчивости культур к засухе играет уровень окультуренности почвы и её обеспеченности обменными соединениями калия. Даже на фоне применения минеральных удобрений в остро засушливых условиях продуктивность отдельных овощных культур на слабоокультуренной почве достигла лишь 8-28 т/га, а на хорошо окультуренной почве – 24-88 т/га столовых корнеплодов. Продуктивность овощного севооборота возросла при комплексном окультуривании почвы в 2,4 раза (с 2,3 до 5,7 т/га з.ед.) в засушливых условиях и в 1,7 раза (с 5,0 до 8,7 т/га з.ед.) – на фоне оптимального увлажнения почвы.

Разработанный нами для контрастных и сложных структур почвенного покрова новый вид химической мелиорации – точное окультуривание позволил сформировать в одном из экспериментов модельное эффективное плодородие почвы, снизив его пространственную дифференциацию в 1,5-3,9 раза, повысить продуктивность капусты в условиях засухи на 111% к неудобренной почве и на 39 % – к удобренной навозом (60 т/га) и минеральными удобрениями, добиться двойного превосходства в окупаемости удобрений.

Определённые преимущества в преодолении погодного диссонанса создают калийные удобрения (Иванов, 1999). Это особенно важно учитывать потому, что длительный вынужденный отказ от их использования в Ленинградской области уже привёл к выраженному истощению почвы его подвижными соединениями. В целом, как и другие виды удобрений, калийные эффективнее при оптимальной влажности почвы. Однако их роль в повышении устойчивости к засухе первостепенна. Фактическая окупаемость калия из этих удобрений даже в засушливых условиях на овощных культурах достигает 6-17 кг з.ед., а при поливах – 25-30 кг з.ед. на 1 кг K_2O. Высока их роль и в формировании требуемых качественных характеристик продукции, в первую очередь, по содержанию сахаров и их производных в овощах и кормах. Именно недооценка роли калийных удобрений в производственных условиях области – самая часто встречающаяся причина неполноценности кормов по содержанию простых сахаров и сверх-

нормативных потерь овощной продукции при хранении.

Хлорсодержащие виды калийных удобрений выступают одним из реальных рычагов управления потреблением нитратов корнеплодными овощами. В сезонах 2015-2016 гг. из-за специфики погоды оптимальные условия для минерализации органического вещества в почве и нитрификации наступили не в мае-июне как обычно, а лишь в июле-августе. Это привело к существенному росту накопления нитратов в овощной продукции (столовых корнеплодах) в большей мере там, где весной пренебрегли применением хлористого калия или калийной соли.

И всё же, наиболее тяжёлые последствия для земледелия региона связаны с трудностями оптимизации водного режима почвы на фоне длительного избыточного выпадения осадков, чаще фиксируемого в конце вегетации. В условиях 2016 года потери урожая зерновых и пропашных культур на мониторинговых агроэкологических полигонах варьировали от 3-14 % на эффективных (капитально отремонтированных) осушительных системах до 34-79 % – на неэффективных и в их отсутствие.

Таким образом, Ленинградская область обладает весьма значительным, но недостаточно реализованным в товарном земледелии биоклиматическим потенциалом. Особенности его погодно-климатических условий связанные с неравномерным распределением во времени и пространстве ресурсов тепла и влаги играют важную, но не определяющую роль в эффективности отрасли. Механизм адаптации систем земледелия к климатическим изменениям должен формироваться отдельными интегрирующими приёмами в его базовых звеньях, таких как система землеустройства и севооборотов, мелиорации, удобрения, тогда как к погодным аномалиям должны легко адаптироваться системы обработки почвы, защиты растений, регулирования питания, технологического обеспечения и др. Окультуривание пахотных почв и оптимизация комплекса агрофизических и агрохимических свойств в условиях региона выступает одним из главным факторов снижения метеозависимости земледельческой отрасли с 19-24 до 13-14 %.

Библиографический список

1.Гагарина Э.И., Матинян Н.Н. и др. Почвы и почвенный покров Северо-Запада России. С.-П.: Изд. С.-П. ун-та, 1995. - 224 с.
2.Пестряков В.К. Окультуривание почв Северо-Запада. -Л.: Колос, 1977. - 243с.
3.Иванов А.И. Особенности применения удобрений на окультуренных почвах // Картофель и овощи. – 1999. - № 2. -С. 5.
4.Иванов А.И. Почвенно-агрохимическое обоснование систем удобрения на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах Северо-Запада России. Автореф. дисс. докт. с.-х. наук. -СПб-Пушкин: СПГАУ, 2000. -40 с.
5.Иванов И.А., Якушев В.П., Иванов А.И. Основы почвоведения, агрохимии и земледелия. -СПб: Изд-во АФИ, 2010. -236 с.
6.Пасынков А.В., Иванов А.И., Лекомцев П.В., Пасынкова Е.Н. Биоклиматический и технологический потенциал урожайности зерновых культур в Северо-Западном регионе России / Научное обеспечение развития производства зерна на Северо-Западе России. -СПб.: ГНУ СЗРНЦ, 2014. -С. 31-36.

УДК 635-154:635.21

КАПЕЛЬНЫЙ ПОЛИВ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР И КАРТОФЕЛЯ И ИХ АДАПТИВНОСТЬ В УСЛОВИЯХ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Щербакова Н.А., к.с.-х.н., **Тютюма Н.В.,** д.с.-х.н., профессор РАН,
Туманян А.Ф., д.с.-х.н., профессор
ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия»,
с. Соленое Займище, Россия

Все растения положительно отзываются на полив, а в условиях засушливого климата полив становиться необходимостью. Овощные культуры по своим биологическим особенностям весьма требовательны к влаге и очень отзывчивы к орошению.

В основных районах товарного овощеводства овощные культуры, как правило, возделываются при орошении, которое в северо-западных и центральных областях Нечерноземной зоны обеспечивает повышение их урожайности в среднем на 20-30%, на юго-востоке в 1,5-2 раза. Во многих районах Нижнего Поволжья и Северного Кавказа выращивать овощные культуры без орошения практически невозможно [5]. Зона Нижнего Поволжья относится к зоне рискованного земледелия, и отвечает по своим климатическим условиям требованиям овощных культур [1].

В Астраханской области традиционно возделываются томаты, перец, баклажаны, картофель. Но случающиеся здесь засухи, практически полное отсутствие осадков, низкий уровень плодородия и неблагоприятные воздушно-физические и агрохимические свойства светло-каштановых и бурых почв определяют свою специфику при их выращивании. Получение стабильных и высоких урожаев в области возможно только на орошении [6].

Капельное орошение является относительно новым видом орошения сельскохозяйственных культур в Астраханской области, применении которого призвано достигнуть эффективного рационального использования поливной воды.

Мировая практика свидетельствует, что капельное орошение применимо и экономически целесообразно при выращивании большинства видов растениеводческих культур. За последние 15 лет площади под капельным орошением в России выросли более чем в 50 раз. Площади овощей, картофеля и некоторых других культур под капельным поливом в 2015 гг. превысили 50 тыс. га. На территории Астраханской области внедрение системы капельного орошения идет повсеместно, так как на сегодняшний день это является наиболее экономичным и эффективным способом орошения в почвенно-климатических условиях области [2].

При одинаковых условиях выращивания картофель и овощи с применением капельного орошения дают урожайность как минимум на 25-

50% больше, чем при использовании дождевания и на 50-100%, чем при выращивании без орошения (на богаре).

Для нестабильных по природно-климатическим показателям районов возделывания овощных, к которым относится и Астраханская область, из ряда требований, предъявляемых к сортам, на первый план также выходит устойчивость к экологическим факторам среды, часто лимитирующая получение потенциальной продуктивности. Под экологической пластичностью сорта понимается его биологическая возможность приспосабливаться к условиям среды. Поэтому изучение и оценка экологической пластичности сортов и их адаптивности к конкретным природно-климатическим факторам являются на сегодняшний день актуальными.

Целью проводимых исследований являлось агробиологическая оценка сортов и гибридов овощных культур и картофеля для возделывания на капельном орошении в условиях светло-каштановых почв Астраханской области, а также оценка их адаптивности.

Опыты по изучению овощных культур и картофеля были на полях ФГБНУ «ПНИИАЗ», расположенных в Черноярском районе на северо-западе Астраханской области, на светло-каштановых почвах при капельном орошении.

Почвенный покров участка представлен светло-каштановыми солонцеватыми почвами без наличия пятен солонцов [1]. В соответствии с классификацией Н.А. Качинского (1965), почва опытного участка по механическому составу определяется как суглинистая, комковато-зернистая, с содержанием физической глины в горизонте $А_{пах}$ 26,4 % [3]. По содержанию натрия в пахотном и подпахотном горизонтах (4,1% от суммы поглощенных оснований) почва относится к слабосолонцеватой. В составе поглощенных оснований преобладает кальций. В пределах гумусового горизонта на его долю приходится 60,2% от суммы поглощенных оснований. Процентное содержание магния (от суммы поглощенных оснований) с глубиной увеличивается и достигает 40-45%.

Содержание гумуса в пахотном слое почвы (по Тюрину) – 0,91-1,1%, pH 6,7-7,2, сумма поглощенных оснований 18,4-18,7 мг/экв. на 100 г почвы, содержание (по Кирсанову) NO_3 – 0,47, P_2O_5 – 2,29 и K_2O – 25,03 мг/100 г почвы. Обеспеченность подвижными формами азота - очень низкая, фосфора – очень низкая, калия – высокое.

Климат района исследований резко континентальный, острозасушливый, изменчивый [1].

Район исследований, благодаря своему географическому положению, получает много тепла. Продолжительность солнечного сияния здесь составляет 2200-2400 часов за год. Количество суммарной солнечной радиации, поступающей на данную территорию – 113 ккал/см^3 [1]. Среднегодовая температура воздуха довольно высокая и составляет свыше +7,0°С. В отдельные жаркие дни лета температура воздуха может повышаться до

+39...45°С, а в очень холодные суровые зимы опускаться до -36…-41°С. Абсолютная годовая амплитуда температур воздуха составляет 75...86°С. Как правило, летом воздух бывает перегрет, а зимой переохлажден. Амплитуда самого холодного и самого теплого месяцев составляет 29^{o}-34^{o}С, что свидетельствует о высокой континентальности климата [1]. Продолжительность теплого периода (с температурой воздуха выше 0°С) составляет 235-260 суток. Годовая сумма активных температур воздуха (выше 10°С) составляет 3370-3500°С.

Материалом для исследования послужили по 12 сортов и гибридов перца сладкого и баклажан, 24 сорта картофеля различных сроков созревания.

Густота посадки баклажанов и перца сладкого при двухстороннем размещении растений относительно поливной ленты – 80,0тыс.шт./га. Расстояние между капельными лентами 1,4 м между растениями в ряду 0,20 м.

Посадка клубней картофеля была гладкая, ленточная, двустрочная с шириной междурядий 1,4 м, размещение растений в ряду в шахматном порядке через 0,23-0,24 м, густота 60 тыс. клубней на гектар.

Оросительная норма в среднем за период вегетации у перца и баклажан – 4146,7 $м^3$/га, у картофеля – 3266,7 $м^3$/га.

Закладку полевых опытов, наблюдения и учеты проводили согласно «Методике испытаний по культуре картофеля» (НИИКХ, 1967), «Методике полевого опыта» Доспехова Б.А. (1985), опытного дела в растениеводстве Никитенко Г.Ф., 1982 г, методики опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве под редакцией В.Ф. Белика, 1992 г, методических указаний по изучению и поддержанию мировой коллекции овощных пасленовых культур (томаты, перцы, баклажаны) под редакцией Д.Д. Брежнева, 1977 г.

Учет и уборку урожая баклажанов проводили периодически в фазу технической спелости с 10-15 июля один раз в 7 дней (7 сборов), перца сладкого с 1-4 августа – один раз в 7 дней (3 сбора). Копку картофеля осуществляли в первой декаде июля.

Коэффициент водопотребления рассчитывали по формуле А.Н. Костякова (1960).

Для анализа продуктивного и адаптивного потенциала сортов пользовались методикой Л.А. Животкова, З.А.Морозовой, Л.А. Секатуевой и др. (1994), которая позволила нам установить реакцию каждого из исследуемых сортов и гибридов на факторы внешней среды при сравнении его конкретной урожайности со среднесортовой.

Урожайность является прямым показателем эффективности возделывания любой сельскохозяйственной культуры. По урожайности можно судить также об адаптивности сортов и гибридов и эффективности использования ими воды [4].

Из коллекции перца сладкого наиболее урожайными в опыте были гибриды: Этюд – 68,9 т/га, Звезда Востока золотистая – 66,6, Ромео – 63,7, Князь Игорь – 63,2 т/га, эти же гибриды имели и самый низкий коэффици-

ент водопотребления – 70,1, 72,5, 75,8, 76,4 $м^3$/т, соответственно (таблица 1). Менее урожайные сорта и гибриды на формирование единицы продукции потребляли от 81,2 $м^3$/т (Богатырь) при урожайности 59,5 т/га до 97,2 $м^3$/т (ПигмалионF_1) при урожайности 49,7 т/га (таблица 1).

Все изучаемые сорта и гибриды перца сладкого показали в почвенно-климатических условиях Астраханской области высокую адаптивность. Наиболее адаптивными (коэффициент адаптивности выше 1) были сорта Богатырь и Эверест, гибриды F_1 – Князь Игорь, Звезда востока красная, Этюд, Звезда востока золотистая, Ромео. Остальные сорта и гибриды были менее адаптивны, и их коэффициент адаптивности варьировала от 0,85 до 0,95.

Таблица 1 – Биологическая урожайность, адаптивность и коэффициент водопотребления перца сладкого и баклажан, среднее за годы

Перец сладкий					Баклажаны			
№ п/п	Гибрид (сорт)	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, $м^3$/т	Коэффициент адаптивности	Гибрид (сорт)	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, $м^3$/т	Коэффициент адаптивности
1.	Богатырь	59,5	81,2	1,01	Алмазный	119,0	40,6	1,02
2.	Князь Игорь F_1	63,2	76,4	1,08	Альбатрос	146,0	33,1	1,25
3.	Звезда Востока красная F_1	58,6	82,4	1,00	Астраком	112,9	42,8	0,97
4.	Пафос F_1	54,3	88,9	0,93	Маркиз F_1	158,6	30,4	1,36
5.	Этюд F_1	68,9	70,1	1,17	Галина F_1	144,3	33,5	1,24
6.	Зорька	55,9	86,4	0,95	Каприз F_1	90,9	53,1	0,78
7.	Пигмалион F_1	49,7	97,2	0,85	Лебединый	139,7	34,6	1,20
8.	Галатея	51,4	93,9	0,88	Сосулька	80,5	60,0	0,69
9.	Эверест	59,4	81,3	1,01	Нижневолжский	113,3	42,6	0,97
10.	Звезда Востока золотистая F_1	66,6	72,5	1,14	Пантера	79,8	60,5	0,68
11.	Титан	52,5	92,0	0,90	Принц	103,0	46,9	0,88
12.	Ромео F_1	63,7	75,8	1,09	Сиреневый	110,8	43,6	0,95
	$НСР_{05}$	2,7	-	-	$НСР_{05}$	5,5	-	-

Как видно из таблицы 1, из коллекции баклажан самую высокую урожайность в опыте формировали: Маркиз F_1 – 158,6 т/га, Альбатрос – 146,0 т/га, Галина F_1 – 144,3 т/га. Менее урожайными показали себя сорта Пантера и Сосулька – 79,8 и 80,5 т/га, соответственно.

Наиболее экономно использовали воду наиболее урожайные гибриды – Маркиз F_1 – 30,4 $м^3$/т, Альбатрос – 33,1 $м^3$/т, у остальных сортов и гибридов коэффициент водопотребления колебался 35,0 до 47,0 $м^3$/т, а самым большим он был сортов Сосулька и Пантера – 60,0-60,5 $м^3$/т.

Наиболее адаптивными показали себя сорта баклажанов Алмазный, Альбатрос, Лебединый и гибриды Маркиз, Галина с коэффициентом адап-

тивности выше 1. Самая низкая адаптивность была у сортов Пантера – 0,68 и Сосулька – 0,69. У остальных он варьировал от 0,78 до 0,97.

Проведенное изучение сортов картофеля позволило выделить перспективные для почвенно-климатических условий Астраханской области сорта, дающие на капельном орошении высокие и стабильные урожаи.

За три года изучения по урожайности выделились ранние сорта Дельфин – 60,3 т/га, Каратоп – 47,3, Удача – 44,4 т/га, которые превышали стандартный сорт Жуковский ранний (34,4 т/га) в среднем на 47% или 16 т/га. Из среднеранних сортов максимальную урожайность формировали сорта – Ресурс – 55,9 т/га, Голубизна – 52,8, Юбилей Жукова – 51,0, Накра – 43,3, Невский – 39,8 т/га, которые превышали стандартный сорт Сантэ (38,2 т/га) в среднем на 26% или 10 т/га. При этом сорта Ресурс, Голубизна, Юбилей Жукова, превышали стандартный сорт на 17,7; 14,6; 11,4 т/га, соответственно. Самую низкую урожайность за все годы изучения показали ранний сорт Даренка (15,0т/га) и среднеранний сорт Романо (18,8т/га). Урожайность остальных сортов варьировала от 20,7 до 38,2т/га (таблица 2)

Таблица 2 – Продуктивность, адаптивность и водопотребление сортов картофеля, среднее за годы

№	Сорт	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, $м^3$/т	Коэффициент адаптивности
Ранние				
1.	Жуковский ранний St	34,4	118,6	1,00
2.	Белларoза	37,9	150,1	1,07
3.	Даренка	15,0	285,8	0,43
4.	Ред Скарлетт	33,2	118,1	0,98
5.	Дельфин	60,3	78,9	1,71
6.	Удача	44,4	117,6	1,24
7.	Каратоп	47,3	103,6	1,29
Среднеранние				
8.	Сантэ St	38,2	107,7	1,10
9.	Никита	21,7	221,4	0,61
10.	Родрига	21,0	283,3	0,59
11.	Чародей	21,4	202,2	0,61
12.	Кураж	20,7	496,8	0,56
13.	Инноватор	37,1	111,1	1,10
14.	Романо	18,8	52,4	0,54
15.	Адретта	33,2	134,2	0,95
16.	Невский	39,8	104,8	1,17
17.	Голубизна	52,8	78,8	1,51
18.	Юбилей Жукова	51,0	85,0	1,47
19.	Накра	43,3	103,3	1,20
20.	Ресурс	55,9	102,5	1,59
21.	Ильинский	31,7	140,6	0,92
22.	Эффект	33,1	176,2	0,89
23.	Василек	23,7	254,1	0,70
24.	Сокольский	28,3	249,4	0,81

Как видно из таблицы 2, более экономно и эффективно использовали воду сорта: ранние, по сравнению со стандартным сортом Жуковский ранний (118,6 $м^3$/т) – Дельфин, Каратоп, Удача коэффициент водопотребления которых составлял в среднем 78,9; 103,6 и 117,6 $м^3$/т, соответственно; среднеранние сорта, по сравнению со стандартным сортом Сантэ (107,7 $м^3$/т) – Голубизна, Юбилей Жукова, Ресурс, Накра, Невский с коэффициентами водопотребления – 78,8; 85,0; 102,5; 103,3; 104,8 $м^3$/т, соответственно. Максимальное значение используемой воды на формирование урожая товарных клубней было отмечено у раннего сорта Даренка – 285,8 $м^3$/т и у среднеранних сортов Кураж – 496,8; Родрига – 283,3 $м^3$/т.

Из испытанных нами 24 сортов картофеля только 11 сортов имели коэффициент адаптивности свыше 1 (таблица 2). Из ранних сортов наиболее адаптивными были сорта Дельфин, Каратоп, Удача, Беллароза; из среднеранних – Ресурс, Голубизна, Юбилей Жукова, Накра, Невский, Инноватор, Сантэ St. Менее адаптивными (коэффициент адаптивности равен 0,89-1,00) в условиях аридного климата области были ранние сорта Ред Скарлетт и Жуковский ранний St и среднеранние сорта Адретта, Эффект, Ильинский. Самая низкая адаптивность была у раннего сорта Даренка (0,43) и среднеранних сортов Кураж, Чародей, Родрига, Романо, Никита, Василек, Сокольский, (0,56-0,81).

Так, наиболее адаптивными к условиям выращивания оказались ранние сорта: Дельфин, Удача, Каратоп, Беллароза и среднеранние: Ресурс, Накра, Юбилей Жукова, Голубизна, Невский, Инноватор, Сантэ.

Таким образом, проведенное агробиологическое изучение овощных культур и картофеля на капельном орошении позволило выделить перспективные, адаптивные и наиболее урожайные сорта и гибриды, которые оптимально расходуют поливную воду, что значительно повышает эффективность использования орошаемого гектара в почвенно-климатических условиях Астраханской области.

Основываясь на полученных в опытах данных для сельхозтоваропроизводителей можно рекомендовать сорта и гибриды перца сладкого Этюд, Звезда Востока золотистая, Ромео, Князь Игорь, гибриды и сорта баклажан – Маркиз, Галина, Альбатрос, сорта картофеля – Дельфин, Ресурс, Голубизна, Юбилей Жукова, Каратоп, которые способны давать стабильно высокие урожаи при минимальном расходе поливной воды.

Библиографический список

1.Агроклиматические ресурсы Астраханской области. -Л.:Гидрометеоиздат, 1974 -136с.
2.Астраханская область в цифрах, краткий статистический сборник / под ред. Л.Я. Окуня. Астраханьстат, 2013г. – 83 с.
3.Зволинский, В.П. Агроэкология и земледелие Северного Прикаспия /В.П. Зволинский -М.: РУДН, Том. 1. -1992. -228 с.
4.Мухортова, Т.В. Адаптивность перца сладкого при капельном орошении и минеральном питании в условиях Северного Прикаспия /Т.В. Мухортова, Е.В. Полухина, М.В. Власенко //Вестник РАСХН. -№1. -2015. –С.50-52.

5.Мухортова, Т.В. Влияние уровня водопотребления и минерального питания в условиях капельного орошения на продуктивность разных сортов баклажанов / Т.В. Мухортова, Е.В. Полухина, М.В. Власенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. -№1 (37). -2015. –С.81-84.
6.Тютюма, Н.В. Оценка адаптивности сортов и гибридов сладкого перца и баклажанов в условиях капельного орошения Астраханской области / Н. В. Тютюма, А. Н. Бондаренко, Т. В. Мухортова, С. А. Койка // Теоретические и прикладные проблемы АПК. –№1. –2016. –С. 9-14.

УДК 631.559: 635.21: 631.582.9

ВЫРАЩИВАНИЕ КАРТОФЕЛЯ НА РЕКУЛЬТИВИРУЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Соколов А.С., к.с.-х.н., **Соколова Г.Ф.,** к.с.-х.н.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого овощеводства и бахчеводства», г. Камызяк, Россия

Введение

Обилие тепла, сеть водных источников, большое количество мелиорированных земель открыли в Астраханской области возможность для развития орошаемого овощеводства и прудового рыбоводства [1,4]. При рекультивации залежных мелиорированных земель (рисовых чеков), которые, зачастую, становятся засоленными, применяют метод затопления. В современных условиях держать землю просто под «водяным паром» малоэффективно, поэтому перед выращиванием сельскохозяйственных культур рисовые чеки используют как рыбоводные пруды. Так хозяйства одновременно промывают землю и выращивают прудовую рыбу [2,3].

Материалы и методы исследований

Работа проводилась в ООО «Надежда-2» и КФХ «Епифанов» Камызякского района Астраханской области по общепринятым методикам: «Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве», Белик В.Ф., «Методика и техника учета сорняков НИИСХ Юго-Востока»; «Методика полевого опыта», Доспехов Б.А. Анализ водно-физических свойств почвы состоял из определения: влажности почвы – термостатно-весовым методом; плотности сложения почвы, г/см^3 – методом режущего кольца; плотности твердой фазы почвы, г/см^3 – пикнометрически. Расчет общей порозности по формуле: ε (%) = (1-ρ_b: ρ_s)х 100, где ε – общая порозность, %; ρ_b – плотность сложения почвы, г/см^3; ρ_s – плотность твердой фазы почвы, г/см^3. Расчет порозности аэрации при естественной влажности по формуле: ε_w (%) = ε – W х ρ_b, где ε_w – порозность аэрации при естественной влажности почвы, %; ε – общая порозность, %; W – естественная влажность почвы, %; ρ_b – плотность сложения почвы, г/см^3. Расчет запасов влаги при естественной влажности почвы по формуле: ЗВ $_W$ = (W х ρ_b х 10), где ЗВ – запасы влаги, м^3/га; W – естественная влажность почвы, %; ρ_b – плотность сложения почвы, г/см^3; 10 – коэффициент перевода в м^3/га.

В почвенных образцах определяли: гумус (%) – с фотоколориметрическим окончанием по методу И.В. Тюрина (ОСТ-4647-76); легкогидролизуемого азота (мг/кг) – по Корнфилду (Александрова Л.А., Найденова О.А., 1986); подвижный фосфор – по Мачигину В.П. в модификации ЦИНАО (ОСТ – 4642-76). При биохимическом анализе клубней определяли содержание: крахмала (%) методом кислотного гидролиза (Ягодин Б.А., 1987); сухого вещества (%) (Ермаков А.И., 1987); суммы сахаров (%) – цианидным методом (Ягодин Б.А., 1987); аскорбиновой кислоты (мг%) (Ермаков А.И., 1987). Общая площадь делянки составляла – 56 $м^2$, учетной – 14,0 $м^2$, повторность – трехкратная. Объектом исследований были 2 сорта картофеля раннего срока созревания категории элита: Удача и Ред Скарлетт.

Результаты исследований

В производственном опыте в ООО «Надежда-2» подготовку участков, находящихся в залежном состоянии, начинали в осенне-зимний период с выкорчевки деревьев и кустарников. После вспашки проводили планировку и дополнительную обваловку участка для поддержания необходимого уровня воды, создавали рыбоходы, объединяющие несколько чеков в единую систему. Весной подготовленный под пруд участок затапливали и запускали в него рыбу, осенью рыбу вылавливали и пересаживали в зимовальные пруды. Весной следующего года при незначительной засоренности участка больших затрат на обработку почвы не требовалось. Проводили непосредственно перед посадкой боронование сцепкой борон «зиг-заг» или дискование боронами БДТ-3. При сильной засоренности применяли весновспашку вместе с боронованием. После прудов для посадки ранних культур необходимо подбирать участки с легким по механическому составу почвами, которые при благоприятных весенних погодных условиях быстро достигают необходимой агрономической спелости. Выпадение большого количества осадков весной может не позволить высадить ранний картофель. В этом случае на участке высевают ячмень, а после его уборки в зависимости от потребительского спроса выращивают поздний картофель. Следует учитывать, что при переувлажнении и слабой аэрации на временно заливных землях в почвенном слое недостаточно кислорода и микробиологическая активность снижается. Поэтому при ранних посадках растения с весны могут ощущать азотное голодание. В результате затопления нитратные соединения вымываются, а весной их образование затягивается. Перед посадкой или непосредственно после необходимо вносить легкодоступные минеральные удобрения, в первую очередь богатые азотом. В дальнейшем при повышении температуры микробиологические процессы усиливаются, азот накапливается, переходит в доступные для питания растений формы и уже целесообразно вносить фосфорные и калийные удобрения.

Для борьбы с сорняками на участке проводили довсходовую обработку гербицидом системного действия Зенкор Ультра, ВДГ из расчета 750 г/га. Осуществляли раскладку и монтаж капельной поливной системы.

Клубни картофеля сорта Удача и Ред Скарлетт высаживали рассадопосадочной машиной в третьей декаде марта – первой декаде апреля по схеме 1,4х0,2м (35,7 тыс./раст. га). Посадки картофеля укрывали нетканым материалом агроспан, который снимали при тесном соприкосновении ботвы и укрытия во избежание солнечных ожогов. За вегетационный период проводили: 2 прополки в рядках (вручную), 3 междурядные обработки с окучиванием. Наибольшее количество воды требовалось во время образования клубней, которое начиналось с фазы бутонизации и цветения. В эти периоды влажность почвы поддерживали на уровне 80-85% от полной влагоемкости почвы. Для поддержания оптимальной влажности почвы было проведено 20-23 полива. Оросительная норма за период вегетации картофеля составила 1200-1400 $м^3$/га. Через капельницы в период бутонизации и начало цветения картофеля вместе с поливной водой вносили 75 кг/га по д.в. аммиачной селитры (три подкормки по N_{25}).

Основным показателем эффективности возделывания картофеля являлась клубневая продуктивность. Наибольшее количество клубней с одного куста (12 шт.), их масса (686 г) и урожайность (24,5 т/га) были сформированы у сорта Ред Скарлетт. Эти показатели в 1,2 и 1,1 раза, соответственно, были ниже у сорта Удача. Высокой товарностью – 91% характеризовался сорт Ред Скарлетт. У сорта Удача клубни в большей степени были повреждены проволочником. Анализ фракционного состава показал, что наибольший выход крупной фракции обеспечивал сорт Ред Скарлетт – 44,3%, у сорта Удача он был на 6,9% меньше. Высокий процент мелких клубней – 14,5 отмечен у сорта Удача, у сорта Ред Скарлетт он ниже на 4,6%. По содержанию крахмала, являющимся ведущим показателем качества клубней картофеля, в среднем за годы исследований выделился сорт Ред Скарлетт – 15,8%. У сорта Удача отмечено наибольшее содержание сухого вещества (19,7%), суммы сахаров (0,52%) и аскорбиновой кислоты (15,5 мг %). Ранний картофель, выращиваемый для летнего потребления, начинают убирать раньше наступления полной спелости, так как реализационные цены в это время выше. Возделывание в ООО «Надежда-2» картофеля ранних сортов в восстановленных рисовых инженерных системах после рыбоводных прудов обеспечивало рентабельность сорта Удача – 123%, сорта Ред Скарлетт – 145%.

Для сравнения экспериментальных данных нами были заложены опыты в КФХ «Епифанов», в котором при рекультивации залежных земель в севооборот не вводили рыбоводные пруды перед выращиванием сельскохозяйственных культур. Весной на залежном (свыше 10 лет) участке провели выкорчевку и вывоз с участка древесно-кустарниковой растительности в основном, лоха серебристого и тамарикса. Основная обработка почвы состояла из дискования на глубину 0,10-0,12 м ДискАтором БДМ в агрегате с трактором Т-150 и боронования зубовой бороной + брус (для выравнивания и измельчения гребней) в агрегате с трактором МТЗ-82 в 2-х направ-

лениях. Три года в хозяйстве на капельном поливе выращивали ранний картофель. Перед посадкой клубни обрабатывали фунгицидным препаратом контактного действия «Максим». Вносили 600 кг диамофоски (100 кг в основное внесение, остальное в подкормки). Во второй декаде апреля вручную высаживали сорта картофеля: Удача и Ред Скарлетт. Посадки картофеля укрывали полиэтиленовой пленкой. За вегетационный период проводили: 2 прополки в рядках (вручную), 3 междурядные обработки с окучиванием, одну обработку против колорадского жука препаратом Карате Зеон (0,1 л/га). Оросительная норма картофеля составила в среднем за 3 года 2870 $м^3$/га. В первой декаде июля проводили уборку клубней картофеля. Урожайность картофеля в среднем за годы исследований составила: Удача – 18,5 т/га, Ред Скарлетт – 20,3 т/га. По всем возделываемым сортам можно отметить образование большого количества мелких клубней.

Заключение

Проведенные исследования в хозяйствах с различными способами ввода в сельскохозяйственный оборот залежных мелиорированных земель позволили установить, что использование участков в течение 1-3-х лет под рыбоводными прудами в ООО «Надежда-2» положительно влияло на водно-физические показатели почвы: в 1,1 раза уменьшалась плотность твердой фазы почвы; в 8,4 раза улучшалась общая порозность; в 2,3 раза увеличивались запасы влаги. Способ затопления залежных земель способствовал положительному изменению питательного режима почвы: увеличивалось содержание гумуса на 0,1-0,2%, органического вещества на 0,6-2,9%, легкогидролизуемого азота на 5,1-12,2мг/кг, подвижного фосфора на 8,9-23,4мг/кг и снижалась сумма водорастворимых солей на 0,02-0,08%. Рекультивация земель посредством затопления снижала, в среднем на 79 %, общее число стеблей сорных растений в посадках раннего картофеля. Урожайность сортов раннего картофеля Удача и Ред Скарлетт, выращенных на ложе чека, при средней оросительной норме 1300$м^3$/га составила 22,3-24,5 т/га, соответственно. В КФХ «Епифанов» урожайность аналогичных сортов раннего картофеля в среднем на 4 т/га была меньше, при этом оросительная норма в 2,2 была выше.

Библиографический список

1. Мелиорация и использование орошаемых земель в Астраханской области/ Под редакцией Н.В. Челобанова. -Астрахань: Факел. -2003. -560 с.
2. Соколова Г.Ф., Гарьянова Е.Д., Аваев З.Н. Выращивание раннего картофеля на землях, рекультивируемых с помощью рыбоводных прудов//Картофель и овощи. -2011. -№3. -С. 11.
3. Соколов А.С., Соколова А.С., Соколов С.Д., Соколова Г.Ф. Бахча и рыбоводство на рисовых чеках: двойная выгода//Картофель и овощи. -2013. -№10. -С. 18-19.
4. Соколова Г.Ф., Хахалева А.С. Рекультивация залежных мелиорированных земель в Астраханской области// Бюллетень СНИИСХ. ГНУ Ставропольский НИИСХ Россельхозакадемии. -Ставрополь: АГРУС. -2012. -№ 4. -С.407-410.

УДК 635.04:631.6.03

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОФИЗИЧЕСКОГО СПОСОБА ПОДАВЛЕНИЯ ПАТОГЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ НА ОСНОВЕ АГРОТЕХНОЛОГИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ВОДЫ

Семененко С.Я. , д.с.-х.н., **Чушкина Е.И.,** к.с.-х.н.,
Чушкин А.Н., Лытов М.Н., к.с.-х.н.
Поволжский научно-исследовательский институт эколого-мелиоративных технологий – филиал ФНЦ агроэкологии РАН, г.Волгоград, Россия

В связи с растущей экологической напряженностью и высокой интенсивности антропогенного влияния на природные экосистемы в последнее время все больше внимания уделяется разработке экологически сбалансированных биологических и биофизических способов борьбы с патогенной микрофлорой. Одним из таких, принципиально новых подходов, является использование феномена электрохимической активации водных сред для улучшения фитосанитарного состояния орошаемых агроценозов [1, 2].

Теоретические предпосылки использования электрохимически активированной воды (ЭХАВ) для улучшения фитосанитарного состояния орошаемых агроценозов состоят в зависимости жизненных функций большинства патогенных микроорганизмов от окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) окружающей среды [3]. Данное предположение было принято в качестве рабочей гипотезы исследований.

Материалы и методы. Экспериментальная проверка рабочей гипотезы исследований проводилась в 2010-2012 годах в рамках факторного полевого опыта. Подача оросительной воды с искусственно регулируемым ОВП осуществлялась посредством системы капельного орошения. Для активации воды использовалась установка, оснащенная модулями электрохимической активации АВМ.02.000 [4]. Измерения показали, что при непосредственной подаче анолита в систему капельного орошения (без хранения) обеспечивается сохранение окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) ЭХАВ на выходе до (+570) – (+600) мВ при pH среды на уровне 5,1-5,3. При подаче католита в систему из промежуточного закрытого резервуара с хранением 2,5-3,0 часа ОВП ЭХАВ на выходе из капельниц составляло (-220) - (-250) мВ при pH не более 7,8-7,9. Расчетная поливная норма для поддержания постоянного предполивного порога влажности почвы 80 % НВ в слое 0,5 м составляла 160 $м^3$/га.

Факторы полевого опыта были представлены элементами технологии подачи активированной оросительной воды. В рамках фактора А проводилась оптимизация режима использования ЭХАВ в течении вегетационного периода, включая вариант А1 (контроль) – без использования ЭХАВ, вариант А2, в

котором ЭХАВ применялась в первый и последующие каждый пятый проводимые поливы, вариант А3, в котором ЭХАВ применялась в первый и последующие каждый четвертый проводимые поливы и вариант А4, в котором ЭХАВ применялась в первый и последующие каждый третий проводимые поливы. В рамках фактора В оптимизировали режим подачи электрохимически активированной воды в процессе полива, включая вариант В1 – подача 50 % от поливной нормы анолита с последующей подачей природной оросительной воды в объеме 50 % от поливной нормы; вариант В2 – полив до 25 % от поливной нормы анолитом с последующей подачей природной оросительной воды в объеме 50 % от поливной нормы, а затем полив католитом в объеме 25 % от поливной нормы; вариант В3 – полив 10 % от поливной нормы анолитом с последующей подачей природной оросительной воды в объеме 50 % от поливной нормы, а затем католитом в объеме 40 % от поливной нормы; вариант В4 – подача 50 % от поливной нормы природной оросительной воды с последующим поливом католитом в объеме 50 % от поливной нормы. В качестве общего контроля использовали вариант, где поливы осуществляли природной водой, а пестициды использовали в рамках системы интегрированной защиты растений. Вариант предусматривал самое широкое использование средств химической защиты растений, включая применение гербицидов (Зенкор нормой 0,7 л/га, обработки по необходимости, по вегетирующим растениям в фазу образования не более 2-4 листьев у сорняков), инсектицидов (баковые смеси Золон - 1 л/га + Карате – 0,2 л/га – опрыскиванием, с интервалом 30 дней) и фунгицидов (Фундазол нормой 6 кг/т семян – протравливание за 15 дней до посева на рассаду; баковая смесь, - Ридомил Голд – 2 кг/га + Квадрис – 0,3 л/га, - опрыскиванием, с интервалом в 2 недели; препарат Полирам ДФ нормой 2,0 кг/га, опрыскиванием с интервалом в 14 дней; Фитолавин-300 нормой 6 кг/га, - с поливной водой в 0,2%-ном растворе). Контролем первого уровня стал вариант, где поливы осуществляли природной водой, а из системы интегрированной защиты растений было полностью исключено применение фунгицидов.

Опыты проводили на орошаемых землях КФХ «Фокин С.И.» Городищенского района Волгоградской области. Почвенный покров опытного участка типичен для подзоны светло-каштановых почв Нижнего Поволжья. Расчетная доза внесения минеральных удобрений на планируемый уровень урожайности 90 т/га с учетом естественного плодородия почвы составила $N_{150}P_{80}K_{180}$.

Результаты исследований. Исследования подтвердили, что системное применение ядохимикатов в посевах томата является важным условием для обеспечения благополучного фитосанитарного состояния растений (таблица 1, 2). На участках варианта, где обработки пестицидами проводились регулярно, хозяйственно значимого распространения болезней в годы исследований не наблюдалось, были отмечены лишь единичные проявления септориоза и фитофтороза томатов.

Таблица 1 – Результаты количественного анализа распространения болезней томата на опытных делянках

Доля поливов с введением ЭХАВ	Доля анолита по отношению к общему объему ЭХАВ, поданной в систему	Доля пораженных растений, %				
		2010 г.		2011 г.		2012 г.
		Септориоз	Фитофтороз	Фитофтороз	Корневая гниль	Септориоз
Интенсивное применение средств химической защиты растений (контроль 0-уровня)						
0	–	0,5	0	0,7	0	0,3
Щадящее применение средств химической защиты растений						
Без ЭХАВ (контроль 1-уровня)		13,7	3,6	17,2	4,6	15,6
0,2	1	1,2	0,3	2,5	1,7	3,2
0,2	0,5	1,9	0,5	2,9	0,4	3,5
0,2	0,2	2,5	0,5	3,1	0,7	4,2
0,2	0	11,2	3,2	15,2	0,9	13,1
0,25	1	0,7	0,4	1,3	1,4	1,5
0,25	0,5	1,1	0,4	1,9	0,2	2,6
0,25	0,2	1,5	0,5	1,9	0,2	2,9
0,25	0	7,8	3,5	13,7	0,7	9,3
0,33	1	0,3	0,3	1,3	1,4	1,4
0,33	0,5	0,9	0,4	1,9	0,3	2,1
0,33	0,2	1,4	0,6	2,2	0,4	2,4
0,33	0	5,9	3,5	14,1	1	6,2
$НСР_{05}$, %		0,65	0,8	0,7	0,6	0,8

Таблица 2 - Результаты количественного анализа развития болезней томата на опытных делянках

Доля поливов с введением ЭХАВ	Доля анолита по отношению к общему объему ЭХАВ, поданной в систему	Средняя интенсивность поражения, %					Урожайность, т/га
		2010 г		2011 г		2012 г	
		Септориоз	Фитофтороз	Фитофтороз	Корневая гниль	Септориоз	
Интенсивное применение средств химической защиты растений (контроль 0-уровня)							
0	–	11,2	-	17,8	-	9,8	90,2
Щадящее применение средств химической защиты растений							
Без ЭХАВ (контроль 1-уровня)		27,2	55,3	63,2	78,6	37,8	79,6
0,2	1	13,4	33,2	14,9	63,5	16,5	87,0
0,2	0,5	12,1	31,2	15,6	55,2	14,4	90,6
0,2	0,2	8,2	30,8	14,7	51,3	10,5	93,5
0,2	0	9,8	31,5	13,5	45,3	12,7	81,2
0,25	1	12,1	35,3	12,8	59,3	15,2	84,1
0,25	0,5	10,8	33,4	12,8	53,2	13,5	89,8
0,25	0,2	7,6	31,3	11,5	50,1	10,5	97,6
0,25	0	9,2	32,4	13,4	44	12,1	85,4
0,33	1	11,9	34,7	16,4	57,9	14,8	78,5
0,33	0,5	10,5	32	15,3	53	13,5	87,1
0,33	0,2	7,2	30,8	15	50	10,8	97,5
0,33	0	9,2	31,8	15,2	45,6	11,9	87,3
$НСР_{05}$, %		1,0	2,9	1,3	4,3	1,4	1,4

На участках, где апробировали щадящий режим применения ядохимикатов (контроль 1-уровня), распространение болезней было существенно выше.

Исследования показали, что использование анолита поочередно с поливом природной водой в пропорции 50:50 позволяет резко сократить распространение болезней без применения фунгицидов. Например, на участках, где анолит поочередно с природной оросительной водой применяли в каждый пятый полив, распространение септориоза сокращалось в 5-11 раз, а при использовании такой технологии проведения каждого третьего полива – в 11-45 раз по сравнению с контролем 1-уровня. Также ингибировалось распространение и другой патогенной микрофлоры.

Поочередное применение анолита и католита в разных пропорциях не приводило к существенному изменению санирующего действия анолита; отмечен лишь тренд к повышению числа зараженных септориозом и фитофторой растений с повышением доли католита. Однако полное исключение анолита и полив католитом в равной пропорции с природной оросительной водой сопровождалось существенным ростом числа пораженных растений. Например, при использовании католита в равной пропорции с природной оросительной водой каждый пятый полив, распространение фитофторы составило 3,2 % в 2010 году и 15,2 % в 2011 году, что близко к уровню распространения болезни на контроле (1-уровня).

Распространение корневых гнилей при поочередном поливе католитом в равной пропорции с природной оросительной водой, напротив, было минимальным – в 1,4-2 раза меньше, чем при поливе анолитом и в 4,6-6,6 раз меньше, чем на контроле.

Опыты показали, что применение ЭХАВ поочередно с природной оросительной водой при капельном орошении томатов, позволяет подавлять не только распространение, но развитие болезней (таблица 2).

Развитие септориоза и фитофторы в наибольшей степени ингибировалось при поочередном применении анолита и католита в пропорции 1:4 в каждый четвертый или каждый третий полив. При этом средняя интенсивность поражения растений при заражении септориозом не превышала 7,2-10,8 %, а при заражении фитофторой – 11,5-31,3 %. Наименьшая интенсивность поражения томатов при заражении корневой гнилью, 44,0-45,6 %, обеспечивалась при использовании для полива католита с поочередным введением в равных пропорциях с природной оросительной водой.

Таким образом, использование ЭХАВ при капельном орошении томата позволяет не только сдерживать распространение болезней, но и ингибирует их развитие на уже зараженных растениях. В совокупности это обеспечивает серьезный санирующий эффект и повышение продуктивности томатов без негативных экологических последствий для окружающей среды.

Библиографический список

1. Плутахин, Г.А. Практическое применение электрохимически активированных водных растворов / Г.А. Плутахин, Аидер Мохаммед, А.Г. Кощаев, Е.Н. Гнатко // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – №95(08). – 29 с.
2. Семененко, С.Я. Фитосанитарное оздоровление зерновых и овощных культур с помощью электрохимически активированной воды / С.Я. Семененко, М.Н. Белицкая, С.М. Лихолетов // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 1. – С. 78-82.
3. Прилуцкий, В.И. Электрохимически активированная вода: аномальные свойства, механизм биологического действия / В.И. Прилуцкий, В.М. Бахир. -М.: ВНИИМТ, 1995. – 228 с.
4. Конюшков, А.Л. Разработка проточных устройств для электрохимической активации воды производственного назначения /А.Л. Конюшков, С.Я. Семененко, А.Н. Лагутин, Е.И. Чушкина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. -2013. -Т. 1. - № 2-1 (30). -С. 214-217.

УДК 631.51: 632.93

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТОК КАРТОФЕЛЯ ОТ ФИТОФТОРЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕГО ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

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

Фитофтороз является наиболее вредоносным заболеванием картофеля, имеющим повсеместное распространение в Нечерноземной зоне. Болезнь с разной степенью интенсивности проявляется практически ежегодно, поражая ботву и клубни, что приводит к сильному снижению урожая и гниению клубней в почве до уборки и в процессе хранения. В отдельные годы в результате преждевременной гибели ботвы, из-за сильного и раннего повреждения ее фитофторозом, урожай клубней снижается на 50% и более. Болезнь проявляется преимущественно во второй половине вегетации картофеля сначала на нижних листьях в виде темно-коричневых пятен с сероватым налетом спороношения на нижней стороне листьев. При наличии благоприятных условий болезнь переходит на стебли. В отдельные годы в Тверской области симптомы заболевания стали проявляться в фазу полных всходов картофеля. При этом первые признаки болезни нередко наблюдаются на стеблях. Стебли легко надламываются, и ботва отмирает. Спороношение гриба отмечается не только на нижней поверхности листьев, но и на стеблях. Вредоносность болезни возросла и вследствие более сильного поражения клубней.

Защита картофеля от фитофтороза требует комплексного подхода к ее решению. Основными агротехническими мерами борьбы с фитофторозом являются выращивание устойчивых к этой болезни сортов, использо-

вание на посадку качественных семян, размещение картофеля в севообороте, правильный выбор производственных участков и технологий выращивания и др. Приемами химической защиты картофеля от фитофтороза являются протравливание клубней и опрыскивание вегетирующих растений разрешенными к использованию фунгицидами.

Наши исследования показали, что общая вредоносность фитофтороза снижается при возделывании картофеля в широкорядных посадках на грядах. Благодаря более позднему и более слабому полеганию ботвы, лучшей продуваемости посадок картофеля, фитофтороз на грядах появляется на 10-15 дней позднее, чем на гребнях, и развивается медленнее. Возделывание картофеля на грядах создает определенные предпосылки для сокращения количества обработок химическими препаратами и сокращения затрат на защитные мероприятия. Однако, эффективность фунгицидов при грядовой технологии выращивания картофеля продолжает оставаться высокой, особенно, как показали наши исследования, при совместном действии средств защиты растений и минеральных удобрений, основного фактора, определяющего уровень продуктивности картофеля. В опытах минеральные удобрения вносились на запланированный урожай клубней – 20,0-25,0 т/га. Применялись сложные удобрения с содержанием азота, фосфора и калия – 13-19-19 %. Органические удобрения не применялись. Обработка посадок картофеля против фитофторы проводилась фунгицидами Ордан, Браво, Ридомил Голд.

На эффективность обработок от фитофторы существенное влияние оказывали сортовые особенности и погодные условия. В засушливые годы растения поражались фитофторой значительно меньше и в более поздние фазы развития растений, поэтому посадки картофеля меньше нуждались в защитных мероприятиях, а прибавки урожая от обработок были менее значительными. На сортах раннеспелой группы средняя прибавка урожая в такие годы составила 0,73т/га клубней (5,5%), на среднеранних сортах – 2,1 т/га или 13,1%, среднеспелых – 2,0 т/га (10,5%) и среднепоздних – 2,8 т/га или 16,4 % (рис.1).

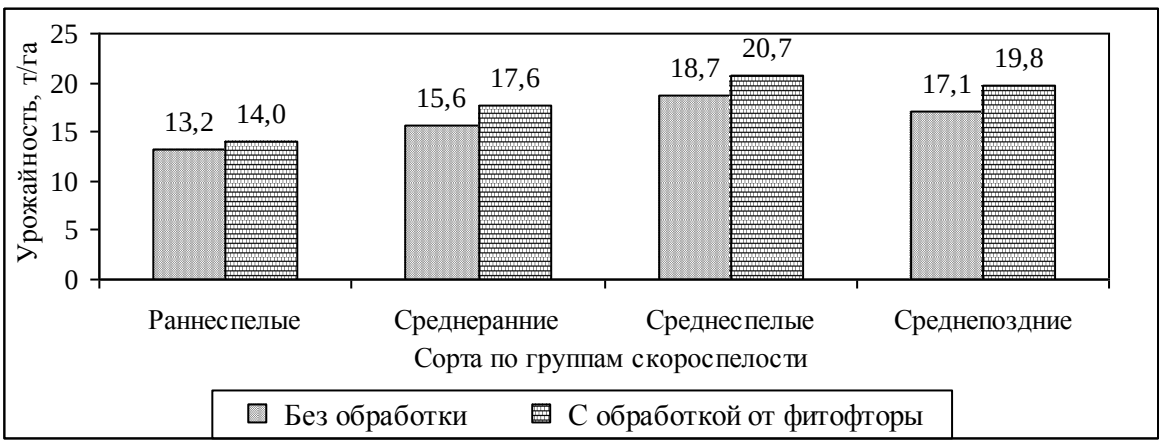


Рис.1. Влияние обработки картофеля от фитофтороза на его урожайность в засушливый год

В избыточно влажные годы вредоносность фитофтороза резко усиливалась из-за более раннего и сильного поражения растений, 2-х кратная обработка посадок картофеля на грядах от фитофтороза увеличивала урожайность картофеля, по сравнению с контролем, на 6,2-7,0 т/га или 45,6-57,2%. В среднем за 4 года (включая засушливые годы) прибавка урожая товарных клубней от 2-х кратной обработки посадок от фитофторы составила 4,7т/га картофеля или 32,2% по отношению к контролю (без обработок от фитофторы). Под влиянием противофторозных обработок увеличилось количество клубней в кусте, их масса и средний размер 1 клубня.

Эффективность применения защитных обработок посадок картофеля от фитофторы существенно возрастает на фоне минеральных удобрений. На среднеустойчивых к фитофторе сортах прибавка урожая от противофторозных обработок на вариантах, где вносились удобрения, была в 2,1 раза выше (возрастала с 3,2 до 6,6т/га), чем на неудобренном фоне (табл.1).

Обработка посадок картофеля от фитофторы существенно снижает затраты ресурсов на выращивание продукции, повышает эффективность использования посадочного материала, удобрений, ГСМ и других ресурсов. Без удобрений и защитных обработок от фитофтороза расход посадочных клубней на производство 1т клубней составил – 183,1кг, под влиянием защитных обработок расход семян на фоне без удобрений снижался на 22,4%, с удобрениями – на 33,8%.

Таблица 1 – Влияние обработок от фитофтороза на урожайность и структуру урожая картофеля (среднее за 2 года)

Показатели	Фон		Варианты		К контролю	
			без обработок от фитофторы - контроль	две обработки от фитофторы	+	%
Урожайность, т/га	Без удобрений - контроль		10,9	14,1	+3,2	129,3
	$N_{58} P_{83} K_{83}$		13,0	19,6	+6,6	150,8
	К контролю	±	+2,1	+5,5		
		%	119,3	139,0		
Количество клубней, шт/куст	Без удобрений - контроль		7,1	7,4	+0,3	104,2
	$N_{58} P_{83} K_{83}$		7,7	8,5	+0,8	110,4
	К контролю	±	+0,6	+1,1		
		%	108,5	114,8		
Масса клубней в кусте, г	Без удобрений - контроль		529	621	+92	117,4
	$N_{58} P_{83} K_{83}$		605	872	+267	144,1
	К контролю	±	+76	+251		
		%	114,4	140,4		
Масса 1 клубня, г	Без удобрений - контроль		71.1	81,8	+10,7	115,0
	$N_{58} P_{83} K_{83}$		77,9	106,4	+28,5	136,6
	К контролю	±	+6,8	+24,6		
		%	109.5	130,1		

Прибавка урожая от одной и той же дозы минеральных удобрений при обработке посадок картофеля от фитофтороза увеличилась в 2,7 раза – с 2,1 до 5,5т/га, а окупаемость 1кг действующего вещества NPK, внесенного в виде основного удобрения, повысилась до 24,8 кг клубней. Без проведения защитных мероприятий этот показатель составил в среднем 9,2 кг (5,9-10,5 кг по годам). На 1 рубль, затраченный на приобретение и внесение удобрений, на фоне обработок посадок картофеля от фитофтороза было получено дополнительной продукции (в ценах 2016 года) на сумму 4,6 рубля, без обработок – на 1,7 рубля или в 2,7 меньше. Прямые затраты на выращивание 1 ц клубней на фоне минеральных удобрений при обработке картофеля от фитофтороза снизились на 24,6 %, в т.ч. на семена – на 33,7%, ГСМ на 28,9 %, удобрений на 33,7% (таблица 2). Без проведения противофторозных обработок минеральные удобрения увеличивали прямые затраты на единицу продукции на 7,4%.

Таблица 2 – Влияние обработок картофеля от фитофторы на прямые затраты, руб/ц

Показатели	Варианты		К контролю	
	без обработок от фитофторы - контроль	две обработки от фитофторы	±	%
Прямые затраты - всего	416 447	372 337	- 44 - 110	89,4 75,4
В том числе затраты на: - ТСМ	64,9 55,8	52,0 39,7	- 12,9 - 16,1	80,1 71,1
- Семена	275 230	213 153	- 62 - 77	77,4 66,3
- Удобрения	0,0 91,4	0,0 60,6	0,0 -30,8	0,0 66,3
- Пестициды	3,6 3,0	47,3 34,0	+ 43,7 + 31,0	13,1 раз 11,3 раз

Примечание: числитель – без удобрений; знаменатель – фон - N_{58} P_{83} K_{83}.

Если сравнивать эффективность действия удобрений и средств защиты растений от фитофторы между собой, то приоритетное значение имеют защитные мероприятия. Здесь получена более высокая (29,3%), чем от удобрений (19,3%), прибавка урожая и продукция с более низкими прямыми затратами на выращивание на 1ц клубней (372 и 447руб/ц соответственно). При этом, проявился большой эффект совместного действия удобрений и средств защиты растений картофеля от фитофторы: прибавки урожая от защитных обработок увеличились до 50,8%, от удобрений – до 39,0%, а прямые затраты снизились до 337 руб./ц.

Таким образом, защитные обработки посадок картофеля от фитофторы, особенно во влажные годы и при выращивании неустойчивых к фитофторе сортов, следует рассматривать в качестве одного из основных условий достижения высокой урожайности и повышения экономической эффективности производства картофеля. Наибольший эффект от фунгицид-

ных обработок посадок картофеля обеспечивается при их совместном применении с удобрениями.

При выращивания картофеля по грядовой технологии с однострочной схемой размещения растений на гряде количество обработок от фитофторы химическими средствами защиты растений можно ограничить 2-3 обработками с учетом сортовых особенностей и сложившихся в основной период вегетации картофеля погодных условий.

УДК 631.635.2. 626.3

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ

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

В повышении эффективности производства картофеля большое значение имеет разработка более совершенных технологий его выращивания. 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 [1-7].

Наши исследования по оценке роли удобрений в интенсификации картофелеводства проводились на экспериментальном полигоне ФГБНУ ВНИИМЗ на осушаемом закрытым гончарным дренажом (междренное расстояние 20м, глубина заложения дрен 0,9-1,2м) и неосушаемом участке (без дренажа) на трех вариантах удобрений: 1 – без удобрений, 2 – средние нормы: компост многоцелевого назначения (КМН) 15т/га+K_{90}, 3 – высокие нормы: КМН 15т/га+$N_{70}K_{180}$, в четырехкратной повторности с размещением вариантов методом расщепленных делянок. Нормы удобрений на 2 и 3 вариантах определены с учетом почвенного плодородия и выноса питательных элементов с урожаем. Почвы на обоих участках дерново-подзолистые легкосуглинистые глееватые, среднекислые с высоким содержанием подвижного фосфора, повышенным обменного калия и гумуса: 2,23-2,38%.

В опыте выращивался районированный в Тверской области сорт картофеля Удача, 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. – озимая рожь – картофель. Севооборот развернут в пространстве и во времени. Общая площадь делянок второго порядка 432 $м^2$, учетная – 20.

Погодные условия и водно-воздушный режим пахотного слоя почвы в годы исследований различались. 2012 год – теплый и влажный выше нормы соответственно в 1,2 и 1,6 раза (ГТК за апрель-сентябрь составил 2,50, средний многолетний – 1,92). На осушаемом участке состояние водно-воздушного режима на посадках картофеля в течение вегетации было благоприятное (табл. 1). Влажность пахотного слоя почвы в период посадка-всходы на нем находилась в пределах оптимальных значений 65-75% ППВ, а на неосушаемом была гораздо выше от 97 до 124. В период формирования ботвы и бутонизации на первом составляла 85-87 % ППВ, на втором – 119, цветения – соответственно 54 и 89, созревания – 70-76.

Таблица 1– Влияние осушения на основные показатели водно-воздушного режима пахотного слоя почвы под посадками картофеля в годы исследований (в среднем за вегетацию)

Годы исследований	Влажность, % от ППВ		Порозность аэрации, % объема почвы	
	осушаемые земли	неосушаемые земли	осушаемые земли	неосушаемые земли
2012	73	104	30	23
2013	37	59	42	35
2014	35	52	43	44
2015	59	84	34	23
В среднем	***51***	***75***	***37***	***31***

Порозность аэрации на осушаемом участке находилась на уровне от 25 до 37% (в среднем 30) объема почвы, на неосушаемом складывалось поразному от 17 до 30% (в среднем 23). Для хорошего обеспечения растений водой и воздухом их соотношение в увлажненных районах на дерново-подзолистых почвах должно быть равно 1:1 [8].

Таким образом, данные по строению пахотного слоя почвы, обусловленные оптимальным соотношением капиллярной и некапиллярной порозности, говорят о периодическом его переувлажнении на неосушаемой почве в течение вегетации.

2013 год - более сухой и прохладный с неравномерным выпадением осадков (ГТК - 1,25). Наблюдения текущего года за водно-воздушным режимом показали, что влажность пахотного слоя почвы под посадками картофеля в период до всходов-начало всходов на осушаемом участке была низкой 52-55% ППВ, а на неосушаемом условия лучше – 71-76%. В период активного роста на первом она была недостаточной от 28 до 33% ППВ, на втором выше – от 52 до 67%. В среднем за вегетацию картофеля влажность пахотного слоя почвы на осушаемом участке составила 37% ППВ, на неосушаемом – 59. Порозность аэрации в период до всходов-начало всходов на обоих участках была выше оптимальных значений – 33-37% объема почвы. В период активного роста на осушаемом участке была еще выше 43-45% объема почвы, на неосушаемом по фазам развития показатели от-

личались резче от 39 в фазу бутонизации, опускаясь в фазу цветения до 26 и возрастая до 45 к началу увядания ботвы.

2014 год – теплый и очень сухой (ГТК - 0,98). Влажность пахотного слоя почвы на осушаемом участке в течение всей вегетации была значительно ниже оптимальных значений от 15 до 46% ППВ, в среднем составила 35%. На неосушаемом условия по этому показателю были несколько лучше. В течение всей вегетации (кроме фазы созревания – 26%) она была в пределах 54-64%, в среднем за вегетацию составила 52% ППВ. Порозность аэрации на обоих участках была высокой, в среднем за вегетацию - 43-44% объема почвы, что также говорит о недостаточной влажности почвы.

2015 год – теплый и сухой (ГТК - 1,52). Влажность пахотного слоя почвы на осушаемом участке в течение вегетации была недостаточной, кроме фазы бутонизации, в среднем за вегетацию на уровне 59% ППВ. На неосушаемом условия по этому показателю были благоприятными для возделываемой культуры, в среднем за вегетацию составила 84% ППВ. Пористость аэрации на неосушаемом участке в течение всей вегетации была достаточная, в среднем составляла 23% объема почвы, на осушаемом участке ее значения выше – 34%.

Объемная масса и общая пористость пахотного слоя на посадках картофеля, благодаря особенностям грядовой технологии его возделывания, в течение вегетации во все годы на обоих участках были на уровне оптимальных значений соответственно в среднем в пределах 1,18-1,23 г/см^3 и 52-55% объема почвы.

В опыте также были проведены исследования по выявлению влияния различных вариантов удобрений на среду обитания по интенсивности разложения льняного полотна. В результате было выявлено, что на обоих участках при применении удобрений и повышении их норм процент разложения льняного полотна под посадками картофеля был выше по сравнению с вариантом без удобрений, в среднем за 4 года – от 1,4-2,0 раза до 1,9-3,0. Показатели биологической активности почвы были выше на более влажном неосушаемом участке, в среднем по вариантам удобрений в 2,4 раза.

Наблюдения за содержанием нитратного и аммиачного азота в пахотном слое почвы показали, что во все фазы развития растений, соответственно и в среднем за вегетацию, различия по вариантам удобрений на обоих участках сохраняются в пользу применения удобрений и повышения их норм (табл. 2).

Наибольшие различия наблюдаются в фазу всходов, в период интенсивного потребления питательных элементов растениями значения показателей снижаются, а в конце вегетации и после уборки отмечена тенденция их повышения. Причем в течение всей вегетации культур на обоих участках преобладает нитратная форма азота. Нужно отметить, что выше суммарное содержание в почве NO_3 и NH_4 наблюдалось в наиболее засушливом 2014 году.

Таблица 2 – Суммарное содержание NO_3 и NH_4 под посадками картофеля в годы исследований в зависимости от вариантов удобрений на осушаемых и неосушаемых землях, мг/кг почвы (в среднем за вегетацию)

Годы исследований	Вариант опыта					
	без удобрений		средние нормы		высокие нормы	
	осушаемые земли	неосушаемые земли	осушаемые земли	неосушаемые земли	осушаемые земли	неосушаемые земли
2012	11,1	15,2	23,7	19,2	29,6	31,1
2013	8,8	7,6	30,5	30,0	39,5	35,8
2014	20,1	25,2	29,2	30,6	73,6	61,4
2015	6,8	10,1	10,5	20,8	28,8	32,6
В среднем	***11,7***	***14,5***	***23,5***	***25,2***	***42,9***	***40,2***

Определение содержания нитратного азота в клубнях картофеля показало, что оно увеличивалось с повышением фона удобренности на обоих участках, но было ниже ПДК (250 мг/кг). Но на неосушаемом участке значения были ниже, в среднем за 4 года в интервале 56,6-131,6 мг/кг, на осушаемом – 67,9-155,6. Наиболее высокое содержание его отмечено также в засушливом 2014 году.

По содержанию крахмала в клубнях картофеля можно отметить повышение его на вариантах с внесением удобрений по сравнению с вариантом без них на обоих участках в среднем за 4 года от 12,2-12,9% до 13,8-14,0 при средних нормах, до 15,1-15,3 – при высоких.

Во все годы применение и повышение норм удобрений положительно сказывалось на формировании урожая картофеля (табл. 3). В среднем за 4 года урожай на варианте со средними нормами удобрений, по сравнению с вариантом без них на осушаемом участке повысился на 84%, на неосушаемом – на 45.

Таблица 3 – Урожайность картофеля в годы исследований в зависимости от вариантов удобрений и осушения, т/га

Вариант удобрений	Годы исследований				***В среднем***
	2012	2013	2014	2015	
Осушаемые земли					
Без удобрений	14,4	15,2	11,5	17,1	***14,6***
Средние нормы	32,8	34,6	14,1	25,6	***26,8***
Высокие нормы	47,2	42,0	18,3	28,9	***34,1***
В среднем	***31,5***	***30,6***	***14,6***	***23,9***	***25,2***
Неосушаемые земли					
Без удобрений	12,0	11,9	20,4	16,2	***15,2***
Средние нормы	27,4	15,0	24,8	21,2	***22,1***
Высокие нормы	36,0	18,7	28,2	24,3	***26,8***
В среднем	***25,1***	***15,2***	***24,5***	***20,6***	***21,4***
$НСР_{05}$(для любых средних)	4,22	1,26	3,52	3,30	
$НСР_{05}$ (для А - земли)	2,44	1,54	2,03	1,91	
$НСР_{05}$ (для Б - удобрения)	2,99	2,18	2,49	2,34	

Увеличение нормы удобрений дало прибавку урожайности на осушаемом участке на 27%, на неосушаемом – на 21. Урожайность картофеля была выше на осушаемом участке и только в очень сухом 2014г. превосходила на неосушаемом.

На вариантах с удобрениями масса крупных и средних клубней картофеля в урожае на обоих участках была больше и в среднем за 4 года составила 89-92%, а в варианте без удобрений была в пределах 79-80%. При применении удобрений и с повышением фона удобренности на обоих участках более изменялась средняя масса 1 клубня крупной фракции, увеличиваясь соответственно вариантам на осушаемом на 20 и 14% (или со 127 г до 153 и 145), неосушаемом – на 27 и 58 (или со 106 г до 134 и 167).

Расчет экономической эффективности выращивания картофеля на различных вариантах удобрений показал, что в 2012-2014 гг. применение и повышение норм удобрений на обоих участках улучшало экономические показатели, в т.ч. рентабельность в среднем за 3 года на осушаемом участке на крайних вариантах составила 57 и 135%, неосушаемом – 63 и 94.

Определение экономической эффективности выращивания картофеля в 2015 г. на различных вариантах удобрений в связи с увеличением стоимости их и горючего показало другой результат. Рентабельность и окупаемость на обоих участках выше были на варианте без удобрений с преимуществом осушаемых, соответственно показателям составили 43 и 58%, 1,58 и 1,43 руб./руб., на варианте с высокими нормами – 40 и 32%, 1,40 и 1,32 руб./руб. Но условный чистый доход получен выше на вариантах с применением удобрений в 1,3-1,4 раза.

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено, что удобрения обеспечивают значительный рост продуктивности картофеля. Выявлено влияние применения удобрений, состояний водно-воздушного, питательного режимов почвы на формирование и качество его урожая на осушаемых и неосушаемых землях в различных погодных условиях. Учет полученных данных позволяет использовать более выгодные ресурсоэкономичные технологические варианты возделывания картофеля в зависимости от почвенных, погодных, производственных условий.

Библиографический список

1. Чухина О.В., Жуков Ю.П. Продуктивность картофеля при минимальной и расчетной дозах удобрений в Вологодской области //Плодородие. - 2012 - №5. - С. 11-13.
3. Лекомцева Е.В. и др. Удобрение картофеля //Картофель и овощи. 2015, №4. -С. 34-35
2. Белоус Н.М.и др. Влияние средств химизации на урожайность и качество картофеля в условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды //Земледелие. 2015, №2. - С. 28-30.
3. Котова З.П. и др. Удобрение картофеля на севере //Картофель и овощи. 2015. - №11. - С. 31-32.
4. Шабанов А.Э. и др. Эффективность раздельного и комплексного применения агроприемов при выращивании картофеля //Земледелие. - 2016. - №1. - С. 38-40.
5. Пшеченков К.А., А.В. Смирнов. Подготовка почвы и удобрение картофеля //Картофель и овощи. - 2015. - №5. - С. 31-32.

6. 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.
7. Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И. Особенности формирования экологизированной системы удобрений на осушаемых землях //Мелиорация и водное хозяйство. - 2012. - №3. -С. 16-20.
8. Румянцев В.И. и др. Земледелие с основами почвоведения. -М.: Колос. 1979. -С.52-53

УДК 631.812.2

ПОБОЧНЫЙ ПРОДУКТ ПРОИЗВОДСТВА ЖИДКОФАЗНОГО БИОПРЕПАРАТА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ И ПОЧВЕННУЮ МИКРОФЛОРУ

Фомичева Н.В., к.б.н., **Рабинович Г.Ю.,** д.б.н., профессор
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», г. Тверь, Россия

В сельскохозяйственной отрасли имеется большое разнообразие внедренных и готовых к внедрению технологий получения биосредств (удобрений и биопрепаратов), используемых при выращивании сельскохозяйственных культур, способных обеспечивать их продуктивность, а также сохранять и повышать почвенное плодородие. Среди известных технологий (биотехнологий) наиболее перспективными являются относительно недорогие, экологически безопасные и безотходные технологии.

В ФГБНУ ВНИИМЗ разработана биотехнология получения жидкофазного биопрепарата для растениеводства и земледелия, в основе которой лежит переработка органического сырья (отходов животноводства и углеродсодержащего сырья) [1]. Технология является безотходной, однако предусматривает получение побочного продукта, который при соответствующих условиях способен найти свое применение.

Побочный продукт представляет собой влажную уплотненную однородную массу темно-коричневого цвета без неприятного запаха. Его агрохимический, микробиологический и биохимический анализ (табл. 1) позволил выявить все основные составляющие, способные оказывать положительное влияние на многие почвенные процессы, а также процессы роста и развития растений.

Побочный продукт производства жидкофазного биопрепарата можно сравнить с высокоэффективным удобрением – компостом многоцелевого назначения (КМН) – также разработкой ФГБНУ ВНИИМЗ [2]. Согласно ТУ на КМН, характеристика побочного продукта несколько уступает КМН по содержанию отдельных химических показателей, но при этом не является целевой продукцией в отличие от КМН. Тем не менее, в побочном продукте общие формы углерода и азота находятся в оптимальном соотношении C: N ~ 22, что также позволяет судить о сбалансированности состава продукта и использовать его, например, в качестве основного удобрения или в качестве основы для приготовления садовых смесей.

Таблица 1 – Характеристика побочного продукта производства жидкофазного биопрепарата

Наименование показателя	Характеристика или значение
Кислотность (pH)	7,0…7,5
Массовая доля влаги, %	60…70
Массовая доля общего азота (N), %	1,15…1,80
Массовая доля общего углерода (C), %	27,0…40,0
Массовая доля общего фосфора (P_2O_5), %	1,4…2,2
Массовая доля общего калия (K_2O), %	1,0…2,3
Аммонифицирующие микроорганизмы, КОЕ/г	$3x10^8$…$1x10^9$
Микроорганизмы, мобилизующие органофосфаты, КОЕ/г	$4x10^8$…$2x10^9$
Микроскопические грибы, КОЕ/г	$4x10^4$…$5x10^5$
Каталазная активность, $см^3O_2$/г/мин	1,8…4,2
Дегидрогеназная активность, мг ТФФ/г/сут	0,2…0,4
Массовая доля витамина B_1, мг/100 г, не более	0,01
Массовая доля витамина B_2, мг/100 г, не менее	0,6

Для изучения эффективности побочного продукта был проведен микрополевой опыт, в котором побочный продукт вносился локально при посадке картофеля сорта «Жуковский» в количестве 2, 4, 6, 8 т/га.

Посадка картофеля осуществлялась вручную в мае. Эксперимент проводился в трехкратной повторности на учетных делянках 10 $м^2$ расположенных в рендомизированной последовательности и с выделением защитных полос. Одним контролем служили учетные площадки без внесения удобрений, другим – учетные площадки с внесением КМН.

Учет урожайности картофеля показал прибавку урожая (относительно контрольного варианта без удобрений) во всех вариантах с применением побочного продукта, при этом максимальный и близкий урожай был получен при его внесении в количестве 2 и 4т/га (табл.2). Подчеркнем, что в этих вариантах урожай был выше и относительно варианта с КМН.

Таблица 2 – Влияние побочного продукта производства жидкофазного биопрепарата на урожайность картофеля сорта «Жуковский»

Вариант опыта	Урожайность, т/га*	
	общая	± к контролю (б/у)
Контроль (б/у)	28,2	-
Контроль – КМН (4 т/га)	34,8	+ 6,6
Побочный продукт 2 т/га	38,5	+ 10,3
Побочный продукт 4 т/га	38,1	+ 9,9
Побочный продукт 6 т/га	34,0	+ 5,8
Побочный продукт 8 т/га	29,5	+ 1,3
$НСР_{0,5}$	6,21	
Примечание: * - урожайность дана в пересчете с микрополевого опыта		

Изучение фракционного состава каждого варианта показал, что больше всего клубней картофеля с куста было в контрольных вариантах, но при этом в вариантах с внесением побочного продукта соотношение фракций

смещено в сторону крупного картофеля. Вследствие этого и средняя масса одного клубня картофеля в этих вариантах выше.

Влияние КМН и побочного продукта оценивали также по микробиологическому состоянию почвы под картофелем. В качестве тестируемых групп изучались микроорганизмы, обеспечивающие растения доступным минеральным питанием: азоттрансформирующие микроорганизмы и мобилизующие органофосфаты. Микробиологический анализ почвенных образцов проводился трижды: спустя 2 недели после посадки картофеля, в фазу клубнеобразования и в фазу отмирания ботвы.

Таблица 3 – Усредненные биометрические показатели картофеля под влиянием побочного продукта

Вариант опыта	Число клубней с куста		Вес клубней с куста		Сред. масса 1 карт-тоф.
	всего, шт.	Соотношение фракций мелкий:средний:крупный (<50г) (50-100г) (> 100г)	всего, г	Соотношение фракций мелкий:средний:крупный (<50 г) (50-100 г) (> 100 г)	
Контроль (б/у)	9,1	0,31 : 0,40 : 0,29	868,7	0,08 : 0,36 : 0,56	77,3
Контроль – КМН (4 т/га)	9,6	0,32 : 0,33 : 0,35	868,7	0,08 : 0,27 : 0,65	90,9
Побочный продукт 2 т/га	8,5	0,22 : 0,28 : 0,50	961,2	0,02 : 0,18 : 0,79	113,5
Побочный продукт 4 т/га	8,9	0,26 : 0,32 : 0,42	952,9	0,06 : 0,23 : 0,71	107,3
Побочный продукт 6 т/га	8,1	0,28 : 0,25 : 0,47	850,6	0,05 : 0,17 : 0,78	105,5
Побочный продукт 8 т/га	8,7	0,29 : 0,35 : 0,36	738,2	0,04 : 0,25 : 0,71	85,3

Анализ уже первого отбора почвенных проб выявил эффект от применения удобрений – суммарная численность тестируемых групп микроорганизмов в вариантах с применением КМН и побочного продукта технологии была выше, чем в контрольном варианте без удобрений (рис. 1).

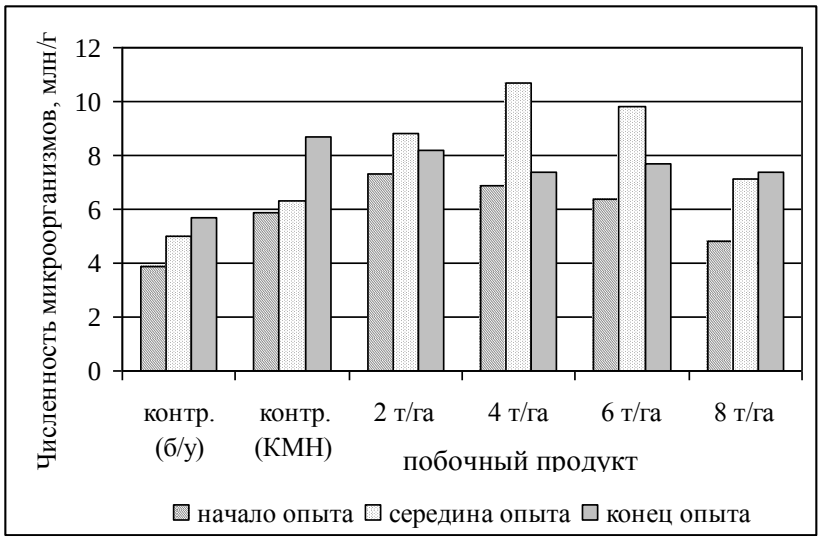


Рисунок 1 – Суммарная численность тестируемых микроорганизмов в течение опыта по выращиванию картофеля с применением побочного продукта производства жидкофазного биопрепарата

Необходимо отметить, что внесение побочного продукта способствовало максимальному увеличению численности почвенной микрофлоры на стадии клубнеобразования – в ключевой момент формирования урожая, а внесение КМН – в конце эксперимента, оказывая большее влияние на почвенное плодородие. Данные по урожайности картофеля находятся в линейной зависимости от численности почвенной микрофлоры в фазу клубнеобразования и описываются уравнением $y = 1{,}45525*x + 22{,}2808$ с коэффициентом корреляции $R = 0{,}74$.

Исследование качества картофеля позволило установить, что внесение побочного продукта во всех исследуемых дозах способствовало увеличению содержания крахмала в среднем на 15 %. Обнаружено повышенное содержание нитратов при внесении и КМН, и побочного продукта, но при этом их значения не превышали ПДК.

Таким образом, побочный продукт производства жидкофазного биопрепарата имеет комплексный органоминеральный состав, потенциально позволяющий рассматривать его в различном качестве: в виде самостоятельного удобрения, либо в виде основного компонента при приготовлении питательных грунтов, либо в виде исходного сырья для получения, например, жидкого гуминового удобрения и др.

Опыт применения побочного продукта при выращивании картофеля сорта «Жуковский» показал, что данный продукт, без сомнения, можно использовать в качестве основного удобрения. При внесении побочного продукта в количестве 2-4 т/га наблюдалась существенная прибавка урожая (~ 36 % в пересчете с микрополевого опыта), формированию которой способствовала максимальная численность почвенной микрофлоры в одну из ключевых фаз развития картофеля – фазу клубнеобразования. При этом картофельных клубнях наблюдалось увеличение содержания крахмала в среднем на 15 %.

Использование побочного продукта в качестве самостоятельной продукции расширяет возможности технологии получения жидкофазного биопрепарата и увеличивает ее конкурентоспособность.

Библиографический список

1. Патент РФ № 2365568 Способ получения жидкофазного биосредства для растениеводства и земледелия / Рабинович Г.Ю., Фомичева Н.В., Смирнова Ю.Д.; опубл. 2009 г.
2. ТУ 9841-003-00668732-2011 Компост многоцелевого назначения (КМН).

УДК: 631.674; 633.491; 631.51

КАПЕЛЬНЫЙ ПОЛИВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ НА ГРЯДАХ

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

Нечерноземная зона Российской Федерации является одним из основных регионов по производству товарного картофеля, значительная часть которого выращивается на мелиорированных землях. Для этой категории земель ВНИИМЗ была разработана грядовая технология его возделывания, которая обеспечивает, по сравнению с гребневой технологией, более высокие показатели по урожайности, выходу товарных клубней, производительности труда и экономической эффективности производства картофеля. В полевых опытах прибавка урожая по общей массе клубней в среднем за 10 лет составила 2,1т/га, по товарной – 2,4 т/га; в производственных опытах прибавки урожая были выше – 3,2-5,0 т/га, что объясняется лучшими адаптивными возможностями этой технологии к почвенно-мелиоративным и погодным условиям Нечерноземной зоны.

Исследования показали, что широкие междурядья при возделывании картофеля на грядах создают лучшие условия освещенности растений, несколько уменьшают длину стеблей, усиливают развитие боковых побегов и увеличивают облиственность растений. Благодаря более позднему и менее сильному полеганию ботвы, лучшей продуваемости посадок поражение растений фитофторозом на грядах наблюдалось на 10-15 дней позднее, чем на гребнях. На грядах эффективнее осуществляется борьба с сорняками механическими обработками за счет более интенсивного рыхления откосов гряд, использования большей массы почвы при окучивании и т.д.

Гряды более технологичны в отношении внесения органических удобрений и применения глубокого рыхления почвы. В отличие от других способов посадки на грядах практически исключается повреждение гнезд картофеля колесами тракторов. В отношении водного и воздушного режимов почвы, как показали исследования, гряды поддерживают влажность почвы в оптимальном режиме более длительное время, чем гребни, а уровень ее колебаний менее значителен. Благодаря большей инерционной способности гряды медленнее, чем гребни просыхают и увлажняются, медленнее прогреваются и остывают. Связано это с тем, что гряды в 1,2-1,5 раза превосходят гребни по высоте, лучше противостоят переувлажнению и позволяют более эффективно использовать гумусовый слой. В одном погонном метре гряды гумусового слоя почвы по массе в 1,5 раза больше, чем в двух гребнях.

Однако практика показывает, что и при выращивании картофеля на грядах погодные условия остаются одним из ведущих факторов, определяющих уровень его продуктивности. На территории Тверской области в большинстве лет (7-8 из 10) клубнеобразование картофеля протекает в условиях влагообеспеченности близких к оптимальным за счет естественных осадков. Период активного клубнеобразования начинается с фазы образования соцветий (вторая декада июля) и продолжающегося до массового увядания ботвы (первая декада сентября). Благоприятные условия для закладки и хорошего прироста урожая клубней картофеля обеспечиваются оптимальным сочетанием теплой погоды (16-18^0) с хорошим увлажнением почвы в диапазоне от ВРК (около 60% НВ) до 100% НВ.

Вместе с тем, на территории Тверской области в 20-30% лет во время интенсивного клубнеобразования могут складываться засушливые условия. Вследствие острого недостатка влаги в эту фазу продуктивность картофеля снижается на 30-50% от запланированного уровня. Необходимо отметить, что в последнее время отмечается определенная тенденция к увеличению числа засушливых лет. Безусловно, в такие годы картофель и в условиях Нечерноземной зоны в отдельные периоды вегетации нуждается в дополнительном (страховочном) увлажнении. Однако в настоящее время в научной литературе нет единого мнения о необходимости и эффективности орошения картофеля в Нечерноземной зоне, в т.ч. и на осушаемых землях.

Целью наших поисковых исследований было изучение влияния капельного полива картофеля на его продуктивность при возделывании на грядах в условиях осушения. Исследования проводились на опытном поле (объект «Губино») Всероссийского НИИ мелиорированных земель (Тверская область) в 2013-2015 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, глееватая с атмосферным типом водного питания, с высоким содержания фосфора и средним уровнем обеспеченности калием, содержание гумуса 2,0-2,5%. Участок осушен гончарным дренажем, расстояние между дренами 20 м, глубина их заложения 0,9-1,2 м.

Агроклиматические условия вегетационных периодов в годы проводимых исследований были различны по условиям влагообеспеченности и температурному режиму, что сказалось на уровнях полученных урожаев картофеля и эффективности капельного полива. В 2013-2014гг. формирование урожая картофеля (июль-август) проходило в неблагоприятных агроклиматических условиях в связи с высокими дневными температурами и значительным дефицитом осадков. За вышеуказанный период времени в 2013 году среднемесячная температура была выше среднемноголетних данных на 1,3^{0}С или на 8,4%, а количество выпавших осадков составило всего 53,1% от нормы. В 2014г. эти месяцы оказались также теплее обычного на 2,7^0, а осадков выпало на 34% меньше нормы. Вегетационный период 2015г. по погодным условиям был близок к среднемноголетним значениям, но с неравномерным во времени распределением осадков (рис.1)

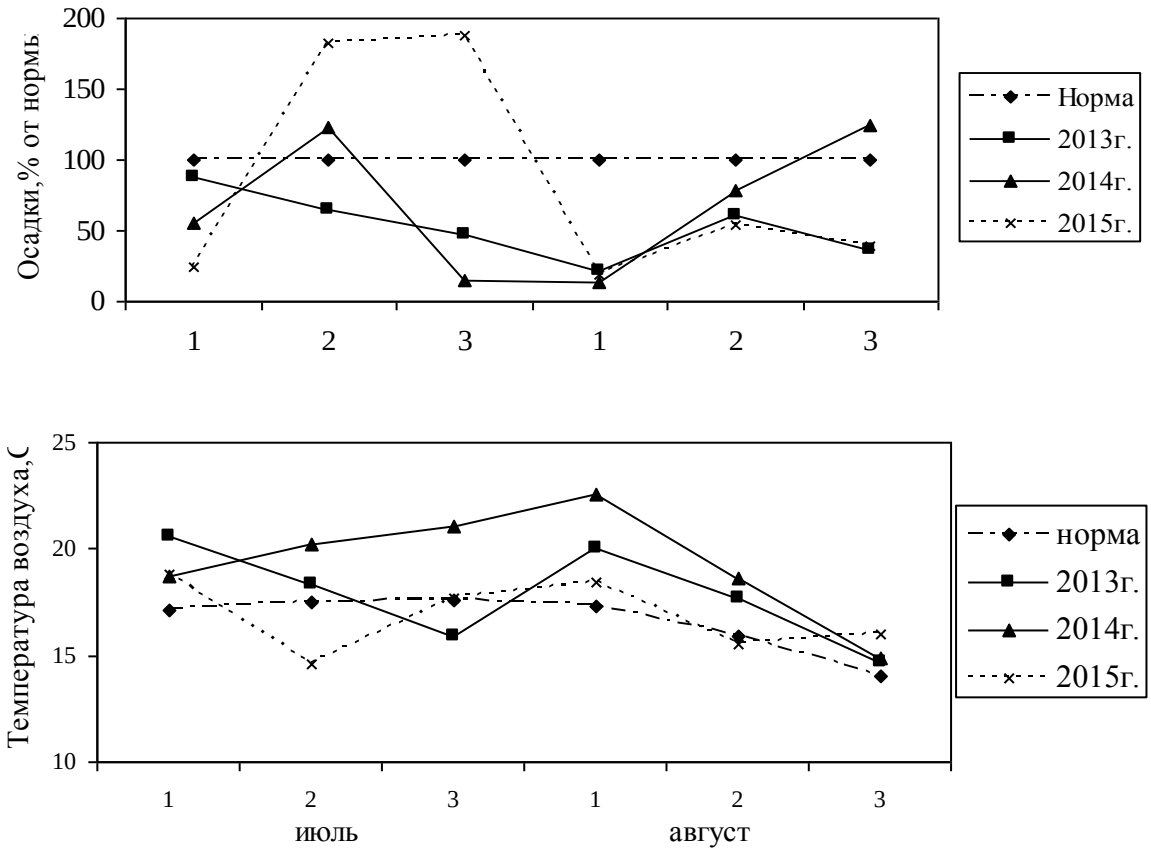


Рис. 1. Количество осадков и температура воздуха в период формирования урожая картофеля, по декадам июля и августа

При естественном увлажнении влажность почвы в слое 0-20 см на гряде во время формирования клубней в 2013 году варьировала от 24 до 59% от НВ. В более критичном по влагообеспеченности 2014 году влажность пахотного слоя почвы на протяжении практически всего времени формирования урожая картофеля находилась в диапазоне 14,2-45,2% от наименьшей влагоемкости. В отдельные периоды она была на уровне влажности устойчивого завядания растений. В 2015 году с нормальным увлажнением, влагообеспеченность почвы была на уровне 60-90% НВ. Поливная норма в опыте рассчитывалась исходя из необходимости поддержания в почве оптимальной влажности – на уровне не менее 60-70% от её наименьшей влагоемкости.

Результаты исследований показали, что в засушливые годы (2013-2014гг.) на осушаемых минеральных почвах легкого механического состава капельный полив при возделывании картофеля на грядах увеличивал урожая клубней на 25,6-55,8% (таблица 1).

В благоприятном по погодным условия 2015 году урожайность картофеля без полива и с поливом была практически одинаковой – 46,9-47,1т/га. Наиболее показательным с точки зрения целесообразности страховочных поливов картофеля был 2014 год.

Таблица 1 – Влияние капельного полива на урожайность картофеля, т/га

Вариант	Годы исследований		
	2013	2014	2015
Естественное увлажнение – контроль	28,5	20,8	46,9
Капельный полив	35,8	32,1	47,1
Отклонение от контроля: + %	 +7,3 +25,6	 +11,3 +54,3	 +0,2 +0,4

Под картофелем влажность почвы в слое 40 см опускалась ниже 20% от НВ. В верхнем слое 0-20 см она практически в течение всех летних месяцев была ниже 50% НВ. Урожайность разных сортов на естественном фоне увлажнения была на уровне 16-20 тонн клубней с 1 га. На варианте с капельным поливом влажность почвы в грядах в период его проведения находилась в основном в пределах 60-100 % НВ. Нижняя граница составила 60-70%, верхняя – 90-100% НВ. Во время вегетации картофеля на этом варианте было проведено 4 страховочных полива в фазу активного роста клубней. Оросительная норма составила 910 м^3 на 1 га. Динамика влажности почвы в грядах при поливе и без него показана на рисунке 2.

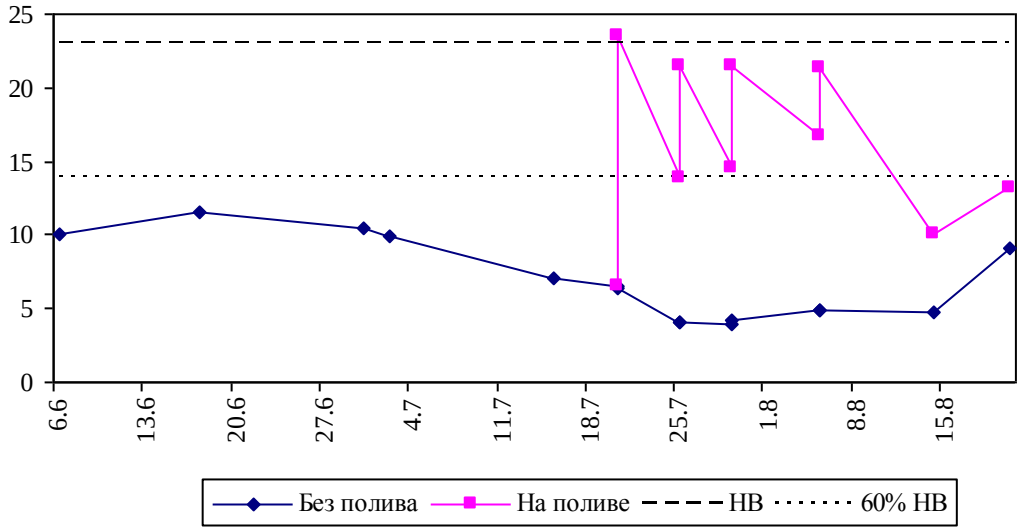


Рис.2. Динамика влажности в слое почвы 0-20 см под картофелем (2014г, в % от массы абсолютно-сухой почвы)

Биологическая урожайность клубней под влиянием полива увеличилась на 13,7 тонны с 1 га (161,4%), фактическая – на 11,3 тонны (154,3%).

Анализ структуры урожая картофеля показал, что капельный полив в фазу активного роста клубней в условиях засухи оказывает большое влияние на формирование крупной и средней фракции клубней. Средний размер клубня при поливе увеличился на 56,7 граммов (таблица 2). По данным ряда исследователей неустойчивый температурно-влажностный и пищевой режимы в значительной степени влияют на процессы образования сухого вещества, в том числе крахмала. При снижении водообеспечен-

ности, особенно в фазу цветения картофеля, отмечается снижение крахмала в клубнях. Это нашло подтверждение в наших опытах.

Таблица 2 – Влияние капельного полива на структуру урожая картофеля (2014г.)

Показатели		Варианты		К контролю, ±
		Без полива (контроль)	Капельный полив	
Количество клубней с 1 куста, шт.	всего	9	8	-1
	средних и крупных	4	5	+1
Масса клубней с 1 куста, г	всего	510	906	+396
	средних и крупных	390	824	+434
Масса 1 клубня. г		56,6	113,3	+56,7
Биологическая урожайность, т/га		22,3	36,0	+13,7

Результаты лабораторных исследований качества клубней, показывают, что капельный полив картофеля в определенной степени стимулировал увеличение содержания в них сухого вещества и крахмала (таблица 3).

Таблица 3 – Качество урожая картофеля (2013 г.)

Способ увлажнения почвы	Содержание сухого вещества, %	Содержание крахмала, %	Содержание нитратов, мг/кг
Естественное увлажнение - контроль	21,0	15,0 / 11,6*	66,3
Капельный полив	22,1	16,5 / 12,8*	59,7
Отклонение от контроля, ±	+1,1	+1,5 / +1,2	-6,5

* - 2015 год

Необходимо так же отметить, что проведение орошения полива несколько снижало величину такого показателя безопасности продукции как содержание нитратов в полученных клубнях.

Таким образом, страховочные поливы картофеля в основную фазу формирования клубней обеспечивают существенный прирост урожая картофеля только в засушливые годы. Капельный полив картофеля при грядовой технологии имеет свои особенности и дополнительные преимущества по сравнению с гребневой технологией возделывания картофеля.

УДК 633.49: 631.51

ВЛИЯНИЕ МАССЫ ПОСАДОЧНЫХ КЛУБНЕЙ И КОЛИЧЕСТВА СТЕБЛЕЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ОДНОСТРОЧНОЙ СХЕМЕ ПОСАДКИ НА ГРЯДАХ

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

Достижение высоких результатов по урожайности и качеству при выращивании картофеля зависит от многих факторов, в том числе от пра-

вильно установленной нормы посадки, количества растений и стеблей на единице площади. Из литературных источников известно, что при выращивании картофеля на продовольственные цели по гребневой технологии наиболее высокие урожаи клубней получают при количестве стеблей на 1га 150- 200 тыс. шт. Дальнейшее увеличение плотности стеблестоя не дает дополнительного урожая товарного картофеля, ведет к ухудшению качества продукции, увеличению расходов на семенной материал и, как следствие, повышению себестоимости картофеля. При выращивании картофеля на семена для достижения максимального выхода с 1га клубней семенной фракции количество стеблей целесообразно доводить до 300 тыс.шт./га.

Большое значение в создании необходимой густоты стеблестоя имеют качество посадочного материала, правильно установленная норма посадки и размерно-весовые данные посадочного материала. При расчете нормы посадки клубней, обеспечивающей оптимальную плотность стеблестоя необходимо учитывать, прежде всего, массу высаживаемых клубней, исходя из того, что мелкие клубни дают меньше стеблей в расчете на клубень, крупные – больше. Количество стеблей, получаемых с одного клубня, в значительной степени зависит от сортовых особенностей картофеля, условий хранения, наличия инфекции и болезней на клубнях, предпосадочной подготовки семян и др. факторов. Вместе с тем, реализация продукционного потенциала посадочного материала может зависеть от выбранной технологии выращивания картофеля, схемы размещения клубней и площади питания растений.

Наши исследования по определению оптимальной густоты стеблестоя были выполнены на широкорядных посадках при однострочной схеме размещения клубней на грядах.

Полевые опыты проводились на экспериментальном участке Всероссийского НИИ мелиорированных земель на дерново-подзолистой легкосуглинистой слабооглеенной почве. Выращивались сорта картофеля разных групп спелости: среднеранний – Гала, среднеспелые – Аврора и Луговской. Подготовка и уход за посадками были общепринятые для Нечерноземной зоны. При выращивании сортов Аврора и Гала (2015г.) перед посадкой были внесены удобрения: азофоска из расчета 0,3т/га и компост многоцелевого назначения (КМН) – 12т/га. Норма посадки – 23,8 тыс. клубней на 1га. Высаживались три фракции посадочного материала: крупная (85-115г), средняя (60-80г), мелкая (25-40г). В опытах с сортом Луговской (1991-1992гг.) вносились только минеральные удобрения – N_{80} P_{60} K_{120}.

Погодные условия вегетационного периода 2015 года в целом были благоприятными для роста и развития картофеля. Сумма активных температур за период от посадки до уборки составила 1754°С при норме для среднеранних и среднеспелых сортов 1100 - 1500°С. Количество осадков было в критические периоды по влагообеспеченности (фаза цветения) превышало норму на 24,5%.

Исследования показали, что количество стеблей на единице площади зависело от сортовых особенностей и размера посадочных клубней. Всхожесть ростков у клубней крупной фракции сорта Гала составила 73,3%, у средней – 70,8% и мелкой – 60,5%; у сорта Аврора эти показатели были соответственно 100%, 68,3%, 76,1%. На крупных клубнях сорта Гала сформировалось от 5 до 13 стеблей, на средних – от 5 до 10, мелких – от 4 до 7 (в среднем 8,5); у сорта Аврора сформировалось меньше стеблей: от 5 до 8 на крупных клубнях, 4-8 – на средних и 2-6 – на мелких (в среднем 5).

Анализ структуры урожая показал, что увеличение массы посадочных клубней, по сравнению с контролем (средняя фракция), при одной и той же норме посадки приводит к увеличению плотности стеблестоя, увеличению количества и массы клубней в кусте, снижению средней массы 1 клубня. Влияние посадочных клубней мелкой фракции на структурные элементы продуктивности было прямо противоположным (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние массы посадочных клубней на структуру урожая картофеля, 2015г. (среднее по сортам Аврора и Гала)

Фракция посадочных клубней	Количество стеблей в фазу бутонизации, шт./куст	Количество клубней в гнезде, шт.	Масса клубней в гнезде, кг	Масса 1 клубня, г	Биологический урожай, т/га
Крупная (85-115 г)	7,0	31	2,12	68,2	50,4
Средняя (60-80 г) - контроль	5,3	26	1,88	77,6	44,7
Мелкая (25-40 г)	4,4	20	1,67	80,6	39,7

Установлена также тесная связь структурных элементов продуктивности картофеля с плотностью стеблестоя. При увеличении количества стеблей с 83,0 до 157,0тыс.шт./га биологическая продуктивность картофеля увеличилась на 69,4%. Дальнейшее увеличение плотности стеблестоя до 190тыс.шт. на 1га влияния на урожайность картофеля не оказало (рис.1.).

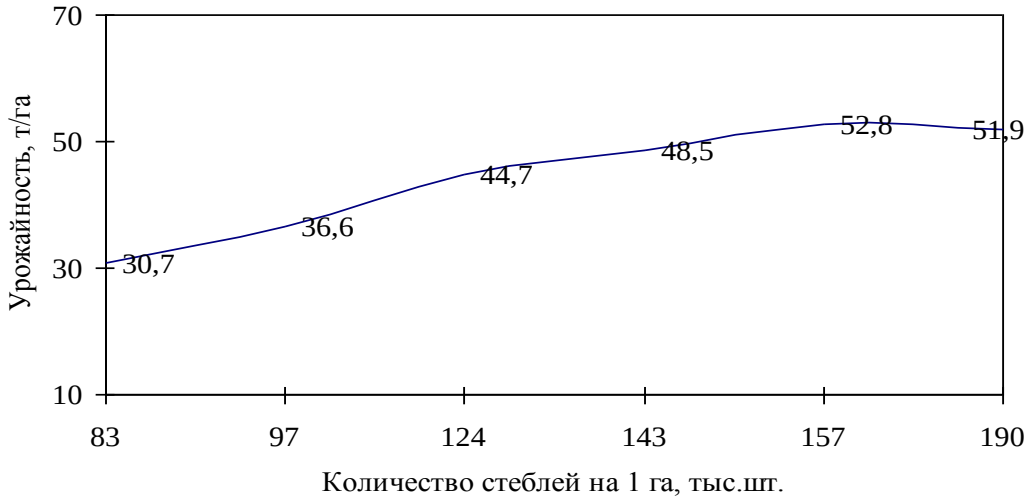


Рис.1. Биологический урожай картофеля в зависимости от густоты стеблестоя (2015г., Сорта Аврора и Гала)

Аналогичные результаты ранее были получены на сорте Луговской. Влияние размерно-весовых характеристик посадочных клубней на продуктивность картофеля сравнивались при разных нормах и схемах посадки клубней (таблица 2). Математически доказанный рост урожайности картофеля при массе посадочных клубней 40 граммов и однострочной схеме посадки клубней наблюдался при увеличении нормы посадки до 40тыс. клубней на 1 га (при двухстрочной – до 55-60 тыс.). При массе посадочных клубней 80 и 120 г прирост урожайности от увеличения нормы посадки при однострочной схеме прекратился при норме 30-35 тыс.клубней на 1 га.

Таблица 2 – Влияние массы посадочных клубней и нормы посадки на урожайность (т/га) картофеля при выращивании на грядах

(сорт Луговской, среднее за 2 года)

Норма посадки тыс. шт/га	Расстояние между клубнями, см	Средняя масса посадочных клубней, г		
		40	80	120
Схема посадки – однострочная				
15	47,6	13,1	17,4	19,9
20	35,7	14,8	18,1	21,8
25	29.7	17,6	21,1	24,2
30	23,8	19,4	22,9	27,1
35	20,8	21,2	23,9	28,0
40	17,8	22,8	24,4	28,8
45	16,0	22,9	24,5	29,6
50	14,3	23,0	24,7	29,4
	$НСР_{05,т/га}$	1,2	1,0	1,8
Схема посадки – двухстрочная				
20	71.4	15,5	20,4	23,4
25	59,4	17,3	21,9	25,3
30	47.6	18,1	23,4	27,2
35	41,6	20,9	25,0	28,7
40	35,6	22,4	26,7	30,1
45	32,0	23,6	27,6	30,4
50	28.6	24,8	28,9	30,7
55	26,0	25,5	29,2	31,1
60	23,8	26,2	29,9	31,6
65	22,0	26,8	29,8	31,8
70	20,4	27,4	29,6	31,1
	$НСР_{05,т/га}$	1,3	1,5	1,6

При двухстрочной схеме посадки и средней массе посадочного клубня 80 граммов оптимальная норма посадки для сорта Луговской составила 45-50 тыс.клубней на 1га, при посадке крупными клубнями – 35-40 тыс. При однострочной схеме размещения растений на гряде оптимальная норма посадки клубней была, в зависимости от массы посадочных клубней, на 5-15 тыс.клубней меньше, чем при двухстрочной. Увеличение массы посадочных клубней при равных нормах посадки приводило к увеличению плотности стеблестоя, количества клубней и их массы в 1 кусте, урожайности картофеля. При этом средняя масса одного клубня и товарность клуб-

ней в зависимости от массы посадочного клубня в данном опыте изменялась незначительно. Значительно в большей степени структурные элементы продуктивности картофеля изменялись под влиянием нормы посадки клубней (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние массы посадочных клубней и нормы посадки на структуру урожая при грядовой технологии выращивания картофеля (сорт Луговской)

Масса посадочного клубня, г	Норма посадки, тыс. шт./га	Количество перед уборкой, тыс.шт/га		Количество в кусте, шт.		Масса, г		Выход клубней, %	
		растений	стеблей	стеблей	клубней	клубней с 1 куста	1 клубня	семенной фракции	крупной фракции
Схема посадки - однострочная									
40	25	22,0	75,2	3,4	9,1	682	75,1	44	50
	35	32,0	103,7	3,2	7,5	534	71,2	46	46
	45	42,5	126,4	3,1	7,1	456	64,5	50	42
	55	50,0	152,0	3,0	6,3	380	60,2	53	38
80	25	25,0	86,5	3,5	9,2	712	77,4	47	53
	35	33,5	114,1	3,4	7,2	573	72,5	46	48
	45	42,6	137,7	3,2	6,9	461	66,6	50	43
	55	50,5	172,2	3,1	6,6	400	60,2	51	41
120	15	16,5	66,9	4,1	13,5	1152	85,6	49	56
	25	25,5	105,1	4,1	10,5	788	75,3	49	56
	35	34,5	127,3	3,7	8,5	594	70,1	50	48
	45	43,5	155,3	3,6	8,8	494	56,4	56	42
Схема посадки - двухстрочная									
40	25	21.5	72.2	3,36	8,9	712	80,0	48	44
	35	30,5	96,4	3,2	8.5	557	65.5	53	37
	45	39,0	118,2	3.0	7.9	464	58,5	56	32
	55	48.0	143.5	3.0	7,4	385	51,8	61	24
80	25	24,0	84,7	3,5	10,8	770	71,3	45	49
	35	32,0	108,5	3.4	10,2	619	60,7	51	41
	45	41,0	137,8	3,4	9,5	505	53,2	55	36
	55	49,5	162,9	3,3	9,0	426	47,3	63	26
120	15	15,0	62,0	4,1	12,5	1266	101,3	46	52
	25	24,5	92,6	3,8	11,4	869	76,2	51	46
	35	33,5	117,6	3,5	10,2	663	65,0	57	37
	45	42,5	148,3	3,5	9,1	524	57,6	60	32

При ее повышении увеличивалось количество стеблей на 1 га и, независимо от весовых характеристик посадочных клубней, снижалось количество и масса клубней в кусте, масса 1 клубня, масса крупных клубней и увеличивался выход семенной фракции. Рост урожайности за счет увеличения нормы посадки клубней наблюдался до определенного уровня густоты стояния растений. Зависимость продуктивности картофеля от плотности стеблестоя на сорте Луговской при однострочной схеме посадки

показана на рисунке 2. Наиболее высокий урожай на сорте Луговской сформировался при густоте стеблестоя 150 тыс. стеблей на 1га. Дальнейшее увеличение плотности стеблестоя при однострочной схеме посадки привело к снижению урожайности картофеля.

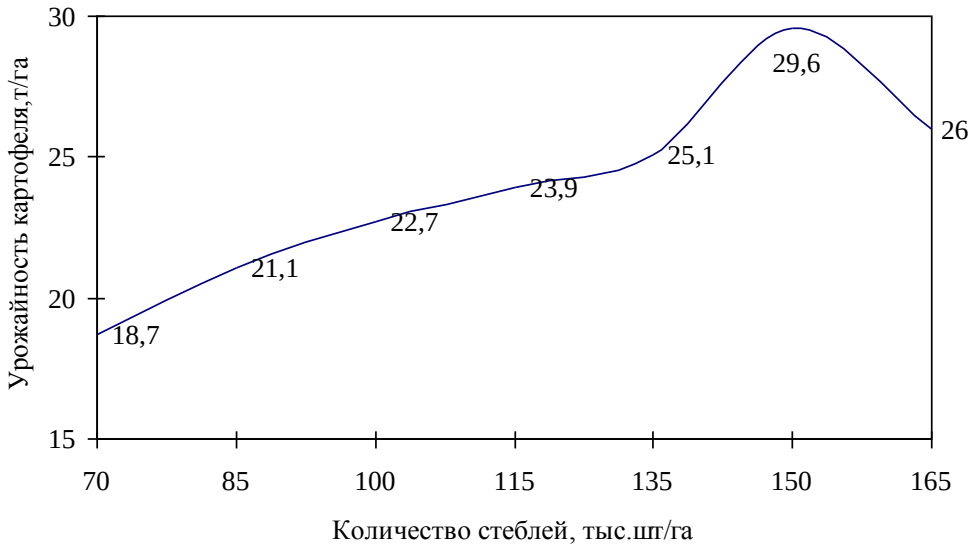


Рис. 2. Урожайность картофеля в зависимости от количества стеблей (сорт Луговской, 1991-1992гг.)

Для того, чтобы сделать окончательные выводы о наиболее эффективных нормах посадки картофеля при однострочной схеме размещения растений на грядах был проведен экономического анализ полученных результатов исследований и структуры затрат на выращивание картофеля. Прежде всего, по мере роста весовой нормы посадки картофеля существенно возрастает ресурсоемкость выращенного картофеля, расход семян на производство 1 т картофеля по вариантам опыта увеличивался почти в 4 раза – с 54,1 до 197,4 кг.

Таблица 4 –Динамика изменения стоимости семян в зависимости от весовой нормы посадки и удельный вес семян в структуре затрат на производство картофеля

Норма посадки тыс. шт/га	Расстояние между клубнями, см	Средняя масса посадочных клубней, г		
		40	80	120
20	35,7	12,0/20,4	24,0/32.0	36,0/39,5
30	23,8	18,0/26,6	36.0/39,4	54,0/46,8
40	17,8	24,0/31,5	48,0/44,9	72,0/52,0
50	14,3	30,0/35,8	60,0/49,1	90,0/55,7

Примечание: числитель – стоимость посадочных клубней, тыс. руб/га;
знаменатель – % затрат на семена в структуре производственных затрат;
цена семян – 15,0 руб/кг.

Расчеты показали, что в зависимости от размера клубней и нормы посадки (от 20 до 50 тыс. клубней на 1 га) весовая норма посадки изменялась от 0,8 до 6,0 т на 1 га, стоимость посадочного материала, при наиболее дешевой цене семян – 15 руб. за 1 кг, увеличивается с 12,0 до 90,0 тыс. руб.

на 1 га, а удельный вес семян в структуре затрат возрастает с 20,4 до 55,7%. Прямые затраты на выращивание картофеля в расчете на 1 га при этом увеличивались с 49,1 до 135,4 тыс. га, а в расчете на 1 ц продукции с 304 до 442 руб. (таблицы 4-5).

Таблица 5 – Динамика прямых затрат на производство картофеля в зависимости от массы клубней и нормы их посадки

Норма посадки тыс. шт/га	Расстояние между клубнями, см	Средняя масса посадочных клубней, г		
		40	80	120
20	35,7	49,1/331	62,4/345	75,9/348
30	23,8	56.5/291	76,2/332	96,0/354
40	17,8	63,6/279	89,1/365	115,3/400
50	14,3	69,9/304	101,7/412	134,5/442

Примечание: числитель – затраты на 1 га , тыс.руб.; знаменатель – затраты на 1 ц продукции, руб.

Наиболее низкие издержки на производство 1 ц клубней и наиболее высокий условно чистый доход с 1 га при грядово-однострочной технологии выращивании картофеля были получены при использовании на посадку клубней с массой 40 граммов и норме посадки 40 тыс. кустов на 1га – соответственно 279 руб. на 1ц и 82,3 тыс/руб. с 1 га (таблица 6). При массе посадочных клубней 80 и 120 граммов лучшие показатели по этим критериям были получены при норме посадки 30тыс. кустов/га.

Таблица 6 – Влияние массы посадочных клубней и нормы посадки на условно чистый доход, тыс. руб. с 1 га

(сорт Луговской, среднее за 2 г., товарность 80%, цена товарного картофеля 8000руб./т)

Норма посадки тыс. шт/га	Расстояние между клубнями, см	Средняя масса посадочных клубней, г		
		40	80	120
20	35,7	45,9	53,4	63,6
30	23,8	67,6	70,3	77,4
40	17,8	82,3	67,0	70,0
50	14,3	77,3	56,4	60,0

Таким образом, высокопродуктивные посадки среднеранних и среднеспелых сортов картофеля при однострочной широкорядной схеме посадки на грядах (140 x t) должны на 1 га иметь 150-160 тыс. стеблей. При формировании оптимальной плотности стеблестоя необходимо учитывать, прежде всего, сортовые особенности, среднюю массу и качество посадочных клубней. Количество ростков и стеблей на посадочных клубнях рекомендуется определять для каждого сорта и каждой партии семенного картофеля путем отбора образцов, проверочного проращивания клубней и подсчета на них числа проросших почек для последующей корректировки нормы посадки семенных клубней. Необходимая густота стеблестоя достигается при норме посадки 30-40 тыс. клубней на 1 га и среднем количестве стеблей в 1 кусте – 4-5 штук.

УДК 631.51: 633.49

ОБРАБОТКА ОСУШАЕМОЙ ПОЧВЫ ПРИ ГРЯДОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Митрофанов Ю.И., к.с.-х.н., **Анциферова О.Н.**, к.с.-х.н., **Лукьянов С.А.**
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель»,г.Тверь, Россия

Проблемы выращивания картофеля на осушаемых минеральных землях Нечерноземной зоны, во-многом, связаны с их неблагоприятным физическим состоянием, со сложной структурой и пестротой почвенного покрова, пространственным варьированием гидрологических режимов, с необходимостью дифференцированного решения задач по устранению избыточного увлажнения почвы, которое и после осушения продолжает, в той или иной степени, оказывать негативное влияние на водно-воздушный, тепловой, пищевой режимы отдельных мелиорированных территорий, сроки наступления физической спелости в весенний период, на рост и развитие растений, урожайность картофеля и качество клубней. В устранении этих проблем большое значение имеет размещение картофеля в адаптивно организованных и агроэкологически сбалансированных севооборотах, правильный выбор технологических участков, соответствующих по агрохимическим и агрофизическим критериям почвенного плодородия биологическим требованиям картофеля, применение приемов и способов адаптивной агромелиорации, направленных на оптимизацию водно-воздушного режима почвы. Как показали наши многолетние исследования, на осушаемых землях наиболее значительным адаптивным ресурсом обладает технология, при которой картофель выращивается на грядах. Растения на гряде располагаются в две строчки по схеме (110 х 30) х t см. Посадка осуществляется сажалками с двухдисковыми сошниками конструкции ВНИИМЗ, которые образуют на гряде для семенных клубней двухканальное ложе с разделяющим посадочные линии гребнем. Нарезка гряд и ухода за посадками на первом этапе проводились переоборудованными культиваторами КРН–4,2 и КРН–5,6 с установкой на них специальных комплектов рабочих органов.

Гряды, по сравнению с гребнями, позволяют поддерживать в почве более устойчивый водно-воздушный и температурный режимы; растения на грядах лучше защищены от переувлажнения почвы и фитофтороза, а клубни от повреждения колесами тракторов. На грядах появляются возможности для более эффективного контроля сорной растительности агротехническими приемами – за счет интенсивного объемного окучивания, рыхления откосов гряд вплоть до полегания ботвы картофеля, а также плотного размещения растений картофеля в ленте. Преимущества грядовой технологии проявляется в повышении производительности труда и энергетической эффективности возделывания картофеля, в более высоком выходе условно чистого дохода, снижении ресурсоемкости и себестоимости выращенной продукции.

Исследования показали также, что грядовая форма поверхности создает дополнительные возможности для дальнейшей модернизации технологии выращивания картофеля. Особый интерес представляет усовершенствованная система обработки почвы. Исследования в этом направлении проводились во ВНИИМЗ на дерново-подзолистых глееватых легкосуглинистых и супесчаных почвах, осушаемых закрытым гончарным дренажем. Расстояние между дренами 18-22м, глубина заложения дрен 0,9-1,2м. Предшественником картофеля в севообороте были зерновые культуры.

Весь комплекс приемов механической обработки почвы, применяемых при выращивании картофеля и представляющих собой целостную систему по времени их проведения и решаемым задачам, был подразделен на 3 блока: приемы основной (осенней) обработки почвы, предпосадочной (весенней) и приемов ухода за посадками картофеля.

Изучение приемов основной обработки почвы (осенней) проводись в 8 полевых опытах на 3-х объектах мелиорации при гребневой и грядовой технологиях. Изучалась возможность замены средней по глубине обработки почвы под картофель (обычная вспашка) на мелкую или глубокую в системе зяблевой обработки почвы. Результаты исследований показали, что замена вспашки почвы под картофель на дискование или лемешное лущение на глубину 8-12 см на легких по гранулометрическому составу почвах при обеих технологиях выращивания не вызывает существенных изменений в его урожайности. При гребневой технологии урожайность картофеля по вспашке в среднем составила 26,3 т/га, по лемешному лущению или дискованию 25,8 т/га, при грядовой – 24,3 и 24,9 т/га, соответственно. Аналогичные результаты дает замена вспашки на 20-22 см чизелеванием на такую же глубину.

Глубокая обработка почвы (28-32см) в системе зяблевой обработки была более эффективной при гребневой технологии – увеличение урожая картофеля составило 1,5 т/га. На контроле урожайность оставила 25,8 т/га, по глубокой обработке – 27,3 т/га. В двух опытах прибавка урожая доказывается математически. В опытах с грядовой технологией положительное влияние глубокой осенней обработки почвы на урожайность картофеля сохраняется в виде устойчивой тенденции. Различия между вариантами, в среднем по двум опытам, находятся в пределах ошибки опыта (таблица 1).

По отношению к приемам предпосадочной обработки почвы технологии также несколько различались. Если при гребневой технологии эффекта от глубокой предпосадочной обработки почвы, по сравнению с перепашкой на 16-18 см, получено не было, то при грядовой технологии предпосадочное рыхление почвы на глубину 28-30см обеспечивало устойчивую прибавку урожая на уровне 6-8%, по сравнению с перепашкой, независимо от способа основной (осенней) обработки почвы (рис.1).

Таблица 1 – Влияние приемов основной обработки почвы на урожайность (т/га) картофеля (предшественник – зерновые культуры)

Объект мелиорации	Годы исследований	Приемы основной обработки почвы			$НСР_{05}$ т/га
		Вспашка на 20-22 см (контроль)	Вспашка плугом с вырезными корпусами на 28-32 см	Лемешное лущение или дискование на 8-12 см	
Гребневая технология					
"Терехово"	1970-1976	25,6	27,3	25,1	1,6
"Украина"	1981-1983	31,1	33,1	30,7	1,6
	1982-1984	21,0	21,4	19,8	1,4
"Губино"	1988-1989	27,7	-	30,1 (30,3)	2,7
Среднее по3/4 опытам		25,8 / 26,3	27,3 / -	25,2 /25,8	
К контролю: ±		-	+1,5 / -	- 0,6 / -0,5	
Грядовая технология					
"Украина"	1982-1984	21,7	22,2	21,5	1,4
"Губино"	1987-1989	21,0	22,9	21,6 (21,6)	1,5
"Губино"	1988-1989	29,2	-	32,1 (30,3)	1,8
"Губино"	1986	32,7	-	32,5 (33,3)	2,3
Среднее по 2/4 опытам		21,3 / 24,3	22,6 / -	21,5 /24,9	
К контролю: ±		-	+ 1,3 / -	+0,1 / +0,6	1,4
Среднее по 5/8 опытам		24,3 / 25,4	25,8 / -	23,9 /25,4	1,8
К контролю: ±		-	+ 1,5 / -	- 0,4 / 0	

Примечание: в скобках – чизелевание на 20-22см; предпосадочная обработка – вспашка на 20-22см или безотвальное рыхление на 28-30см + культивация на глубину 8-10см

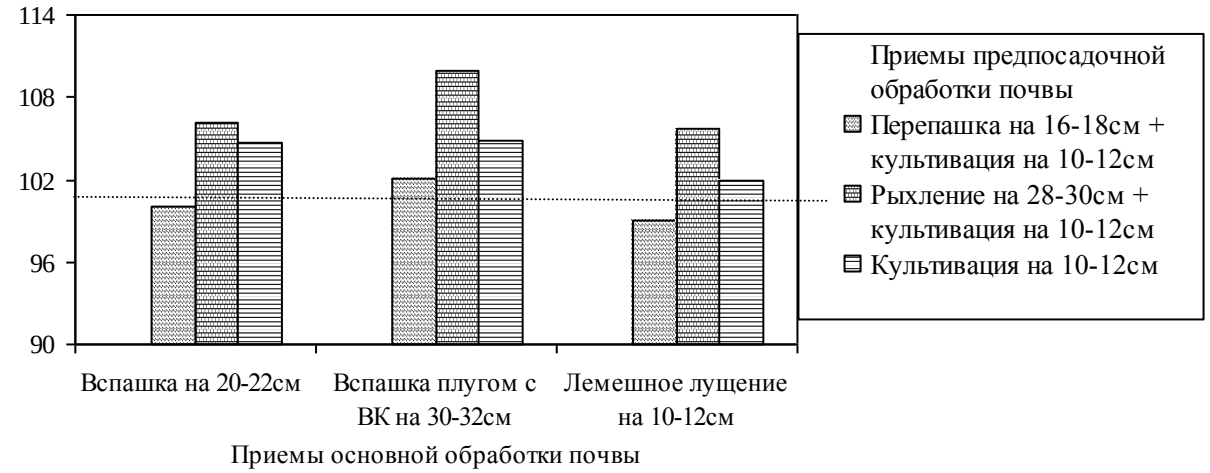


Рис.1. Влияние приемов обработки почвы на урожайность картофеля при грядовой технологии выращивании, в % к контролю

Таким образом, при грядовой технологии выращивания картофеля обычная вспашка в качестве приема основной обработки почвы, при размещении картофеля в севообороте после зерновых культур, может быть успешно заменена на менее энергоемкие приемы – лемешное лущение или дискование на 8-12см, чизелевание на 18-22 см. На предпосадочной обработке почвы более высокие и устойчивые урожаи картофеля, по сравнению

со вспашкой, обеспечивает безотвальное рыхление почвы на 28-30см в сочетании с дополнительной культивацией на глубину 10-12см. Возможна замена весенней вспашки культивацией на глубину 10-12см.

Принципиально новая схема обработки почвы, по сравнению с традиционной, была применена в улучшенном варианте грядовой технологии возделывания картофеля. Для этого было разработано специальное комбинированное почвообрабатывающее орудие (грядоделатель-глубокорыхлитель), позволяющее проводить весь комплекс механических обработок при возделывании картофеля на грядах: рыхление почвы на глубину до 40 см, нарезку и формирование гряд, уход за посадками картофеля. Орудие разработано в двух вариантах: в одногрядовом исполнении – ГУН-1 и трехгрядовом – ГУН-3. В опытах замена обычной технологии обработки почвы на новую с применением комбинированного агрегата увеличивала урожайность картофеля на 2,7-3,8 т/га или на 8,2-14,1%, как с весенней, так и осенней нарезкой гряд (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность картофеля при разных системах обработки почвы, т/га

Приемы обработки почвы		Урожайность, т/га	Прибавка урожая			
			к контролю:		от рыхления	
осенью	весной		+	%	+	%
Вспашка на 20-22см	Сплошное рыхление на 28-30см - культивация - нарезка гребней (контроль)	25,8 30,9	- 	100,0 100,0	- 	-
То же	Сплошное рыхление на 28-30см - культивация - нарезка гряд	27,7 32,9	+1,9 +2,0	107,3 106,5	-	100,0 100,0
	Культивация – нарезка гряд комбинированным агрегатом с полосным рыхлением почвы под грядой на 38-40 см	31,0 35,6	+5,2 +4,7	120,1 115,2	+3,3 +2,7	111,9 108,2
То же + нарезка гряд	Сплошное рыхление на 28-30см - культивация - нарезка гряд	26,9 32,0	+1,1 +1,1	104,3 103,6	-	100,0 100,0
	Обработка гряд комбинированным агрегатом с полосным рыхлением почвы под грядой на 38-40 см	30,7 35,1	+4,9 +4,2	119,0 113,6	+3,8 +3,1	114,1 109,7
Вспашка на 20-22см, нарезка гряд, полосное рыхление на 38-40см	Сплошное рыхление на 28-30 см - культивация - нарезка гряд	28,0	+2,2	108,5	-	100,0
	Обработка гряд комбинированным агрегатом с полосным рыхлением под грядой на 38-40 см	29,3	+3,5	113,5	+1,3	104,6

$НСР_{05}$, т/га 2,4

Примечание: числитель – среднее за 3 года, знаменатель – за 5 лет;
вар. 6 и 7 - в среднем за 3 года.

Прибавки урожая на вариантах с грядовой технологией, по сравнению с гребневой (контроль), под влиянием усовершенствованной системы

обработки почвы увеличились более чем в 2 раза и составили 4,2-5,2 т/га или 13,6-20,1%, вместо 6,5-7,3% при обычной обработке почвы. Следует отметить, что полосное рыхление совмещенное с осенней нарезкой гряд было менее эффективным. Прибавка урожая по сравнению с весенними вариантами полосного рыхления снизилась более, чем в 2 раза и составила 2,2 т /га, а по сравнению со вторым контролем (обычная технология обработки при возделывании на грядах) прибавка практически отсутствовала. Двукратное полосное рыхление (осенью и весной) под грядой преимущества перед одним весенним также не имело – прибавка составила 3,5 т/га картофеля или на 1,4-1,7т/га меньше. Преимущество лучших вариантов новой системы обработки осушаемой почвы под картофель при грядовой технологии его выращивания заключаются в совмещении технологических операций (рыхление подпахотного слоя и нарезка гряд), сокращении количества проходов тракторов по полю, в повышении эффективности глубокого предпосадочного рыхления почвы и урожайности картофеля.

Дальнейшие исследования показали, что на осушаемых легкосуглинистых и супесчаных почвах, сформированных на маломощных и среднемощных двучленах, глубину рыхления почвы под грядой можно ограничить 28-30см (рис.2).

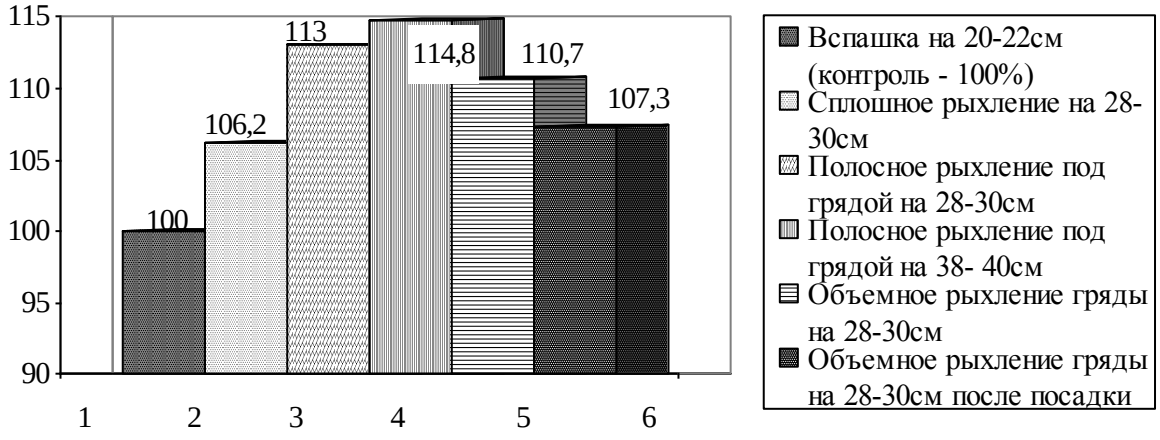


Рис.2. Влияние способов предпосадочного рыхления почвы на урожайность картофеля, в % к контролю

Заключение

В условиях северо-западной части Центрального района Нечерноземной зоны для выращивания картофеля на осушаемых закрытым дренажем почвах легкого механического состава лучше всего приспособлена грядово-ленточная технология его возделывания, прежде всего ее усовершенствованный вариант, который включает ресурсосберегающую систему обработки почвы, ленточное рыхление и внесение удобрений на планируемый урожай, комплексную подготовку полей с осени (в т.ч. с осенней нарезкой гряд) и др. Возделывание картофеля на грядах обеспечивают более благоприятные условия для роста и развития растений, позволяет эффек-

тивнее использовать ландшафтные и почвенные особенности осушаемых почв, удобрения, биологические и материально-технические ресурсы и другие факторы интенсификации, является эффективным приемом повышения его урожайности, товарности, производительности труда и улучшения экономических показателей в картофелеводстве.

Переход на грядовую технологию выращивания картофеля позволяет, используя специальное комбинированное почвообрабатывающее орудие (грядоделатель-глубокорыхлитель), принципиально изменить систему обработки почвы, сократить общее количество технологических операций и повысить эффективность глубокого рыхления почвы. Замена традиционной обработки почвы на новую с применением комбинированного агрегата увеличивало урожайность картофеля на 2,7-3,8 т/га или на 8,2-14,1%, как с весенней, так и осенней нарезкой гряд.

УДК 631.81:631.445:635.2

БАЛАНС АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ В ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ ПОД ОСНОВНЫМИ ОВОЩНЫМИ КУЛЬТУРАМИ

Рабинович Г.Ю., д.б.н., профессор, **Широкова Е.В.,** к.с.-х.н.,
Анциферова О.Н., к.с.-х.н.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», г. Тверь, Россия

Анализ баланса элементов питания в агроэкосистеме позволяет оценить эффективность применяемых систем удобрений, обоснованность выбранных норм под каждую культуру, направленность изменения почвенного плодородия. Оценка отдельных статей баланса должна помогать планировать урожайность сельскохозяйственных культур более обоснованно, повышать эффективность применения удобрений**,** способствовать сохранению плодородия почв.

В работе представлен материал по выносу из торфяной почвы элементов питания с основной и побочной продукцией овощных культур и оценке хозяйственного баланса азота, фосфора и калия при разных нормах внесения удобрений.

Исследования проводились на торфяной низинной почве, сформированной на осоково-древесном торфе в центральной части Яхромской поймы, используемой в сельскохозяйственном производстве более 70 лет. По классификации почв России 2004 года эти почвы отнесены к торфоземам.

Полевые опыты закладывались в системе овоще-кормовых севооборотов и пропашном поле, где овощное звено следовало после многолетних трав; однолетнего люпина и чередования овощных культур. Настоящая работа представлена результатами, полученными в овощном звене овоще-кормового севооборота с многолетними травами:

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.

При разработке систем удобрений планировалось получение следующих урожаев овощных культур: капусты – 80 т/га, моркови – 70 т/га, столовой свеклы, соответственно, 60 т/га. Использовались нормы NPK-удобрений, эмпирически подобранные для каждой культуры (условно оптимальная норма – вар. 2), и две расчетные дозы. Одна рассчитывалась на положительный баланс калия (вар. 6), величина, которого определялась выносом этого элемента основной и побочной продукцией планируемого урожая, другая (вар.5) – учитывала осенние запасы обменного калия в почве и коэффициенты использования этого элемента из почвы и удобрений. Дополнительно были введены: контроль без внесения удобрений (вар.1), использование фосфорно-калийных удобрений (вар. 3), а также вариант 4, с повышенной долей азота в составе NPK-удобрений (табл. 1).

Таблица 1 – Приходные и расходные статьи баланса элементов питания под овощными культурами

№ вариантов	Внесено удобрений, кг/га по д.в.			Урожай основной (1) и побочной продукции (2), т/га		Вынос основной продукцией, кг/га			Вынос побочной продукцией, кг/га		
	N	P	K	1	2	N	P	K	N	P	K
Капуста											
1	0	0	0	25,3	17,2	48,7	12,3	70,8	40,2	12,0	45,4
2	60	90	240	57,6	23,8	61,4	19,1	131,5	42,4	18,3	77.7
3	0	90	240	41,4	21,8	42,8	19,6	104,9	40,8	20,6	47,9
4	120	90	240	68,7	25,6	83,3	26,9	159,5	58,4	20,2	97,7
5	45	70	180	56,2	22,9	76,4	21,7	134,3	43,9	17,3	86,6
6	70	100	270	67,2	28,4	79,1	27,5	164,7	47,6	23,9	97,1
Морковь											
1	0	0	0	20,6	20,0	58,6	22,9	188,6	58,0	14,9	108,6
2	70	100	250	53,5	24,6	75,6	40,1	324,9	74,8	22,9	253,4
3	0	100	250	44,8	26,7	68,6	40,7	336,8	53,8	22,4	267,9
4	90	100	250	53,7	27,9	84,7	38,9	299,1	72,6	20,0	193,1
5	17	25	60	52,6	24,0	64,9	29,0	165,6	70,7	21,5	210,3
6	80	120	300	53,0	28,2	83,7	43,3	263,5	73,8	24,5	269,8
Столовая свекла											
1	0	0	0	20,6	35,0	49,0	8,8	73,6	73,1	13,3	99,2
2	100	120	300	53,5	54,6	109,2	38,3	263,8	86,2	30,6	262,0
3	0	120	300	44,8	41,6	88,7	36,0	220,8	72,7	22,9	220,1
4	150	120	300	53,7	68,4	120,5	36,7	248,4	135,1	37,2	270,2
5	87	105	250	52,6	60,2	115,8	33,3	227,1	128,8	32,7	209,6
6	135	160	400	53,0	53,0	123,6	39,7	290,0	129,8	33,3	313,9

Расчет норм удобрений на положительный баланс калия был связан с тем, что в валовом составе торфяных почв изначально содержание именно

этого элемента было минимальным (0,1-0,3%). Кроме того, овощное звено севооборота представлено калиелюбивыми культурами. Вынос калия урожаем этих культур в несколько раз превышает вынос азота и фосфора.

Исследованиями установлено, что вынос основных элементов питания овощными культурами повышался при увеличении доз удобрений и ростом урожайности овощных культур. Вынос калия возрастал при отсутствии в системе удобрений азота (фосфорно-калийный вариант) и снижался при включении азота в состав удобрений и увеличении его доли.

Максимальный вынос калия биологическим урожаем капусты и столовой свеклы, соответственно, 261,8 и 603,9 кг/га, был отмечен при внесении нормы удобрений, рассчитанной на положительный баланс калия при формировании урожая кочанов 67,2т/га и корнеплодов свеклы 53,0т/га. Необходимо отметить, что урожай на этих вариантах был не самым высоким. Для моркови максимальная величина выноса калия отмечена при внесении фосфорно-калийных удобрений (вар.3), соответственно, 604,7кг/га при урожайности корнеплодов 44,8т/га, самой низкой урожайности этой культуры при внесении удобрений.

В целом по опыту при внесении NPK-удобрений урожай составил: для капусты 56,2-68,7 т/га кочанов, корнеплодов моркови 53,3-53,7 т/га, столовой свеклы 52,6-53,7 т/га. Самая низкая урожайность при внесении удобрений отмечена на фосфорно-калийном варианте, соответственно, 41,4 т/га для капусты и 44,8 т/га для моркови и столовой свеклы, что свидетельствует о необходимости внесения азотных удобрений под овощные культуры на длительно используемых мелиорированных торфяных почвах.

Эти данные говорят о том, что нами были завышены планируемые урожаи овощных культур и, соответственно, нормы внесения удобрений. Указанный выше уровень урожаев для каждой культуры достижим только при очень благоприятных погодных условиях (солнечном и теплом вегетационном периоде).

Нами установлено, что с послеуборочными остатками овощных культур в почву поступает значительное количество элементов питания, которые освобождаются после их разложения.

С побочной продукцией капусты в почву приходит 40,2-58,4 кг азота, 12,0-23,9 кг фосфора и 45,4-117,9 кг калия. С ботвой моркови в пахотный горизонт соответственно поступает 58,0-74,8 кг азота, 14,9-24,0 кг фосфора и 108,6-269,8 кг калия. Благодаря послеуборочным остаткам свеклы в почве остается 71,3-129,8 кг азота, 13,3-37,2 кг фосфора и 99,2-313,9 кг калия.

При внесении NPK-удобрений баланс по азоту складывался отрицательно, с интенсивностью для капусты59-98%, моркови 26-96%, свеклы 75-92%, за исключением вариантов с внесением повышенной дозы азотных удобрений. Здесь баланс был положительным, с интенсивностью для указанных культур, соответственно, 144, 106 и 125%. Для столовой свеклы отмечен положительный баланс азота при внесении повышенной нормы

удобрений, рассчитанной на положительный баланс калия, при интенсивности 109% (табл.2).

Таблица 2 – Баланс элементов питания под овощными культурами

Внесено удобрений, кг/га по д.в.			Баланс, кг/га, при выносе с поля:					
			биологического урожая			основной продукции		
N	P	K	N	P	K	N	P	K
Капуста								
0	0	0	-88,9	-24,3	-116,2	-48,7	-12,3	-45,4
60	90	240	-43,8	52,6	30,8	-1,4	70,9	108,5
0	90	240	-83,6	49,8	17,2	-42,8	70,4	135,1
120	90	240	-21,7	42,9	-17,2	36,7	63,1	80,5
45	70	180	-75,3	31,0	-40,9	-31,4	48,7	45,7
70	100	270	-56,7	48,6	8,2	-9,1	72,5	105,3
Морковь								
0	0	0	-116,6	-37,8	-297,2	-58,6	-22,9	-188,6
70	100	250	-80,4	37,0	-328,3	-5,6	59,9	-74,9
0	100	250	-122,4	36,9	-354,7	-68,6	59,3	-86,8
90	100	250	-67,3	41,1	-242,2	5,3	61,1	-49,1
17	25	60	-118,6	-25,5	-315,9	-47,9	-4,0	-105,6
80	120	300	-77,5	52,7	-233,5	-3,7	76,7	36,5
Столовая свекла								
0	0	0	-120,3	-22,1	-172,8	-49,0	-8,8	-73,6
100	120	300	-95,4	51,1	-293,8	-9,2	81,7	36,2
0	120	300	-161,4	61,1	-140,9	-88,7	84,0	79,2
150	120	300	-105,6	46,1	-218,6	29,5	83,3	51,6
87	105	250	-157,6	39,0	-186,7	-28,8	71,7	22,9
135	160	400	-118,4	87,0	-203,9	11,4	120,3	110,0

Отрицательный баланс по азоту является нормальным для торфяных почв, так как при минерализации органического вещества торфа, этот элемент освобождается в виде подвижных соединений и усваивается растениями.

Баланс фосфора под всеми культурами при внесении удобрений положительный, за исключением варианта 5 на моркови. Интенсивность баланса этого элемента составила значительные величины: при выращивании капусты 323-471%, моркови 246-277%, свеклы 313-403%, что связано с малой подвижностью соединений фосфора.

Для капусты и столовой свеклы баланс калия складывался положительно с интенсивностью 134-229% и 110-138%. Для моркови отмечен отрицательный баланс калия с интенсивностью 36-77%, что связано с избыточным поглощением растениями элементов питания, в том числе калия, и накоплении их в продукции. При внесении повышенной нормы минеральных удобрений (вар.6), баланс калия на моркови стал положительным, с интенсивностью, равной 114%, хотя внесение таких норм минеральных удобрений нельзя считать эффективным.

Анализ баланса элементов питания и его статей помог нам установить, что с послеуборочными остатками овощных культур в почву поступает значительное количество элементов питания, которые освобождаются после их разложения. Поступающее количество азота, фосфора и калия в пахотный горизонт сопоставимо с внесением умеренных доз удобрений и в значительной мере компенсирует вынос питательных веществ урожаем основной продукции. Такое пополнение торфяной почвы питательными веществами является компенсирующим фактором, поддерживающим плодородие торфяных почв на высоком уровне.

Полученные данные помогли нам в дальнейшем оптимизировать системы удобрений под овощные культуры: пересмотреть соотношения элементов питания во вносимых удобрениях и уменьшить их нормы внесения без ущерба для урожая.

УДК 631.

ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ КМН И ОСУШАЕМЫХ АГРОЛАНДШАФТОВНЫХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ

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

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

Сердце России – Нечерноземье – зона, не знающая засух, почвы которой отзывчивы на внесение удобрений, как правило, гарантирует получение достаточного количества кормов, зерна, овощей. Мелиоративная политика в АПК России в настоящее время направлена на сохранение существующего фонда мелиорированных земель и повышение эффективности его использования, которое может быть осуществлено только на основе глубокого изучения влияния ландшафта на продуктивность культур.

Зная закономерности пространственной и временной пестроты урожайности культур, а также других факторов биопродуктивности агроландшафта, можно определять территориально-экологические ниши, максимально пригодные для их выращивания. Полученные знания позволяют разрабатывать оптимальные технологические схемы возделывания культур, способствующие повышению продуктивности и устойчивости посевов. Размещая посевы в наиболее благоприятных для культуры местах можно управлять биопродуктивностью ландшафта. Это влечет за собой разработку целого шлейфа технологий, максимально адаптированных к ландшафтным условиям. Кроме того, это позволит прогнозировать поведение культур в местоположениях, интересующих сельхозпроизводителя, а также регулировать продукционный процесс путем воздействия на лими-

тирующие факторы, т. е. перейти к программированию урожайности культур и продуктивности агроландшафта в целом.

Озимая рожь в НЗ – это гарант получения продовольственного и фуражного зерна, это великолепный предшественник для многих культур, это «санитарный очиститель» почвы с использованием на сидерат при дефиците органических удобрений. Изучение влияния на ее урожайность агроландшафтных условий и органических удобрений является актуальной задачей, решение которой позволит оптимизировать процессы ее выращивания в мелиорированном агроландшафте. Результаты подобного исследования изложены в данной работе.

Методика. Ландшафтный стационар ВНИИМЗ находится в 4 км к юго-востоку от г.Твери, достаточно подробно описан в литературе [1, 2]. Он расположен в пределах средневысотного конечно-моренного холма московского возраста, с относительной высотой 15м. Территория севооборота представляет собой урочище конечно-моренной гряды отражающая около 50% типичных ландшафтов Тверской области и 25% ЦНЗ РФ.

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

Ландшафтное картирование полигона позволило выделить следующие агромикроландшафты (АМЛ): элювиально-аккумулятивные (Э-А), расположенные в пределах слабодренированного водораздела; элювиально-транзитные (Э-Т), занимающие слабодренируемые водоразделы; транзитные (Т), находящиеся на пологих склонах; транзитно-аккумулятивные (Т-А), занимающие межхолмные депрессии.

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

Трансекта состоит из ряда параллельных полос, каждая из которых занята одной из культур зернотравяного севооборота. Ширина каждой полосы 7,2м, длина 1300м, площадь около 1га. В пределах полосы, засеянной одной культурой, технологические воздействия однотипны. Измерения по-

казателей продуктивности посевов и параметров ландшафтной среды проводились в точках опробования на расстоянии 40 м друг от друга.

Исследования проводились на двух полях, засеянных в 2013 году яровой пшенице сорта «Иргина», в 2014 – яровым рапсом на сидерат, в 2015 – озимой рожью сорта «Дымка». На контрольной полосе удобрения не вносились, а на тестовой под пшеницу было внесено 12т/га компоста многоцелевого назначения (КМН), в массе которого содержалось 300 кг азота, 180 кг фосфора и 120 кг калия.

В контрольном поле на растения озимой ржи сильное влияние оказывали условия транзитно-аккумулятивного варианта северного склона: посевы здесь изреживаются интенсивнее (самая низкая всхожесть и сохранность); также отмечена и наименьшая вегетативная масса растений (отставание в росте и развитии). В тестовом поле (после применения КМН) всхожесть семян была несколько ниже, чем в контрольном. Наиболее сильное влияние на растения озимой ржи отмечено на северном склоне в транзитном и транзитно-аккумулятивном вариантах: всхожесть после КМН здесь составила 61,2-62,2 %, что на 15,8-14.8 % ниже среднего. В тоже время вегетативная масса растений после была КМН выше, чем в контрольном поле по всем срокам отбора.

В целом в 2014-2015 годах условия для произрастания озимой ржи складывались весьма благоприятно. Средний урожай составил 2,64 т/га в контрольном поле, в элювиально-аккумулятивном варианте отмечено падение урожая на 8,% (до 2,43 т/га).

Прибавка урожая от последействия КМН составила в среднем по опыту 0,35 т/га зерна. Лучшие условия для этой культуры складывались в верхних частях рельефа на вариантах с элювиальными процессами, где прибавка составляла 10,0-19,4 % от среднего по тестовому полю.

Таблица – Урожайность озимой ржи в зависимости от агромикроландшафтных условий и последействия КМН, (т/га)

Вариант опыта АМЛ	Контрольное поле		Тестовое поле	
	т/га	% от среднего	т/га	% от среднего
Т-Аю	2,72	103,0	2,43	81,3
Тю	2,81	106,4	2,61	87,3
Э-Тю	2,54	96,2	3,29	110,0
Э-А	2,43	92,0	3,52	117,7
Э-Тс	2,62	99,2	3,57	119,4
Тс	2,72	103,0	2,62	87,6
Т-Ас	2,65	100,4	2,92	97,6
Среднее	2,64	100,0	2,99	100,0

Исследования показали, что внесение КМН и его последействие способствует увеличению продуктивности возделываемых культур севооборота. Оно во многом зависит от погодных условий, биологических особенностей возделываемых культур и агромикроландшафтных различий вариантов опыта.

Последействие применения КМН положительно сказалось на структуре урожая озимой ржи: в среднем по вариантам плотность продуктивного стеблестоя повысилась на 31 штуку с 1м^2, увеличилось число зерен в колосе на 4,3 штуки, масса 1000 зерен на 1,2г. На посевах озимой ржи на тестовом поле на транзите наблюдалась самая высокая плотность продуктивного стеблестоя, но при этом отмечено снижение массы 1000 зерен. А в транзитно-аккумулятивном АМЛ южного склона плотность продуктивного стеблестоя понизилась до 393шт/м^2 ,что явилось решающим фактором снижения урожайности зерна на данном варианте, при этом здесь же отмечено повышение озерненности колоса до 49,6 шт. и массы 1000 зерен до 36,0 г.

В контрольном поле отмечено снижение плотности продуктивного стеблестоя на вариантах южного склона (344 – 405 колосьев с м^2). При этом на транзитном АМЛ юга самая высокая озерненность колоса 43,3 шт. и масса 1000 зерен 34,4 г, что видимо, стало определяющим фактором высокой урожайности на данном варианте.

Оценка вариантов опыта на биоэнергетической основе позволяет: выявить эффективность использования биоклиматического потенциала, почвенных и антропогенных ресурсов в конкретных условиях; производить сравнение агроэкосистем разных уровней структурной организации и получать сопоставимые показатели их эффективности; прогнозировать характер и уровень использования природных и антропогенных ресурсов; определить наиболее целесообразные варианты систем земледелия и направленность воспроизводства почвенного плодородия.

Для оценки ресурсного потенциала отдельных видов осушаемых земель сопоставление вариантов с учетом различий, связанных с особенностями агроландшафтных условий, таких как крутизна склона, влажность, гранулометрический состав и плотность почвы, длина гона, а также различий по урожайности, влажности и засоренности убираемой массы, позволяет определить направление их использования.

При сравнении совокупных затрат на производство растениеводческой продукции с применением однотипной технологии в опыте, выявлено, что прямые затраты на производство продукции растениеводства связаны с урожайностью возделываемых культур, а также от удельного сопротивления почвы орудиям и агрегатам, длины гона.

При анализе экономических показателей при возделывании озимой ржи существенных различий по денежным вложениям на производство (прямые затраты) не отмечено, различия по вариантам составили 2,5-2,9% от среднего по опыту. Эти затраты связаны в большей степени от агромикроландшафтных особенностей вариантов: длины гона, угла склона, конфигурации участка и других различий, чем от урожая. А условно чистый доход и уровень рентабельности напрямую зависят от урожайности.

При оценке зависимости урожайности озимой ржи по вариантам опыта в последействии КМН в условиях 2015 года отмечена прибавка от

среднего на 0,3-0,58 т/га в элювиальных микроландшафтах (в верхних частях рельефа). Что в денежном выражении составляет 337,8-653,08 рублей с 1 га севооборотной площади (в ценах 2015 года).

Однократное применение КМН в дозе 12 т/га под яровую пшеницу в 2013 году повысило продуктивность этой культуры на 0,4 т/га к. ед. и оказало положительное влияние на последующую культуру – яровой рапс, прибавка на котором составила 1,63 т/га к. ед. В 2015 году отмечено влияние применения КМН и на озимой ржи так же получена прибавка 0,4т/га к.ед.

Экономическая оценка звена севооборота в контрольном и тестовом поле с применением КМН выявила прибавку по вариантам. Наиболее высокая выгода от применения КМН получена в верхних частях рельефа, т.е. на вариантах с элювиальными процессами. Условно чистый доход составил от 751 до 980 рублей с каждого гектара севооборотной площади в среднем за три года исследований (2013, 2014 и 2015 г.г.).

Библиографический список

1. Иванов Д.А. Создание ландшафтного полигона нового поколения /Е.М. Корнеева, Р.А. Салихов и др. //Земледелие. -1999. -№ 6. -С.15-16.
2. Иванов Д.А. Агрогеография. Учебное пособие. – Тверь, «Агросфера», 2010, - 244 с.

УДК 631.5 : 633.13 : 631.62

ГРЕБНИСТЫЙ ЛЕНТОЧНО-РАЗБРОСНОЙ СПОСОБ ПОСЕВА ОВСА 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»,г.Тверь, Россия

Многолетними исследованиями по возделыванию зерновых культур на профилированной поверхности, проведенными во Всероссийском НИИ мелиорированных земель, было установлено, что гребнистый ленточно-разбросной способ посева больше всего подходит для возделывания озимой ржи – растения лучше развиваются и зимуют, обладают более высокой продуктивностью [1-4]. Аналогичные результаты были получены на озимом тритикале. Для посева этим способом использовалась гребне-катковая сеялка СЗГК-3,6 (переоборудованная СЗ-3,6). Проблема эффективности гребнистого ленточно-разбросного способа при выращивании яровых зерновых культур и, прежде всего овса, связана с тем, что весной верхняя часть посевного слоя почвы (0-2см), 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 это-

го 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).

Оценка усовершенствованного ленточно-разбросного гребнистого способа посева в условиях 2015 года проводилась при наличии в момент посева пересохшей почвенной «пленки». Сухая погода после посева сохранялась в течение недели, т.е. условия для оценки эффективности действия специальных приспособлений были идеальными. Наблюдения показали, что всходы овса при посеве усовершенствованным вариантом гребнекатковой сеялкой (СЗГК-3,6У) появились, по сравнению с контролем (СЗ-3,6), раньше на 3-4 дня, а с СЗГК-3,6 – на 2 дня. На 15-ый день всхожесть семян овса на контроле составила 15%, посеве СЗГК-3,6 – 19,7, СЗГК-3,6У – 67,7%. Динамика появления всходов овса при разных способах посева показана на рисунке 1.

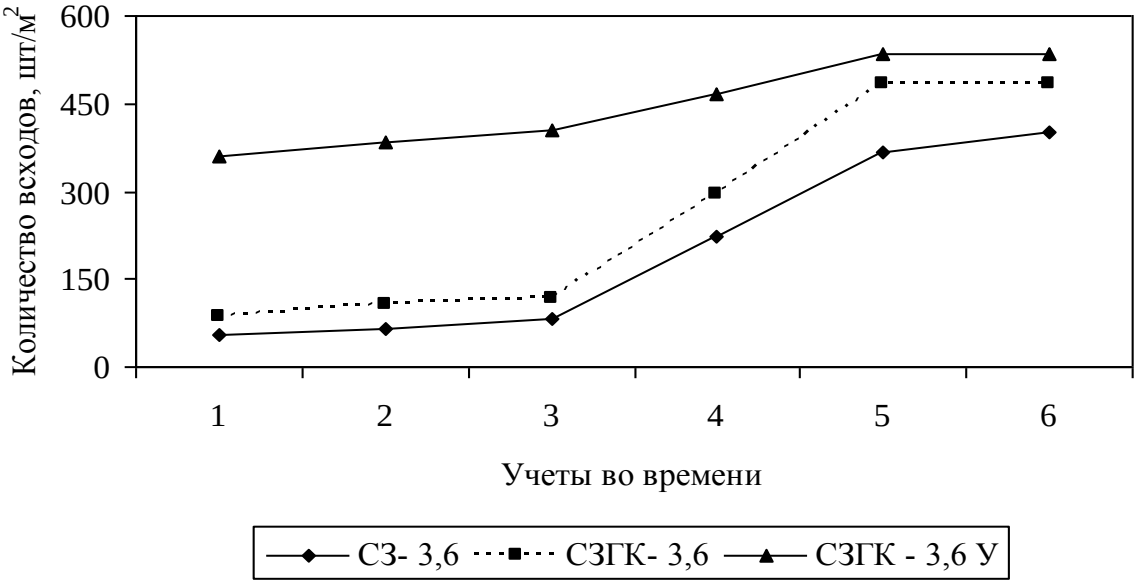


Рис.1. Влияние улучшенного способа посева на динамику всходов овса

На окончательные результаты полевой всхожести семян овса, на их растянутость во времени большое влияние оказали ливневые осадки, выпавшие в фазу начала появления всходов, которые привели к сильному заплыванию, уплотнению и переувлажнению посевного слоя почвы, прежде всего на контроле. Агромелиоративная роль гребнистой поверхности в этих условиях проявилась в быстром отводе избыточной влаги из зоны расположения семян и узла кущения и создании благоприятного водно-

воздушного режима в посевном слое почвы. На контроле влажность почвы в посевном слое (0-5 см) в фазу всходов составила 105% от НВ, на гребнистых посевах в гребешках она была в диапазоне оптимальных значений – 83-84% от НВ.

В результате полевая всхожесть семян на контроле составила 67,0%, при посеве СЗГК-3,6 – 81,0 и СЗГК-3,6У – 89,0 или на 8% больше (таблица 1). Следует отметить, что семена овса при посеве усовершенствованной сеялкой заделывались в почвы несколько глубже.

В последующие фазы развития растений (кущение и колошение) влажность почвы в гребешках была также более низкой, чем на контроле, что связано с более значительными потерями влаги из почвы и более высоким потреблением влаги более развитыми растениями на варианте с гребнистой поверхностью.

Таблица 1 – Биометрические показатели посевов овса в зависимости от способа сева

Способ посева, марка сеялки	Глубина заделки семян, см	Полевая всхожесть, %	Сохранность, %	Выживаемость, %
СЗ-3,6	3,6	67,0	83,0	56,0
СЗГК-3,6	3,6	81,0	76,0	62,0
СЗГК-3,6У	3,7	89,0	66,0	59,0

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 уменьшилась по массе сорняков, количеству и видовому составу. Действие гербицида на гребнистых посевах по влиянию на засоренность овса было более эффективным, что связано, видимо, с инфраструктурными особенностями размещения растений по площади при ленточно-разбросном способе посева. В целом засоренность посевов овса на всех вариантах опыта 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.

Посев усовершенствованным вариантом сеялки (СЗГК-3,6У) оказал существенное положительное влияние на биометрические показатели растений и фотосинтетическую деятельность посевов овса, урожайность и структуру урожая. Воздушно-сухая масса растений овса в фазу кущения при посеве СЗГК-3,6У увеличилась на 12,2%, площадь листьев – на 25,2%. Максимальная площадь листьев при посеве СЗГК-3,6У была больше, по сравнению с контролем – СЗГК-3,6, на 14,1%, ФПП – на 3,0%. При этом, такие показатели как сохранность и выживаемость растений на варианте с гребнистым усовершенствованным посевом ухудшились, что указывает на возможность снижения нормы высева семян при этом способе посева.

Фактическая урожайность овса на усовершенствованном варианте гребнистого ленточно-разбросного способа посева, по сравнению с первым контролем, увеличилась на 1,01т/га зерна, по отношению ко второму – на 0,45т/га, биологическая, соответственно, на 0,90 и 0,46 т/га. При посеве гребне-катковой сеялкой прибавка урожая, по сравнению с обычным рядовым посевом, сформировалась в основном за счет увеличения количества зерен в метелке – на 7,5-8,3 шт. или 19-21%. Улучшенный вариант гребнистого посева, по сравнению с неулучшенным (контроль-2) преимущество в урожайности сформировал за счет всех 3-х структурных элементов продуктивности растений (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность и структура урожая овса при разных способах посева

Вариант, марка сеялки	Показатели				
	Фактическая урожайность, т/га	Кол-во продуктивных стеблей, шт/м^2	Число зерен в метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, г/м^2
СЗ-3,6, контроль -1	3,04	279,5	39,5	32,4	357
СЗГК-3,6, контроль-2	3,60	269,0	47,0	31,7	401
СЗГК-3,6У	4,05	282,0	47,8	33,2	447

Таким образом, посев овса усовершенствованным вариантом гребне-катковой сеялки является эффективным приемом, позволяющим адаптировать технологию ленточно-разбросного способа посева к засушливым погодным условиям в период проведения посевных работ и повышенному увлажнению почвы после посева.

Библиографический список

1. Митрофанов Ю.И. О способах посева озимой ржи на осушаемых землях //Зерновое хозяйство. – 2006, №3. - С.10-14.
2. Митрофанов Ю.И. Озимая рожь на осушаемых землях Нечерноземной зоны (монография). г.Тверь: АгросферА, 2008. – 166 с.
3. Митрофанов Ю.И. Озимая рожь на осушаемых землях Верхневолжья //Аграрная наука Евро-Северо-Востока. - 2013, №5. - С.28-32.
4. 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.

631.53.01:635.1:631.445

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАМАЧИВАНИЯ СЕМЯН ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР ПРИ ИХ ВЫРАЩИВАНИИ НА ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ

Широкова Е.В., к.с-х.н., **Магарышкина Л.С., Михеева Т.В.**
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», г. Тверь, Россия

В последнее десятилетие произошло насыщение российского рынка удобрений и агрохимикатових новыми видами и формами, которые производители рекомендуют внедрять в технологии производства сельскохозяйственных культур, в том числе, овощных. Очень часто эти препараты предлагается использовать для предпосевной обработки семян и некорневых подкормок посевов. Появление на рынке России огромного ассортимента новых видов удобрений, регуляторов и стимуляторов роста, их активная реклама и применение отдельными производителями современных препаратов при выращивании овощных культур требует их срочной апробации (проверки эффективности и безопасности применения по сравнению с традиционными видами удобрений).

В своих исследованиях мы испытывали влияние предпосевной обработки семян современными удобрениями, регуляторами и стимуляторами роста на их посевные свойства. Предпосевная обработка проводилась в виде замачивания семян в растворах испытуемых препаратов на основе лабораторных и микро полевых опытов. Исследования проводились на сортах овощных культур отечественной селекции (белокочанная капуста сорт Московская поздняя, морковь сорт Нантская, столовая свекла сорт Бордо).

Биологическую эффективность замачивания семян в растворах изучаемых препаратов оценивали по изменению энергии прорастания, лабораторной и полевой всхожести семян. Кроме того, изучалась сохранность растений в течение первого месяца после появления всходов (капуста, морковь). Контролем служил вариант: «замачивание семян в воде». Дополнительно в опытах со столовой свеклой, а также для оценки эффективности замачивания семян при изучении полевой всхожести был введен вариант «посев сухими семенами».

Концентрации препаратов и время экспозиции семян в растворах определялись в соответствии с рекомендациями для каждого препарата. В опытах использовались следующие концентрации растворов: террафлекс – 0,2%, мивал-агро – 0,005%, флоргумат – 2,0%, фитоспорин – 0,15%, экстрасол – 10%. Для приготовления раствора циркона добавляли в 100 мл дистиллированной воды 2 капли маточного раствора.

Время экспозиции семян в растворах препаратов характеризовалось следующими величинами: вода, террафлекс, флоргумат - 24 часа; циркон - 6 часов; фитоспорин - 2 часа; мивал-агро, экстрасол - 0,5 часа.

Замачивания семян проводили таким образом, чтобы завершение этого агроприема для всех вариантов было одновременным. После экспозиции семян в растворах препаратов, они были промыты дистиллированной водой и помещены для проращивания в чашки Петри. Энергию прорастания семян капусты определяли через 3 дня, моркови и столовой свеклы – через 5 дней, лабораторную всхожесть, соответственно, через 7 – для капусты и 10 дней – для моркови и столовой свеклы (ГОСТ 12038-84).

В микрополевых опытах с капустой и морковью изучалось влияние указанных выше препаратов на полевую всхожесть семян. Концентрации растворов препаратов и сроки экспозиции в них семян для микрополевых опытов аналогичны соответствующим вариантам лабораторных опытов. После окончания срока замачивания семена высевались в почву рядом с полевым опытом, на защитной полосе (стационар «Дальний», ДФ ФГБНУ ВНИИМЗ), расположенный в центральной части Яхромской поймы. По «Классификации почв России» 2004 года торфяные почвы Яхромской поймы отнесены к типу торфоземов.

Для столовой свеклы микро полевой опыт был заменен на лабораторный. Семена после замачивания высевались в чашки Петри, заполненные низинной торфяной почвой с опытного участка.

Наши исследования показали, что для капусты максимальные величины энергии прорастания семян (32 %) и лабораторной всхожести (72%) были отмечены при обработке семян водой. При использовании современных препаратов, значения этих показателей колебались, соответственно, от 11 до 23% и от 59 до 64%. То есть, замачивание семян растворами исследуемых препаратов не дало положительных результатов. Худшие результаты были получены на вариантах с террафлексом (табл.1).

Таблица 1 – Влияние замачивания семян на энергию прорастания, всхожесть и сохранность растений

Варианты замачивания семян	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %		Сохранность растений, %	
		лабораторная	полевая		
Капуста – 2013 г.					
сухие	-	-	53	50*	25**
вода	32	72	48	35*	35**
террафлекс	11	59	33	30*	15**
флоргумат	23	60	67	65*	50**
циркон	22	64	47	34*	33**
Морковь – 2014 г.					
сухие	-	-	33	22	
вода	47	53	39	28	
террафлекс	49	55	36	22	
флоргумат	56	58	26	21	
циркон	45	56	38	28	
мивал-агро	41	52	42	27	
фитоспорин	45	63	32	17	

* – сохранность растений: капусты на 15-й день, ** – на 26-й день; моркови - на 20-й день

Результаты замачивания семян моркови свидетельствуют, что максимально увеличил энергию прорастания, по сравнению с водой флоргумат (56%). Минимальные величины этого показателя отмечены после обработки семян мивал-агро (41%). Остальные препараты показали практически такие же результаты, как при замачивании семян водой (47%): террафлекс – 49%, фитоспорин М и циркон – 45%. Максимальная величина лабораторной всхожести была отмечена при обработке семян фитоспорином М – 63%; чуть поменьше флоргуматом (58%). Результаты лабораторной всхожести при замачивании семян остальными препаратами, как и энергии прорастания, были близки к показателям, которые были получены при обработке семян водой (53%): мивал-агро (52%), террафлекс (55%), циркон (56%).

Результаты проведенных исследований по замачиванию семян столовой свеклы показали, что максимальные значения энергии прорастания (69%) и лабораторной всхожести (83%) были отмечены при посеве сухими семенами (табл.2, фото 1).

Таблица 2 – Влияние замачивания семян растворами современных удобрений, регуляторов и стимуляторов роста на энергию прорастания и всхожесть столовой свеклы

Варианты замачивания семян	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Всхожесть семян в торфяной почве, %	
			на 6-й день	на 8-й день
1. Сухие семена	69	83	53	66
2. Вода	30	55	78	78
3. Террафлекс	43	63	60	66
4. Флоргумат	39	69	47	58
5. Фитоспорин	45	69	53	56
6. Экстрасол	56	73	60	68
7. Циркон	35	64	64	69
8. Мивал-агро	47	67	55	60

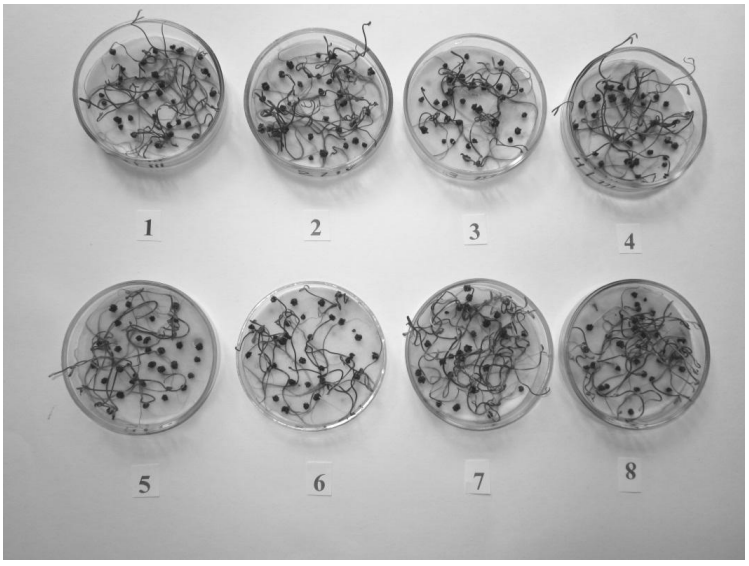


Фото 1. Влияние замачивания семян столовой свеклы современными препаратами на лабораторную всхожесть

Минимальные значения энергии прорастания и всхожести семян были отмечены при их замачивании в воде, соответственно, 30% и 55%.

Замачивание семян свеклы в испытуемых препаратах показало более высокие результаты энергии прорастания (35-56%) и лабораторной всхожести (69-73%) по сравнению с водой (30 и 55%). Лучший результат всхожести, по сравнению с замачиванием семян в воде, показал экстрасол (73%), немного ниже – флоргумат и фитоспорин (69%). Однако лучшие показатели энергии прорастания и лабораторной всхожести семян были отмечены всё же для сухих семян, о чем говорилось выше.

При посеве семян столовой свеклы в почву (чашки Петри), максимальный результат был отмечен при замачивании их в воде (78%). Испытанные препараты имели более низкие показатели (от 56 до 69%), лучшими из них были циркон (69%) и экстрасол (68%) – фото 2.

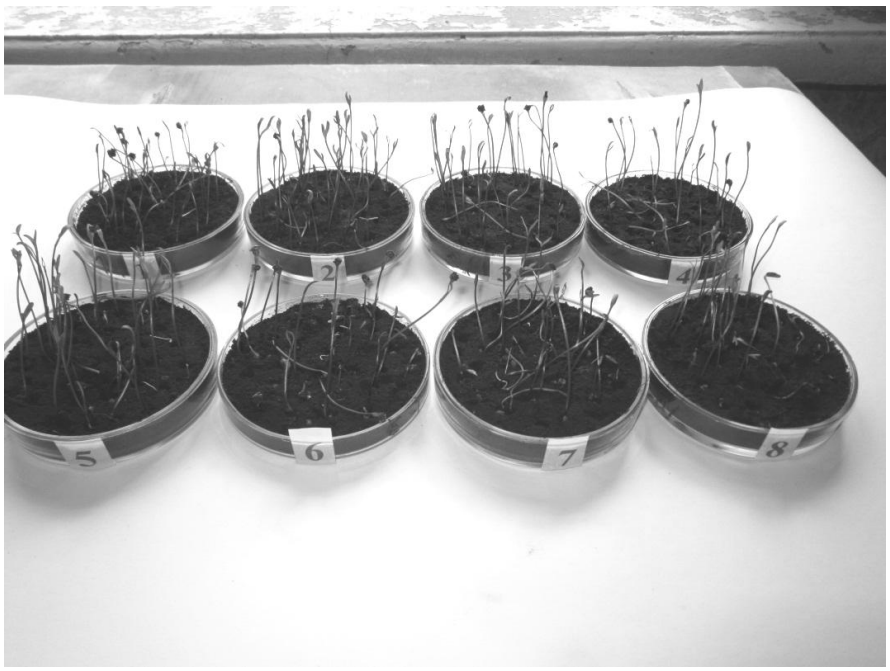


Фото 2. Влияние замачивания семян современными препаратами на всхожесть столовой свеклы при посеве их в почву

Данные микро полевого опыта с капустой свидетельствуют, что посев сухими семенами в почву был более эффективен (53%), чем замоченными в воде (48%). Эффект от обработки семян современными препаратами был выражен только при их замачивании в растворе флоргумата (67%), прибавка составила 19%. Сохранность растений, на 15-й и 26-й день после появления всходов, была также лучше наэтом варианте, (65 и 50%), чем при посеве сухими семенами (50 и 25%). Таким образом, флоргумат хорошо проявил себя именно в почвенных условиях, благотворно влияя на прорастание семян, рост и сохранность растений в первый месяц.

Анализируя действие приема замачивания на прорастание семян моркови в почве и дальнейшую сохранность растений в микро полевом опыте, следует отметить, что погодные условия во второй половине мая и

в первой декаде июня 2014 года складывались очень неблагоприятно для прорастания моркови и укоренения её всходов. При высокой температуре воздуха (24-28^{o}С) ежедневно дул сильный юго-западный ветер, который приводил к иссушению верхнего слоя торфяной почвы.

Уровень грунтовых вод к июню опустился до отметки 105 см, что не могло не сказаться на влажности пахотного горизонта, особенно его верхней части, где лежали семена. Влажность торфа на глубине 0-5см, даже после дождей 28-30 мая, была на уровне 44,4%, а на глубине 5-10см – 47,0%. Верхний слой торфа приобрел, гидрофобные свойства и перестал впитывать влагу редких осадков. Даже в условиях экстремально жаркого лета 2010 года нами не отмечалось такого пересыхания верхнего слоя почвы в первой половине вегетации.

При таких условиях прорастание замоченных семян моркови имело свои особенности. На тех вариантах, где отмечалась максимальная лабораторная всхожесть семян (флоргумат – 58%, фитоспорин – 63%), в микро полевом опыте были отмечены минимальные величины полевой всхожести, соответственно, 26% и 32%.

Количество растений, сохранившихся на 20-й день после появления всходов, тоже составило здесь минимальные величины, соответственно 21% и 17%. То есть, при недостатке влаги в верхнем слое торфяной почвы набухшие семена и их проростки погибли в первую очередь. Этот факт необходимо учитывать при подготовке семян к посеву, используя прием замачивания, при посеве овощных культур на длительно используемых мелиорированных торфяных почвах.

Таким образом, мы не получили однозначного ответа по эффективности замачивания семян овощных культур новыми видами удобрений, регуляторами и стимуляторами роста. Чаще всего испытанные препараты имели худшие показатели всхожести (ГОСТ 12038-84) по сравнению с водой или сухими семенами, за исключением флоргумата и фитоспорина М.

Положительное влияние замачивания семян моркови в растворах флоргумата и фитоспорина М на их лабораторную всхожесть, и получение при этом максимальных результатов, в дальнейшем отрицательно сказалось на полевой всхожести семян после высева их в почву и сохранности проростков моркови при пересыхании верхнего слоя торфяной почвы из-за неблагоприятных погодных условий. Причем, негативное влияние замачивания было тем сильнее, чем значительнее было увеличение лабораторной всхожести под влиянием указанных препаратов.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что необходимо очень осторожно относиться к приему замачивания семян при посеве в торфяную почву, строго контролируя влажность в зоне их прорастания, и при необходимости осуществлять полив.

При посеве семян капусты, замоченных в растворе флоргумата, в почву, была отмечена максимальная полевая всхожесть и сохранность рас-

тений в течении первого месяца. Этот факт позволяет нам рекомендовать прием замачивания семян капусты в растворе флоргумата перед посевом их в теплицу для выращивания рассады, так как там поддерживается оптимальная влажность.

УДК 631.8.022.3

СОВРЕМЕННЫЕ БИОПРЕПАРАТЫ В ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Рабинович Г.Ю., д.б н., профессор, **Смирнова Ю.Д.**
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», г. Тверь, Россия

Для ушедшего XX века характерны масштабное применение и внедрение минеральных удобрений и химических средств защиты растений. Однако на рубеже веков стало ясно, что, бесконтрольное применение химикатов в сельском хозяйстве, ведет к накоплению почвами химических соединений, способствующих снижению уровня их плодородия и получению продуктов питания с высоким содержанием нитратов, нитритов, пестицидов, гербицидов и т.д., что, несомненно, отрицательно сказывается на здоровье населения планеты. В конце столетия свою нишу в растениеводстве и земледелии заняли принципиально новые удобрения и средства защиты – это биологические препараты и удобрения [1].

Технология применения биологических препаратов почти не отличается от применения синтетических химических удобрений и инсектицидов. Используются те же методы наземного и авиационного мелкокапельного и ультрамалообъемного опрыскивания (УМО) или методы аэрозольных технологий оптимальной дисперсности. Следует иметь в виду, что ультрафиолетовые лучи солнца инактивируют споры бактерий и грибов, поэтому опрыскивание проводят в конце дня или рано утром. Также при применении биопрепаратов необходимо учитывать погодные условия [2].

Некоторые из биопрепаратов получили широкую известность, включены в официальные списки разрешенных к применению, поэтому их можно приобрести в розницу. Все биопрепараты без исключения в процессе разработки обязаны пройти апробацию в полевых экспериментах разного уровня. Исследования по влиянию на сельскохозяйственные культуры чаще всего проводят в двух стратегически важных направлениях: на картофеле и зерновых, при этом биопрепараты призваны повысить продуктивность этих сельскохозяйственных культур и улучшить их качество.

В 2009-2012гг. на экспериментальных полях отдела физиологии Ставропольского НИИСХ были заложены опыты по изучению действия на озимую пшеницу Краснодарская 99 бактериальных препаратов – Азотовит и Фосфатовит. В среднем за 4 года исследований биопрепараты, внесенные в фазу кущения озимой пшеницы в дозе 0,4 л/га совместно с N_{30}, способст-

вовали увеличению урожайности зерна до 46,2 ц/га, что на 2,8 ц/га выше, чем на контроле. Содержание сырой клейковины в зерне повысилось на 1,6% по сравнению с контролем [3].

Регуляторы роста природного происхождения встречаются значительно реже, чем бактериальные, но их позитивное влияние на сельскохозяйственные культуры исследователи также отмечают. Так, обработка перед посадкой клубней картофеля сорта Удача и последующее опрыскивание надземной части биопрепаратом растительного происхождения Фитохит позволило увеличить урожайность на 39,8%, в основном за счет увеличения числа клубней [4]. Кроме того, наблюдалось снижение распространенности фитофтороза при обработке Фитохитом – в 1,7 раза по сравнению с контролем.

В последние годы в литературе встречается много информации о проведении опытов по апробации полифункционального биопрепарата Альбит на различных сельскохозяйственных культурах. По данным самих разработчиков Альбит на 10-35% повышает урожай зерновых, сахарной свёклы, подсолнечника, овощей, зернобобовых, плодовых культур, кормовых трав. Так, например, в ОАО «Племзавод» имени В.И. Чапаева Динского района Краснодарского края прибавка урожая озимой пшеницы под действием препарата достигла 12,5 ц/га, сахарной свеклы – 145 ц/га, подсолнечника – 5,5 ц/га, ячменя – 15 ц/га [5]. Увеличение урожайности в варианте с применением препарата Альбит на 42% было также отмечено на посевах озимой пшеницы в Ставропольском крае на территории ОАО СПК колхоза «Гигант» в 2007-2009 гг. [6]. Под воздействием Альбита было получено качественное зерно с высоким содержанием клейковины (26,3%), увеличенными стекловидностью (67%, в контроле – лишь 59%) и натурой (807,1 г/л, в контроле 779,9 г/л, а натура пшеницы считается высокой, если масса 1 л зерна составляет 785 г и выше [7]). Так же было отмечено, что масса 1000 зерен при использовании Альбита превысила контроль на 5 г.

В исследованиях, проведенных на протяжении трехлетнего периода на картофеле сорта Жуковский на землях ОПХ «Полково» в Рязанской обл. с применением Альбита (обработка клубней в концентрации 1:500 + двукратное опрыскивание растений в дозе 2мл/м^2), показали увеличение микробиологической активности деградированной аллювиальной почвы от 19-30 до 70,6 %. Внесение биопрепарата заметно увеличило целлюлозоразрушающую активность почвы – на 70,6% по сравнению с контролем, позволило повысить численность таких групп микроорганизмов, как анаэробные азотфиксаторы рода *Cl. pasteurianum* и микроскопические грибы. Без применения агрохимикатов получено 20 т/га картофеля сорта Жуковский хорошего качества, прибавка по сравнению с контролем составила 10,1% [8].

В нашем институте разработан и проходит широкую апробацию биопрепарат ЖФБ [9], повышающий продуктивность сельскохозяйственных

культур и их качество. ЖФБ выпускается в виде жидкости темно-коричневого цвета без специфического запаха, допускается образование небольшого осадка. По количеству агрономически полезной микрофлоры ЖФБ относится к микробным биопрепаратам, в его состав входят аммонифицирующие, амилолитические, фосфатмобилизующие микроорганизмы и микроорганизмы, выделяющие свободные аминокислоты. Количество микроорганизмов в свежем ЖФБ достигает $Nx10^{12}$ КОЕ/мл. В биопрепарате отсутствует патогенная микрофлора и паразиты. В составе ЖФБ присутствуют все необходимые для растений элементы питания: Nобщ. – 0,2…0,5, K_2O – 6,0…9,5, P_2O_5 – 6,0…10,0, С – 0,4…2,5 г/л.

Исследования, проведенные на протяжении двух лет на посевах яровой пшеницы сорта Иргина, показали, что двукратное опрыскивание посевов биопрепаратом ЖФБ в дозе 0,1 л/м^2 и рабочей концентрации 1:300 увеличивало продуктивность культуры по сравнению с вариантами без внесения биопрепарата на 15% при выращивании ее по фону минерального удобрения (азофоска 3 ц/га) и на 24% при использовании в качестве основного удобрения компоста многоцелевого назначения (КМН) в дозе 7 т/га.

Повышенная урожайность яровой пшеницы обеспечивалась формированием более крупного зерна – увеличилась масса 1000 зерен: в варианте с NPK – 28,51 г; с КМН – 34,42 г; NPK + ЖФБ (1:300) – 32,23 г; КМН + ЖФБ (1:300) – 36,27 г. При этом зерно характеризовалось повышенным содержанием протеина – его прирост от применения ЖФБ составил 2%. В почве под яровой пшеницей в вариантах с применением ЖФБ наблюдали снижение окислительно-восстановительного коэффициента, что свидетельствует о снижении интенсивности биохимических процессов, отвечающих за минерализацию, поэтому вектор почвенного метаболизма максимально ориентируется в сторону усиления синтеза. Также в почве вариантов с внесением ЖФБ обнаруживалось повышенное содержание форм азота, пониженное содержание амилолитических микроорганизмов, конкурентно потребляющих азот, и микроорганизмов фузариозного увядания растений.

ЖФБ был нами также апробирован на посадках картофеля, при этом мы неизменно получали повышенный урожай картофеля сорта Жуковский при применении биопрепарата в качестве подкормки этой культуры трижды за сезон. Наибольший урожай картофеля – 372,1 ц/га, из них 352,1 ц/га товарного был получен по фону КМН при опрыскивании посадок ЖФБ в дозе 0,1 л/м^2 и разбавлении 1:300. Урожайность в варианте без применения ЖФБ, с использованием только КМН, составила лишь347,5 ц/га. Клубни картофеля под влиянием ЖФБ приобретали и лучшие показатели качества: увеличилось содержание фосфора – на 10%, клетчатки – на 7%. Кроме того, использование ЖФБ приводило к существенному росту аммонифицирующих (на 28%) и фосфатмобилизующих (на 10%) микроорганизмов в почве, а также некоторых элементов питания (P_2O_5 – на 15%, $N\text{-}NH_4$ – на

30%). Условный экономический эффект от применения ЖФБ на посадках картофеля составил 27,2 тыс. руб./га.

Кроме этого, были проведены исследования по применению ЖФБ в тепличных условиях. Подкормка растений огурца сорта Кураж биопрепаратом в дозе 0,1 л/м^2 (разбавление 1:30) два раза в месяц повышала их продуктивность на 18%. Была получена экологически чистая продукция, характеризующаяся сниженным содержанием нитратов – 303 мг/кг (достоверно ниже контрольного варианта в среднем на 22%) и повышенной питательной ценностью, что является очень актуальным в современную эпоху, когда к качеству продуктов питания предъявляются особо высокие требования. В плодах огурцов, выращенных с внесением жидкофазного биопрепарата, наблюдали достоверное увеличение содержания калия и фосфора по сравнению с контролем: содержание фосфора увеличивалось в среднем ~ на 14%, калия – ~ на 31%, также был обнаружен достоверный рост моносахаров в среднем ~ на 14%. В плодах огурца к тому же выявили тенденцию увеличения содержания сухого вещества и витамина С.

Обнаружено, что применение ЖФБ замедляло развитие грибной флоры в тепличном почвогрунте и увеличивало численность аммонифицирующих микроорганизмов относительно контроля. Уменьшение содержания в почвогрунте калия и фосфора в вариантах с применением ЖФБ сопровождалось ростом этих элементов в плодах огурца и повышением их массы. Условный экономический эффект от применения ЖФБ в данной теплице составил 486,6 руб./м^2.

Таким образом, применение современных биопрепаратов при возделывании сельскохозяйственных культур высокоэффективно, в агротехнологиях они занимают достойную позицию, поскольку благодаря им увеличивается урожайность и повышается качество продукции. Вместе с тем в почве под действием биопрепаратов наблюдается рост агрономически полезной микрофлоры и элементов питания, что в целом обеспечивает сохранение и воспроизводство почвенного плодородия.

Библиографический список

1. Лабутова, Н. М. Альтернатива минеральным удобрениям и пестицидам. Статья [Электронный ресурс] // Интернет-журнал о коммерческих биотехнологиях. URL: http://www.cbio.ru/ (дата обращения 18.12.2014)
2. Голосова, М.А. Микробиологическая защита растений: Учебное пособие для студентов спец. 260400 /М.А. Голосова // М.: МГУЛ, 2003. – 76с.
3. Бактериальные удобрения, урожай и качество зерна озимой пшеницы /О.В.Семенюк и др. // Земледелие. – 2014. – № 6. – С. 33-34.
4. Уромова, И.П. Повышение биопотенциала картофеля с использованием биопрепаратов / И.П. Уромова // Плодородие. – 2008. – № 3. – С. 28-29.
5. Альбит способствует ускоренному росту и развитию сельскохозяйственных культур / А.К. Злотников и др. // Защита и карантин растений. – 2005. – № 11. – С. 27-28.
6. Седых, Н.В. Влияние регуляторов роста и биопрепаратов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на темно-каштановых почвах Ставропольского края / Н.В. Седых, И.В. Каргалев, О.А. Подколзин // Плодородие. –2011. – № 1. – С. 15-16.

7. Виноградова, А.А. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств / А.А. Виноградова, Г.М. Мелькина, Л.А. Фомичева и др. /Под ред. Ковальской Л.П. – М.: Агропромиздат, 1991. – 335 с.
8. Пыленок, П.И. Эффективность микробиологических удобрений в комплексной мелиорации / П.И. Пыленок, А.В. Ситников // Агрохимический вестник. 2007, № 3. – С. 20-21.
9. Рабинович Г.Ю., Фомичева Н.В., Смирнова Ю.Д. Способ получения жидкофазного биосредства для растениеводства и земледелия. Патент 2365568 (РФ) МПК C05F11/00 Всер. науч.-иссл. ин-т мелиор. земель (РФ). №. 2008112832/12. Заявл. 02.04.2008. Опубл. 27.08.2009 Бюл. № 24.

УДК 633.521: 631.527: 632. 43

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЛЬНОВОДСТВЕ БИОСТИМУЛЯТОРА ЭНЕРГИЯ-М

Васенев И.И., д.б.н., профессор,
ФГБОУ ВПО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Россия;
Лазарев В.Н., Коваленко Е.В.,
Кудрявцев Н.А., д.с.-х.н., **Зайцева Л.А.,** к.с.-х. н.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт льна», г.Торжок, Россия

Для агроэкологии, как комплексной науки о структуре, функционировании, оценке и оптимизации агроэкосистем, взаимодействии и взаимовлиянии их базовых элементов, а также экологических основах устойчивого сельскохозяйственного производства при сохранении экологических функций агроландшафта [1], представляется интересным изучение со своих позиций современных растениеводческих технологий. В этом плане показательны антропогенно измененные ландшафты, связанные с возделыванием льна и применением пестицидов. Экологическая ситуация на земном шаре достигла критической величины: 70 % современных экосистем суши загрязнены. Некоторые пестициды и их метаболиты способны длительное время сохраняться в различных компонентах ландшафта [2]. Разработка экологически безопасных технологий возделывания сельскохозяйственных культур (в частности, льна) обеспечивает повышение плодородия почв и охрану окружающей среды [3]. При производстве льнопродукции мы ищем замену токсичных пестицидов более приемлемыми в агроэкологическом аспекте препаратами (в частности, Энергия-М).

Лен в России остается стратегической сельскохозяйственной культурой, незаменимой для военных, космических, медицинских и многих других нужд. Задача льноводов – увеличить выход конкурентоспособной продукции за счет повышения ее урожайности и качества на основе передовых агротехнологий. Препятствия на пути ее решения – потери, связанные с

болезнями, повреждениями и засорениями льна. Они достигали в прошлом десятилетии уровня 30%. Защита растений льна – необходимое звено технологии возделывания этой культуры. До настоящего времени при протравливании семян и опрыскивании посевов льна широко применяли, в основном, ядовитые пестициды, а технологии их использования представляли повышенную опасность для природы и человека. В связи с принятием нашей страной современной международной глобальной концепции развития цивилизации в гармонии с природой, в центре внимания должно находиться не только получение сельскохозяйственной продукции, в частности, льносырья, но и общее состояние природы планеты. Тогда токсичные средства защиты растений могут применяться лишь в крайних случаях [4].

Особую актуальность в последнее время приобретают разработка и реализация низкозатратных и эффективных технологий защиты растений, повышающих урожайность и качество продукции. Этим требованиям соответствует интегрированная система с включением препаратов, позволяющих одновременно повышать устойчивость растений к болезням (путем активизации конституционного иммунитета) и другим стрессам (путем изменений в физиологическом состоянии растений), а также усилить ростовые и формообразовательные процессы.

Таким препаратом является Энергия-М – кремнийорганический биостимулятор: ортокрезоксиуксусной кислоты триэтаноламмониевая соль + 1-хлорметилсилатран (кристаллический порошок и таблетки). Его поисковые испытания проведены в 2010-2012 гг. на опытных полях Всероссийского НИИ льна (Торжокский район Тверской области). В дальнейшем выявленные наиболее эффективные варианты обработки семян и посевов льна изучались при постановке экспериментов в условиях производства. В 2013 г. – на базе ВНИИЛ. В 2014 и 2015 гг. – в сельскохозяйственном производственном кооперативе «Восток» Гагаринского района и колхозе «Новосельский» Вяземского района Смоленской области.

Эксперименты проводили в соответствии с методическими указаниями по проведению полевых опытов [5; 6].

В качестве гербицидов применялась композиция препаратов: Кортес (хлорсульфурон) и Хармони (тифенсульфурон-метил) – против двудольных сорняков, а, кроме того, Тарга Супер (хизалофоп-П-этил) – в случае засорения посевов злаковыми сорняками.

В испытаниях 2010-2012 гг. выявлена относительно высокая статистически достоверная эффективность обработки семян льна индуктором фитосанитарной устойчивости Энергия-М (15 г/т) против болезней всходов льна: бактериоза (на уровне 78-90 %), антракноза (80-84 %), крапчатости (86-90 %). Кроме того, инкрустирование семян этим препаратом обеспечивало достоверное снижение поврежденности всходов льна блошкой льняной (по сравнению с контролем – на 54-65%).

Опрыскивание посевов льна в фазу елочки композициями гербици-

дов и препарата Энергия-М (10 г/га) обеспечивало: достоверное снижение распространенности антракноза и пасмо льна (проявившихся в фазу созревания культуры), биологическую эффективность против двудольных и злаковых сорняков (по снижению их массы) – на уровне 96-98 % при положительном влиянии на густоту стеблестоя, морфологические параметры растений льна, урожайность льносоломы и семян.

В результате работы в условиях производства 2013 г., подтверждена выявленная в прошлые годы (2010-2012) эффективность обработки семян льна Энергией-М против бактериоза на всходах льна-долгунца при снижении распространенности этой болезни (по сравнению с применением химического протравителя семян Раксил), на 4 % (в 5 раз, табл. 1). Сравнение данных вариантов по показателям развития бактериоза – тоже в пользу Энергии-М (0,33% против 2,64% – при обработке семян Раксилом). Против антракноза – достоверно (на 1,5 % по показателю распространенности болезни), а против крапчатости – в пределах ошибки полевого учета (на 0,5 %) – новый вариант уступил стандартному. Обработка семян Энергией-М обеспечила существенное снижение поврежденности всходов льна блошкой льняной (по сравнению с протравливанием Раксилом) – на 1 балл поврежденности (табл. 1), вероятно, за счет содержащегося в препарате биологически активного кремния, укрепляющего кутикулу листьев растений.

Таблица 1 – Распространенность антракноза, крапчатости, бактериоза всходов льна и их поврежденность блошками льняными в связи с применением препаратов Энергия-М и Раксил при обработке семян (ВНИИЛ, 2013 г.)

Вариант (обработки семян)	Норма применения	Распространенность (%)			Поврежденность (балл)
		Антракноза	Крапчатости	Бактериоза	Блошками
1.Раксил	0,5 л/т	0,5	0,5	5,0	1,83
2.Энергия-М +Na КМЦ	0,015 кг/т +0,2 кг/т	2,0	1,0	1,0	0,83
m ± (ошибка полевого учета, %)		0,2	0,5	0,4	-
$НСР_{05}$					0,3

Применение композиции гербицидов в сниженных /по отношению к традиционному уровню/ нормах расхода: Кортес (0,005 кг/га)+Хармони (0,01кг/га) + Тарга Супер (1,5 л/га) и препарата Энергия-М (0,01 кг/га) обеспечило биологическую эффективность против сорняков на уровне 98,3-98,7 %, а применение одних гербицидов – 97,4-97,6 %.

Обработка семян и посевов льна биопрепаратом Энергия-М в тенденции положительно влияла на культурные растения, что подтвердили результаты учета их густоты стеблестоя и морфологических признаков, урожайности льнопродукции, достоверно превышающей уровень стандарта: льносоломы и семян 33,6 и 6,0 ц/га (при показателях стандартного варианта /с протравителем Раксил и гербицидами Кортес+Хармони+Тарга Супер/

– 26,4 и 4,6 ц/га; $НСР_{05}$ = 1,6 и 0,2 ц/га), вероятно, за счет относительно более высокой фитосанитарной и рострегулирующей эффективности. Отмечена тенденция положительного влияния препарата Энергия-М на качество льнопродукции (таблица 2).

Таблица 2 - Влияние средств защиты растений при обработке семян и посевов на урожайность и качество льнопродукции (ВНИИЛ, 2013 г.)

Вариант	Урожайность (ц/га)		Качество продукции	
	соломы/ тресты	семян	№ тресты (ГОСТ)	всхожесть семян (%)
1.Стандарт. обр. семян - Раксил, обр. посевов – Кортес + Хармони + Тарга Супер	26,4/ 21,1	4,6	1,0	97,5
2. Обр. семян - Раксил, обр. посевов – Энергия-М + Кортес + Хармони + Тарга Супер	29,1/ 23,3	5,1	1,5	98,5
3. Обр. семян – Энергия-М, обр. посевов – Кортес + Хармони + Тарга Супер	30,9/ 24,9	5,6	1,75	98,0
4. Обр. семян – Энергия-М, обр. посевов – Энергия-М + Кортес + Хармони + Тарга Супер	33,6/ 26,9	6,0	1,75	99,0
$НСР_{05}$	1,6	0,2		0,5

В связи с ранее изложенным, наиболее высокий уровень экономического эффекта в эксперименте 2013 г. показало сочетание обработки препаратом Энергия-М семян (при норме расхода препарата 0,015кг/т) и посевов льна (0,01л/га) – в смеси с гербицидами Кортес (0,005кг/га) + Хармони (0,01кг/га) + Тарга Супер (1,5л/га), обеспечившее экономический эффект нового варианта в сравнении со стандартным +4277 руб./га.

В условиях производства СПК КХ «Восток» Гагаринского района Смоленской области в 2014 г. еще более убедительно, чем ранее, подтверждена высокая эффективность обработки семян льна биопрепаратом Энергия-М (0,015 кг/т) против наиболее проявившейся болезни – бактериоза: при снижении его распространенности в фазу всходов, по сравнению с применением традиционного химического протравителя семян ТМТД (4 л/т), на 12 % (12,5% - 0,5%, т.е., в 25 раз). По показателям развития бактериоза – преимущество Энергии-М было еще заметнее (0,17% против 7,30% - при обработке семян ТМТД). С помощью нового средства было предотвращено существенное повреждение всходов блошкой льняной, что позволило не применять против нее инсектициды. Композиция гербицидов и защитно-стимулирующего препарата Энергия-М (0,01 кг/га) при обработке посевов обеспечила большую биологическую эффективность против сорняков, чем одни гербициды. Сочетание обработки семян и посевов льна биопрепаратом Энергия-М положительно влияло на культурные растения,

их густоту стеблестоя и морфологические признаки. В начале фазы созревания обработанный лен был практически не поражен болезнями (в контроле распространенность бактериоза в это время составила 65 %), имел относительно высокий уровень морфологических параметров. Биологическая урожайность льносоломы в этом варианте составила 64,4 ц/га, семян – 8,7 ц/га; при показателях стандартного варианта /с протравителем ТМТД и гербицидами без добавления к ним препарата Энергия-М/ – 46,4 и 5,6 ц/га; $НСР_{05}$ = 1,8 и 0,2 ц/га.

Показатели экономической эффективности применения препарата Энергия-М для обработки семян и посевов льна в производственной обстановке 2014г., свидетельствуют, что наиболее результативным оказалось сочетание обработки им семян (при норме расхода препарата 0,015 кг/т) и посевов льна (0,01 кг/га) - в смеси с гербицидами, обеспечившее экономический эффект нового варианта, в сравнении с базовым +14426 руб./га.

В результате нашей работы препарат Энергия-М зарегистрирован на культуре льна в «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской федерации». Широкое практическое использование Энергии-М было реализовано в производственной обстановке 2014 г. на площади 100 га посевов льна-долгунца СПК КХ «Восток» Гагаринского района Смоленской области. Оно обеспечило экономический эффект нового варианта, в сравнении с базовым, по всему объему внедрения **+1 442 600 руб**.

Библиографический список

1. Васенев И.И. Обращение к читателям первого номера журнала. //Агроэкология. – 2014, №1. -С. 3.
2. Черников В.А., Соколов О.А. Стратегия получения экологически безопасной продукции. //Агроэкология. – 2014, №1. – С. 14.
3. Черников В.А. Обращение к читателям первого номера журнала //Агроэкология. – 2014, №1. – С. 5.
4. Моисеев Н.Н. Стратегия переходного периода. //Вестник Российской АН. – 1995, т. 65, № 1. - С. 291-311.
5. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом. – Торжок. - 1978. - 72 с.
6. Методические указания по испытанию фунгицидов, антибиотиков и протравителей семян. - Л., ВИЗР. - 1985. - 59 с.

УДК 577.151; 631: 563.(6/8) + 878

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ НОВОГО БИОКОНСЕРВАНТА ДЛЯ СИЛОСОВАНИЯ

Васильева Е.А., к.б.н., **Рабинович Г.Ю.,** д.б.н., профессор, **Пушкина Л.В.**

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

Отдел биотехнологий ВНИИМЗ длительное время занимается разработкой технологий получения различных жидкофазных биосредств, в том

числе для нужд кормопроизводства. Технология приготовления комплекса оригинальных жидкофазных биосредств осуществляется на технологической линии, разработанной во ВНИИМЗ [3], которая включает несколько этапов, основные из которых – подготовка и смешивание исходных компонентов, ферментация при определенных условиях и экстракция биологически активных компонентов. В результате получаются жидкофазные полифункциональные биосредства с заданными свойствами. Одним из таких биосредств, получаемых на данной технологической линии, является жидкофазный биоконсервант для силосования – ЖиБиММ.

Основные исходные компоненты для получения биоконсерванта – торф и органические отходы (птичий помет), преобразуемые в продукт ферментации (ПФ), обладающий высоким энергетическим потенциалом и обогащенный специфическим микробоценозом. Использование определенных добавок (золы, отходов мукомольного производства и др.) в незначительных количествах стимулирует процесс ферментации. Мы провели исследования по изучению влияния разного количества биостимулятора (рабочее название: С-1 – 5% стимулятора от массы исходного сырья и С-2 – 10% соответственно) на ферментативную активность органического вещества в процессе формирования нового биоконсерванта. В ходе экспериментов последовательно были исследованы образцы исходной массы, продукта ферментации и готового биоконсерванта.

О процессах, протекающих в период биоконверсии, можно судить по ферментативной активности исходного сырья и продуктов переработки (рис. 1).

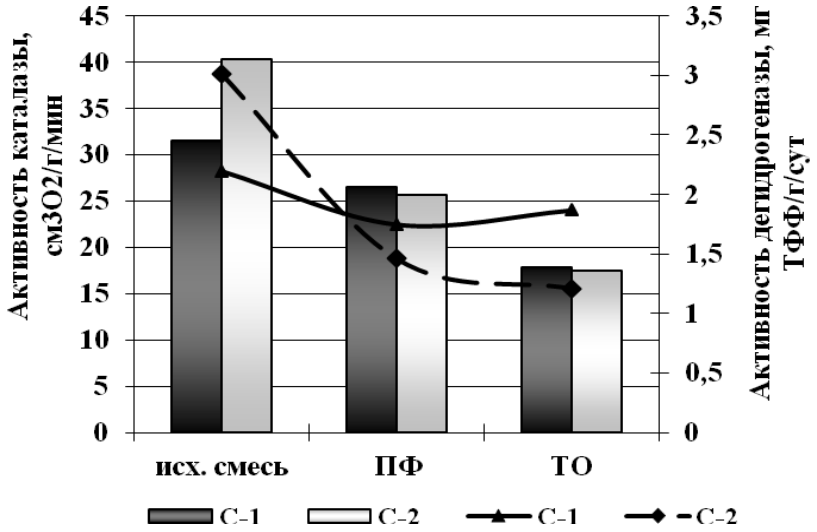


Рисунок 1 – Динамика оксидоредуктазной активности под влиянием стимуляторов в процессах формирования биоконсерванта

Каталаза способна разлагать ядовитые для клеток перекисные соединения, в том числе перекись водорода, в значительных количествах присутствующие в органическом сырье (торфе, помёте и др.), подвергающемся ферментации. Повышенный уровень каталитической активности в процес-

сах ферментации свидетельствует об активно идущих реакциях распада и сопровождается удалением из конвертируемой органической смеси ядовитых соединений перекисной природы. Конец процесса ферментации обычно характеризуется низкой активностью этого фермента, что является одним из показателей завершенности процесса биопереработки [2].

В процессе ферментации дегидрогеназная активность чаще всего антибатна каталазной. Сравнение уровня их активности позволяет оценить уровень общих биосинтетических реакций и достаточности субстратов для дегидрирования микроорганизмами [1, 4].

В процессе формирования биоконсерванта, при использовании стимулятора С-1, наблюдали последовательное снижение каталазной активности (столбики на графике) от исходной смеси к твёрдофазному остатку (ТО). Активность дегидрогеназы (кривая на графике) в течение всего процесса изменялась незначительно. При внесении стимулятора С-2 в исходной массе была выявлена более высокая ферментативная активность. В процессе биоконверсии каталазная и дегидрогеназная активность существенно снижались, что указывало на завершённость процесса биопереработки.

На этапе экстракции также происходило снижение активности этих ферментов. На этом основании можно сделать вывод, что при использовании стимулятора С-1, процесс ферментации протекал недостаточно активно и на выходе готового продукта не был завершён. Следствием этого является тот факт, что полученный с использованием стимулятора С-1 биоконсервант не может быть стабильным, так как в этом случае наблюдалась повышенная ферментативная активность. Стимулятор С-2, напротив, ускорял ферментативные процессы в период формирования биоконсерванта и к моменту получения готового продукта процесс биоконверсии можно считать завершенным, а продукт – стабильным. Этот вывод подтверждают и окислительно-восстановительные коэффициенты исследуемых процессов (рис. 2).

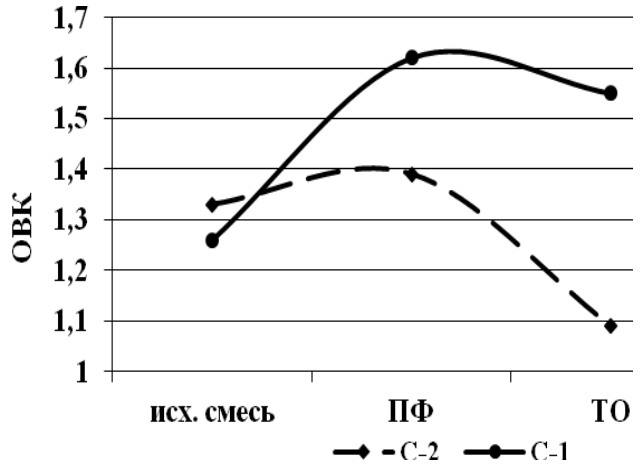


Рисунок 2 – Динамика окислительно-восстановительных коэффициентов под влиянием стимуляторов в процессах формирования биоконсерванта

Наряду с изучением деятельности оксидоредуктаз, при исследовании процесса биоконверсии большое значение имеет определение активности ферментов целлюлозоразрушающего блока. Целлюлазы способны разрушать высокомолекулярные углеродсодержащие соединения, а инвертазы – продукты их жизнедеятельности. Эти ферменты обеспечивают переработку трудно разлагаемых растительных остатков и обеспечивают поставку необходимых углеродсодержащих соединений для микроорганизмов, участвующих в реакциях биосинтеза при ферментации [5].

В наших экспериментах при внесении биостимулятора С-2 наблюдалась высокая целлюлазная активность (кривая на графике) в исходной смеси, которая в течение процесса ферментации резко снижалась. Такая же тенденция была свойственна и активности инвертазы (столбики на графике) (рис. 3).

Менее активный процесс ферментации смеси с биостимулятором С-1 характеризовался и пониженной целлюлазной активностью (кривая на графике), при этом активность инвертазы (столбики на графике) в этом случае оказалась высокой, особенно в исходной смеси. Но для течения изучаемого нами процесса более желательна высокая активность целлюлазы, которая в процессе ферментации расщепляет сложные высокомолекулярные углеродсодержащие соединения на более простые, служащие источником питания для молочнокислых микроорганизмов биоконсерванта для силосования (что мы и наблюдаем при внесении биостимулятора С-2).

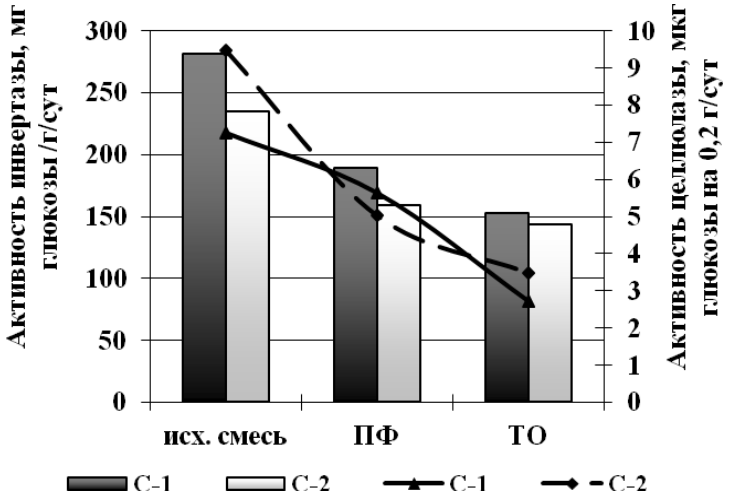


Рисунок 3 – Динамика активности гидролитических ферментов, участвующих в процессах накопления сахаров в процессах формирования биоконсерванта

Анализ течения процесса формирования биоконсерванта ЖиБиММ позволил сделать заключение, что насыщенность исходной смеси для его получения питательными элементами (за счет биостимулятора С-2) обеспечивает активизацию ферментативных процессов в период формирования биоконсерванта, что приводит к завершению всех процессов в готовом продукте, чем и обуславливается его стабильность.

Библиографический список

1. Ковалев Н.Г., Рабинович Г.Ю., Малинин Б.М., Сульман Э.М., Бордадымова И.Н. Теоретические основы биоферментации / Тверь: Чудо, 2000 г. – 36 с.
2. Методы почвенной микробиологии и биохимии. Учеб. пособие / Под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
3. Патент РФ на ИЗ № 2365568 Способ получения жидкофазного биосредства для растениеводства и земледелия /Рабинович Г.Ю., Фомичева Н.В., Смирнова Ю.Д., 2008.
4. Рабинович Г.Ю., Ковалев Н.Г., Фомичева Н.В., Рабинович Р.М. Процессы и качество продуктов твердофазной ферментации (Методическое пособие). -Москва-Тверь, 2003. – 54 с.
5. Рабинович Г.Ю., Ковалёв Н.Г., Сульман Э.М., Котлярова О.Г., Турьянский А.В., Котлярова Е.Г., Малинин Б.М. Теоретические и практические аспекты биоконверсии органических отходов / Белгород, БелГСХА, 2004 г. – 80 с.

УДК 57.013

ДИНАМИКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ФЕРМЕНТАТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ НОВОГО БИОУДОБРЕНИЯ

Рабинович Г.Ю., д.б.н., профессор, **Мартьянова И.А.**

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

В отделе биотехнологий ФГБНУ ВНИИМЗ ведутся разработки различных способов получения полифункциональных биосредств для растениеводства и земледелия, в основе которых лежат процессы ферментации органических ресурсов. Так, ранее отделом был разработан ферментационный способ получения органического биоудобрения БиГуЭм [1], основными исходными компонентами которого являются торф и помет. В настоящее время данное удобрение рассматривается в качестве прототипа для разрабатываемого принципиально нового биоудобрения (с рабочим названием БиКиГ), основанного на вариациях кислотно-солевого гидролиза и температурного режима с применением ежедневного процесса барботирования.

Так как в компонентном составе исходной смеси содержатся богатые высокомолекулярными соединениями торф и помет, которые обычно трансформируются в низкомолекулярные соединения под действием микрофлоры, ферментов, физиологических компонентов, реакции среды и т.д., поэтому оценку глубины происходящих преобразований исходной смеси необходимо проводить комплексно. Физико-химический подход в таких исследованиях следует рассматривать, как наиважнейший, особенно потому, что продукцией биоконверсионного процесса являются удобрения, качество которых определяется путем выявления достаточного содержания в них доступных элементов питания, особенно азота.

Нами было заложено и изучено три процесса получения БиКиГ с различной концентрацией сложных неорганических стимуляторов и измененным относительно прототипа температурным режимом. С целью выбора оптимального процесса были задействованы стимуляторы, состоящие из двух компонентов, а их виды и концентрации в связи с дальнейшим патентованием разработки были зашифрованы, как №1, №2, №3, фактически представляя собою в каждом случае вариант алгоритма получения нового биоудобрения. Контроль процесса осуществлялся путем ежедневного отбора проб и их комплексного анализа [2-6], включающего физико-химические показатели, в т.ч. содержание элементов питания, pH, влажность.

Опытным путем установлено, что из-за разницы в концентрации стимуляторов процесс № 3 превосходил процессы № 1 и № 2 по содержанию общего азота (табл. 1). При этом на начальном этапе концентрация общего азота во всех опытных процессах была примерно на одном уровне.

Таблица 1 – Динамика содержания общего азота в опытных образцах

Время, ч	Температура, ^{0}C	Nобщ. %		
		№ процесса		
		1	2	3
Исх. смесь	22	2,66±0,032	2,47±0,032	2,68±0,570
24	55	2,18±0,070	2,18±0,095	2,18±0,550
48	37	1,85±0,060	2,50±0,060	2,43±0,041
72	37	2,06±0,080	1,85±0,078	2,36±0,062
96	37	1,95±0,070	2,00±0,090	2,21±0,090
120	37	2,14±0,009	2,23±0,020	2,28±0,070
144	37	2,10±0,052	2,10±0,070	2,32±0,060

Вообще процесс ферментации под № 3 протекал более стабильно: снижение процентного содержания Nобщ. было отмечено спустя 24 ч от начала процесса ферментации, что непосредственно было связано с изменением температурного режима. В последующем процентное содержание Nобщ. увеличивалось и держалось на постоянном уровне, начиная с 48-ми ч периода, что свидетельствует о стабилизации процесса.

Что касается азота нитратного, то во всех трех процессах ферментации его уровень был достаточно высоким на начальном этапе, но снижался к концу процесса (табл. 2).

Таблица 2 – Динамика содержания нитратного азота в опытных образцах

Время, ч	Температура, ^{0}C	NO_3, мг/кг сырого вещества		
		№ процесса		
		1	2	3
Исх. смесь	22	2151±57,1	2284±63,5	3170±86,6
24	55	757,7±17,3	1060±25,9	4109±85,5
48	37	158,7±3,50	1011±23,1	2749±66,4
72	37	174,2±4,62	727,7±17,9	2445±57,7
96	37	80,7±1,75	97,85±2,03	538±11,5
120	37	68,91±1,76	76,21±1,70	153,2±4,04
144	37	77,38±1,74	63,35±1,50	83,4±0,64

Это указывает на наличие в исследуемых процессах микроорганизмов, способных минерализовать содержащийся в ферментируемой смеси органический азот, превращая его, в конечном счете, в аммиак. Отметим также, что процесс № 3 по содержанию нитратного азота превосходил процессы № 1 и № 2, что также объясняется наиболее высокой концентрацией используемых для его реализации стимуляторов.

Одним из важных показателей, используемых при изучении процессов получения разновидностей удобрения БиКиГ, является подвижный фосфор. Его содержание было практически одинаковым на протяжении всех трех процессов ферментации, но в конечном продукте (в удобрении) процесса № 2 было выявлено наименьшее количество P_2O_5, что указывало на более слабую интенсивность данного ферментативного процесса относительно двух других (табл. 3).

Таблица 3 – Динамика содержания подвижных форм фосфора в опытных образцах

Время, ч	Температура, ^{0}C	P_2O_5, %		
		№ процесса		
		1	2	3
Исх. смесь	22	1,85±0,07	1,63±0,06	1,75±0,003
24	55	1,84±0,04	1,70±0,08	1,72±0,05
48	37	1,81±0,15	2,03±0,03	1,90±0,08
72	37	1,72±0,07	1,95±0,04	2,14±0,07
96	37	1,88±0,04	1,92±0,02	2,02±0,06
120	37	1,98±0,08	1,81±0,06	1,94±0,09
144	37	1,96±0,02	1,61±0,02	1,93±0,09

Идентичное наблюдение было сделано нами при исследовании содержания в трех сравниваемых процессах ферментации подвижного калия. В этом случае процесс № 2 также уступал процессам № 1 и № 3, что свидетельствовало о недостаточной интенсивности именно этого процесса получения удобрения БиКиГ (табл.4)

Таблица 4 – Динамика содержания подвижных форм калия в опытных образцах

Время, ч	Температура, ^{0}C	K_2O, %		
		№ процесса		
		1	2	3
Исх. смесь	22	1,69±0,08	2,24±0,07	2,45±0,06
24	55	2,35±0,15	2,43±0,14	2,32±0,09
48	37	2,15±0,11	2,97±0,05	2,61±0,08
72	37	2,89±0,08	1,72±0,10	3,06±0,04
96	37	2,80±0,09	3,01±0,06	2,42±0,05
120	37	2,92±0,05	2,60±0,09	2,65±0,06
144	37	2,81±0,07	2,25±0,06	2,63±0,10

Все три процесса характеризовались достаточно равномерным влажностным режимом, благоприятным для жизнедеятельности микрофлоры

(от 65-67% – на начальном этапе, до 60-63% – в конечном продукте), что объясняется стабильным вентилированием ферментируемой смеси на протяжении всего процесса ферментации (табл.5).

Таблица 5 – Динамика влажности в опытных образцах

Время, ч	Температура, ^{0}C	Влажность		
		№ процесса		
		1	2	3
Исх. смесь	22	67±1,16	65±1,73	66±1,73
24	55	66±1,73	65±1,44	66±1,52
48	37	65±1,70	61±1,45	64±1,70
72	37	63±1,15	59±1,16	62±1,43
96	37	63±1,17	59±1,44	60±1,44
120	37	63±1,13	58±1,16	61±1,40
144	37	64±1,16	60±1,43	60±1,43

По уровню pH исследуемые образцы также претерпевали незначительные изменения, слегка возрастая от величин, обнаруживаемых в исходной смеси к конечному продукту. Единственным характерным отличием было то, что в процессе № 1 кислотность исходного продукта составляла 7,0, в процессе № 2 – 6,65, а в процессе № 3 – 6,0, что объясняется различной дозировкой влияющих на уровень кислотности стимуляторов. Интересно, что кислотность конечных продуктов оказалась абсолютно одинаковой (табл. 6), что без сомнения указывало на формирование в них эффекта буферности, позволяя надеяться, что разрабатываемый способ биопереработки самодостаточен в отношении стабилизации. Вопрос лишь в том, какой из них в дальнейшем будет использоваться, как базовый с учетом комплекса факторов скрининга.

Таблица 6 – Динамика pH в опытных образцах

Время, ч	Температура, ^{0}C	pH		
		№ процесса		
		1	2	3
Исх. смесь	22	7,00±0,21	6,65±0,20	6,60±0,25
24	55	7,95±0,12	7,60±0,12	7,20±0,37
48	37	8,45±0,17	8,40±0,06	8,20±0,19
72	37	8,50±0,04	8,50±0,03	8,50±0,02
96	37	8,50±0,07	8,50±0,06	8,50±0,06
120	37	8,50±0,03	8,45±0,02	8,45±0,03
144	37	8,50±0,07	8,50±0,02	8,50±0,02

Итак, течение трех процессов получения нового биоудобрения, протекающих с использованием приема кислотно-солевого гидролиза было проанализировано с физико-химических позиций. Результаты экспериментов, изложенные выше, свидетельствовали, что процессы №1 и №3 во многом идентичны. Однако процесс № 3 демонстрировал существенное отличие по ряду показателей, в том числе по ключевым из них (содержанию Nобщ. и азота нитратного). Замечание о ключевом значении азота верно,

как для классических органических удобрений, получаемых путем компостирования, так и для современных биоудобрений, получаемых путем регулируемой ферментации (в нашем случае).

Поскольку процесс получения биоудобрения БиКиГ протекал оптимально и формировал удобрение с наилучшими показателями качества при реализации алгоритма № 3, следовательно, именно этот процесс представляет наибольший интерес для дальнейшего изучения и возможного продвижения продукта биоконверсии в сельскохозяйственное производство.

Библиографический список

1. Рабинович Г.Ю., Тихомирова Д.В. Патент РФ № 2539781 Способ получения биоудобрения. 2015.
2. ГОСТ 26715-94. Удобрения органические. Методы определения общего азота. 2. Фотометрический метод определения общего азота в модификации ЦИНАО.
3. ГОСТ 26717-85. Удобрения органические. Метод определения общего фосфора.
4. ГОСТ 26718-85. Удобрения органические. Метод определения общего калия.
5. Цитович И.К. Химия с сельскохозяйственным анализом. -М.: Колос, 1973. – 528с.
6. Юдин Ф.А. Методика агрохимических исследований / 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 366 с.

РАЗДЕЛ II. Повышение плодородия мелиорированных почв

УДК 631.445.12:631.452 (476)

СОХРАНЕНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ БЕЛАРУСИ

Мееровский А.С., д.с.-х.н., профессор
РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь

В составе сельскохозяйственных земель Беларуси используется около 1,1млн.га осушенных торфяных почв. Их экономическое значение велико, особенно учитывая концентрацию площадей в районах Полесья. В Брестской области, например, в среднем на один район приходится 18,7 тыс.га осушенных сельскохозяйственных земель с торфяными почвами, имеется до 50 коллективных хозяйств, где они преобладают в землепользовании.

Активная мелиорация болот осуществлялась с начала деятельности Западной экспедиции (1873-1903гг.), но особенного размаха достигла в 1960-1990гг. Основными аргументами в пользу ее проведения на территории Беларуси были:

– положительный мировой опыт мелиорации и использования мелиорированных земель,

– высокий уровень потенциального плодородия мелиорированных почв,

– преобладание в республике малопродуктивных дерново-подзолистых почв легкого гранулометрического состава (песчаных и рыхло-супесчаных).

Нельзя также не отметить, что в течение нескольких десятилетий мелиорация была практически единственным источником крупных государственных инвестиций в территорию, включая ее социальное развитие. Освоение обширных низинных болот с богатыми органическим веществом почвами позволяло существенно изменить условия хозяйствования и жизни населения. В значительной мере эти надежды оправдались. В течение 75-80 лет в качестве объектов мелиорации выбирались компактные участки болот с однородными, преимущественно среднемощными (более 1м) торфяными почвами. Они характеризовались высоким, нередко избыточным содержанием азота и низким – подвижных форм фосфора, калия, ряда микроэлементов, особенно меди. Система земледелия на торфяных почках строилась на максимальном использовании их биологического потенциала, прежде всего, органического вещества, возделывании адаптированных к ним сельскохозяйственных культур. Хозяйства, работавшие на этих землях, имели большие преимущества по сравнению с зональными – они не нуждались во внесении органических и азотных минеральных удобрений. По методике кадастровой оценки сельскохозяйственных земель Беларуси [1] балл плодородия пахотных торфяных почв в зависимости от мощности

торфа варьирует в пределах 65,8-40,4, в среднем – 53,1. Если учесть, что средний балл плодородия всех пахотных земель республики равен 31,2, становится очевидной исключительно высокая «цена» органического вещества торфяных почв. Первое, что из этого вытекает, – это необходимость его сохранения при сельскохозяйственном использовании.

Сработка торфа после осушения болот и вовлечения осушенных земель в сферу аграрного производства – неизбежна, ее особенности использовались в разных странах и природных условиях. При разработке проектов мелиорации болот предусматривалось уменьшение мощности торфа и запасов органического вещества, происходящее вследствие двух процессов – уплотнения почв при их осушении и минерализации органического вещества торфа. Величина их по данным исследований варьирует в очень больших пределах. Обобщение результатов наблюдений почти за 70-летний период [7, 3] показало, что уменьшение мощности торфа в Беларуси колеблется в пределах 1-12 см в год, в среднем составляя 2-3 см. При этом в результате безвозвратных потерь слой торфа уменьшается на 0,3 – 0,5 см в год, остальное – за счет уплотнения. Существенное значение для темпов минерализации органического вещества торфа имеет состав возделываемых культур. Практически всеми исследователями установлено, что наименьшие потери происходят под многолетними травами длительного пользования и луговыми травостоями. Ежегодное разнообразие органического вещества на пахотных землях, используемых в полевых севооборотах с выращиванием зерновых и пропашных культур, составляет 7т/га, под многолетними травами – 3,6 т/га. Следует подчеркнуть, что преимущество луговых травостоев и многолетних трав проявляется в их высокой продуктивности и долголетии, когда формируется мощная корневая система, масса которой превосходит отчуждаемую часть урожая. Таким образом, структура посевных площадей и состав возделываемых культур могут быть реальным и эффективным инструментом регулирования трансформации торфяных почв. Осознание этого доказанного научными исследованиями положения послужило основанием для принятия еще в 1970 г. на самом высоком в республике государственном уровне документа о жестком регламентировании сельскохозяйственного использования торфяных почв с приоритетом травосеяния и луговодства. Оно полностью соответствовало животноводческой специализации сельского хозяйства Беларуси. Принятый курс в дальнейшем неоднократно подтверждался и нашел отражение в Законе Республики Беларусь «О мелиорации земель», принятом 23 июля 2008 г. Последним официальным документом в данном направлении является Стратегия сохранения и рационального (устойчивого) использования торфяников, утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь 30 декабря 2015г. При этом рациональным (устойчивым) считается использование торфяников таким образом и такими темпами, которые не приводят

в долгосрочной перспективе к их истощению и тем самым позволяют сохранить их способность удовлетворять экологические, экономические и эстетические потребности нынешнего и будущих поколений [4].

В период наибольших темпов мелиорации болот (1965-1985гг.) в почвенном покрове мелиоративных объектов преобладали маломощные торфяные, торфяно- и торфянисто-глеевые почвы в сочетании с зональными дерново-подзолистыми песчаными и супесчаными. При детальном исследовании оказалось, что в Полесье, где осушалась большая часть торфяных почв, такие комплексы были наиболее распространенными. В результате, если в 1965 г. в составе осушенных торфяных почв 80% занимались мощностью торфа более 1 м (среднемощные и мощные), то в 1985 г. таких почв насчитывалось только 33%. Включение в сельскохозяйственный оборот больших площадей торфяно- и торфянисто-глеевых почв изменило не только структуру почвенного покрова осушенных земель, сделав их более контрастными и неоднородными. Технология первичной обработки предполагала обязательную вспашку на глубину до 50-60 см, при которой происходило механическое перемешивание торфа с подстилающими породами. В Белорусском Полесье 90% болот подстилалось рыхлыми кварцевыми песками. Очевидной стала потребность существенной корректировки всех агротехнологий и системы удобрений, а также переоценки плодородия почв.

В результате последнего тура картографирования почв сельскохозяйственных земель в масштабе 1:10 000, осуществленного в 1986-1998 гг., в Беларуси зафиксировано 190,2 тыс. га торфяных почв с содержанием органического вещества менее 50%. Они отнесены к дегроторфяным [5, 6] без каких-либо оговорок о происхождении. Баллы их плодородия при использовании в пашне – 51,0-25,8, в среднем – 38,4. Разница в оценке агроторфяных и дегроторфяных почв составляет 14,7 баллов. Это очень большая величина, и она вновь обязана содержанию и запасам органического вещества почв.

С начала широкого мелиоративного преобразования болот прошло более 140 лет. Это время вместило огромные социально-экономические изменения, революции и мировые войны, напрямую прошедшие через территорию Беларуси. Они не могли не отразиться на темпах и масштабах мелиоративных работ, техническом состоянии мелиоративных систем, сельскохозяйственном использовании земель. Практика показала, что ведение сельскохозяйственного производства на торфяных почвах сопряжено с определенными проблемами, главные из которых – динамика свойств, определяющих их плодородие и продуктивность. На разных этапах их эксплуатации изменяются лимитирующие факторы, что требует постоянного и системного мониторинга, корректировки технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Агробиологический потенциал торфяных почв Беларуси оценивался на уровне 12-15 т/га кормовых единиц. В основном

его определяли повышенное содержание органического вещества и воды.

Оценка их состояния проводилась разными методами. Широко распространен метод системного картографирования почвенного покрова через определенные временные промежутки. Больше всего такие исследования проводились на территориях с торфяными почвами. Эти материалы широко опубликованы. Их результаты практически без исключений свидетельствуют об усложнении почвенного покрова осушенных земель.

Второе направление научных исследований осуществляется путем проведения прямых полевых опытов с различными сельскохозяйственными культурами. Их ценность возрастает с увеличением продолжительности экспериментов. С методической точки зрения в таких экспериментах предоставляется возможность обеспечить очень важное требование – принцип единственного различия. К сожалению, длительных полевых опытов на торфяных почвах известно немного. В Беларуси наиболее продолжительными по времени являются исследования на Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства (Лунинецкий район, Брестская область), инициированные С.Г. Скоропановым. Они проводились 50 лет (1961-2011 гг.) в шести севооборотах от монокультуры многолетних трав до аналогичного возделывания пропашных культур (картофель и кукуруза). Агротехника всех возделываемых культур была постоянной, система удобрений – одинаковой, что исключительно важно, система защиты растений от сорняков, вредителей и болезней гарантировала высокую урожайность. В среднем по всем севооборотам мощность торфяного слоя уменьшилась с 69 до 26 см, содержание органического вещества – с 91,5 до 14,7%, а продуктивность сельскохозяйственных культур практически не изменилась и сохранилась на уровне 6-8 т/га кормовых единиц. Нами проанализирована экономическая эффективность растениеводства на торфяных почвах по данным, полученным в экспериментальных севооборотах. Результаты показали, что, несмотря на отмеченную трансформацию свойств почв, средняя рентабельность возделывания культур в 2006-2010гг. по всем севооборотам без учета стоимости убыли торфа и затрат на эксплуатацию составила 29,2%. При учете мелиоративных издержек (стоимость 1 т органического вещества принята за 50 долл. США и ежегодные затраты на эксплуатацию мелиоративных систем – 25 долл. США) рентабельным оказался лишь севооборот с максимальным насыщением пропашными культурами (10,8%). Близка к убыточности монокультура многолетних трав (рентабельность – 0,4%).

В последнее десятилетие проведены многофакторные опыты на органогенных почвах с содержанием органического вещества менее 10%. Их результаты свидетельствуют, что потенциал продуктивности даже таких антропогенно преобразованных земель остается высоким, что позволяет вести на них эффективное сельскохозяйственное производство. Его реализация требует максимально полной информации об их свойствах, особенно

о водном и пищевом режимах.

Мировой опыт убедительно иллюстрирует жизнеспособность мелиорированных земель. В Нидерландах их удельный вес – почти 90%. При постоянном совершенствовании мелиоративных системи агротехнологий продуктивность земель и экономическая эффективность земледелия возрастают. В Беларуси торфяные почвы используются более 100 лет. На данном этапе оценка их возможностей более сдержанная, чем это было в начале освоения. Тем не менее, перспектива представляется достаточно благоприятной.

Библиографический список

1. Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель и сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств. Содержание и технология работ. Технический кодекс установившейся практики. ТКП 302-2011 (03150). – Минск: Гос. комитет по имуществу Респ. Беларусь, 2011. – 137 с.
2. Бамбалов, Н.Н. Баланс органического вещества торфяных почв и методы его изучения / Н.Н.Бамбалов – Мн.: Наука и техника, 1984. – 175 с.
3. Эколого-экономическое обоснование мелиорации торфяно-болотных комплексов и технологии их рационального использования / Под общей редакцией проф. Ю.А.Можайского – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2012. – 302 с.
4. Стратегия сохранения и рационального использования торфяников /Мн. 2016. 39 с.
5. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: практ. пособие / Г.И. Кузнецов [и др.]; под ред. Г.И.Кузнецова, Н.И.Смеяна, Минск: Оргстройб 2006. – 432 с.
6. Цытрон, Г.С. Антропогенно-преобразованные почвы Беларуси / Г.С.Цытрон // Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. Минск, 2004. – 124 с.

УДК 631:81

УСЛОВИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТОЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

Иванов А.И.*, д.с.-х.н., профессор, **Конашенков А.А.*,** д.с.-х.н.,
Цыганова Н.А.** д.с.-х.н., **Иванова Ж.А.*** к.с.-х.н.

**ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», г. Санкт-Петербург, Россия*

*** ФГБОУ «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург, Россия*

В последние два десятилетия на фоне глубокого системного кризиса сельхозпроизводства Северо-Запада РФ ключевые для развития отрасли проблемы воспроизводства плодородия почв и освоения научных основ систем земледелия не имели адекватного отклика. Поспешная земельная реформа привела к практически полному разрушению ранее сформированной системы землеустройства и в совокупности с банкротством значительной доли коллективных хозяйств - к выводу из использования и фактической утрате сельскохозяйственных угодий и целых мелиоративных систем. Площадь только пашни по Северо-Западному региону сократилась за 25

лет на 600 тыс. га. Даже в хозяйствах, сохранивших культуру производства, отмечается резкая примитивизация структуры посевных площадей и, как следствие, разрушение ранее сформированной системы севооборотов. Площадь зерновых в регионе сократилась в 4,6 раза, льна-долгунца - в 13,8 раза, картофеля – в 2,2 раза, овощей – в 1,3 раза. До критических процентов, не свойственных даже травопольным системам земледелия, увеличилась доля малопродуктивных многолетних трав.

На эффективности регионального земледелия негативно сказывается низкая гумусированность почв, а также неудовлетворительное мелиоративное и культуртехническое состояние сельскохозяйственных земель (переувлажнённость, мелкоконтурность, закустаренность и завалуненность). Значительная доля почв в районах холмисто-моренного рельефа подвержена водной эрозии. Не менее 40 % земель при введении в активное использование нуждается в весьма дорогостоящем мелиоративном освоении, связанном с преодолением закустаривания, завалуненности и ремонтом гидротехнической сети. Выраженное отрицательное влияние на эффективность агротехнических мероприятий имеет и пространственная неоднородность почв сельскохозяйственных угодий. Поэтому освоение таких земель на современном этапе требует использования новейшего информационно-технологического базиса, обеспечивающего не только сбор и обработку негенерализованной информации о состоянии сельскохозяйственных земель, но и её использование для дифференцированного агротехнического воздействия с применением прецизионного оборудования (Иванов, Якушев, Иванов, 2010).

Для оценки природных и антропогенных факторов формирования пространственной неоднородности пахотных дерново-подзолистых почв и поиска путей повышения эффективности систем удобрения на них было развёрнуто комплексное исследование. Основными направлениями в нём выступали: оценка фактического состояния и происхождения пространственной неоднородности важнейших агропроизводственных свойств почвы в серии агроэкологических полигонов с применением методологии георефернсированного прецизионного обследования с растром опробования 0,25 га (Иванов и др., 2009); отработка наиболее эффективных вариантов обоснования пространственного дифференцирования оптимальных доз мелиорантов, органических и минеральных удобрений в полевых и овощных севооборотах, выполненная в пяти многолетних стационарных опытах на фоне выраженной пестроты плодородия; оценка последствий снижения и поиск путей повышения равномерности применения удобрений внутри сравнительно однородных элементарных контуров (3 полевых опыта). Исследование проводилось в КХ «Прометей» Гдовского района Псковской области и в Меньковском филиале АФИ с 1995 года в стационарных полевых опытах в системе развёрнутых во времени полевых и овощных севооборотов. Объектами исследования здесь выступали различные почвенные

комбинации (пятнистости дерново-подзолистых автоморфных и полугидроморфных почв, мозаики литогенного происхождения, сформированные на морене от песчаного до тяжелосуглинистого гранулометрического состава), культуры полевых и овощных севооборотов, а так же минеральные и органо-минеральные системы удобрения и отдельные приёмы их прецизионного внесения. Дерново-подзолистые почвы опытов имели резкие отличия по степени окультуренности (от слабо до хорошо окультуренных), гранулометрическому составу (от песчаного до среднесуглинистого), агрофизическим и агрохимическим кондициям. Содержание гумуса в них варьировало от 0,92 до 2,50 %, pH_{KCl} – от 4,34 до 6,35, содержание подвижных фосфатов – от 125 до 550 мг/кг и подвижного калия – от 22 до 400 мг/кг.

В ходе исследования было установлено, что высокая гетерогенность литологического характера свойственна не только зональным дерново-подзолистым, но и дерново-карбонатным почвам. При этом максимальной неоднородностью отличаются кислотно-основные свойства и обеспеченность в пределах пахотного слоя подвижным калием. Коэффициенты их пространственной вариации находятся в пределах 25-40% в сравнительно однородных почвенных комбинациях (пятнистостях) и 50-100 и более % – в контрастных мозаиках и комплексах (Иванов и др., 2014). В наиболее контрастных почвенных комбинациях (мозаиках литогенного происхождения) резко выражена неоднородность (V – 30-35 %) не только агрохимических, но и агрофизических свойств почвы (содержания физической глины, наименьшей влагоёмкости, полевая влажность и др.). На фоне низкого уровня культуры земледелия, не обеспечивающего равномерного распределения ресурсов удобрений между объектами применения, существенно увеличивается крупномасштабная неоднородность свойств почв, а при нарушении технологий хранения и применения – её мелкомасштабная составляющая. С 1966 по 2010 год коэффициент пространственной вариации основных агрохимических показателей почв пашни Псковской области увеличился с 32-48 до 57-87%. Аналогичная закономерность выявлена и по материалам прецизионного обследования почв ряда полигонов. Наиболее ощутимые последствия связаны с нарушением равномерности внесения органических удобрений и мелиорантов. В стационарном полевом опыте двухкратное за ротацию севооборота внесение по 60т/га навоза с распространённой в производстве неравномерностью 50-100 % привело к увеличению коэффициента пространственной вариации показателей питательного режима в 2,5-12 раз, существенному росту риска получения недоброкачественной по содержанию нитратов продукции и двухкратному снижению рентабельности и окупаемости (с 10,4 до 5,1 кг з.ед./1кг NPK) органической системы за ротацию севооборота. Напротив, научно обоснованная дифференциация доз удобрений и равномерное их внесение внутри однородных контуров позволяют снизить коэффициент пространственной вариации основных агрохимических показателей от 3 до 5 раз за 20-25 лет. Процесс нивелирования

свойств может быть ускорен в 4-5 раз при использовании точной системы удобрения, базирующейся на базовом прецизионном окультуривании, при котором вариабельность агрохимических свойств снизилась с 14-67 до 5-24 % за одну ротацию овощного севооборота (Конашенков, 2014).

Характер и параметры трансформации пространственной неоднородности свойств почвы под действием осушения зависели от их буферности, вида и степени интенсивности севооборота и системы удобрения. Обострению пестроты почвенного плодородия на фоне осушения способствовал отказ от удобрений или переход к дешевым моноазотным системам. Основным фактором такой дифференциации при этом выступало закономерная пространственное распределение водно-воздушного режима почвы относительно осушительной сети. Тем не менее, уровень повышения пестроты плодородия при этом существенно уступал эффектам от ошибок агрохимического порядка и достигал 5-11 % прироста коэффициента вариации по гумусированности, 4-9 % - по обменной кислотности и 7-13 % - по подвижным соединениям калия.

Многолетние полевые исследования показали, что органические системы удобрения, как и минеральные на неоднородных дерново-подзолистых почвах в овощных севооборотах существенно уступают органо-минеральным системам. Органические системы не балансируются по азоту и калию (Иванов, 1998; 1999; 2000; Иванов и др., 2008). Попытки компенсировать их недостаток гиперинтенсивным применением навоза (80-120 т/га в год) привели к резкому усилению выветривания калийсодержащих гидрослюдистых минералов, лёссиважа и переосаждению продуктов миграции в нижней части иллювиального горизонта. В результате дополнительного улучшения физических свойств супесчаной почвы относительно доз 30 – 40 т/га в год не получено, а калийное состояние резко деградировало при положительном балансе элемента. Аналогичное положение и на фоне дефицитных по калию минеральных систем (Иванов, 1993; 2000).

В ходе отработки различных подходов обоснования пространственной дифференциации доз удобрений была показана невозможность использования с этой целью электронных карт урожайности предшествующих полевых культур, так как их отзывчивость на пространственно-временную динамику агроэкологических условий носит исключительно специфический характер. Единственным основанием для прецизионного применения основного удобрения являются пространственно распределённые данные георефернсированного почвенно-агрохимического и агрофизического обследования, а для подкормки – комбинированного контактно-дистанционного зондирования.

Дифференцированное применение органических удобрений оказалось оправдано только на фоне высокого уровня пестроты плодородия при коэффициентах вариации содержания гумуса в пахотном слое выше 20-25%. Наиболее высоких параметров отдача от прецизионного внесения ор-

ганических удобрений достигла в условиях выраженного холмисто моренного рельефа, где в пределах одного пахотного контура (агроэкологического полигона) 27% площади приходилось на смытые (в т.ч. 8 % – на сильносмытые) и 18% на намытые дерново-слабоподзолистые почвы. Продуктивность полевого севооборота при равномерном и дифференцированном среднегодовом внесении 20т/га торфо-навозного компоста увеличилась с 2,2 т/га з.ед. в неудобренном контроле до 3,6 и 4,2 т/га з.ед. соответственно. Высоко отзывчивой на прецизионное внесение компоста оказалась даже такая специфическая культура как лён-долгунец, обеспечившая не только прирост урожайности волокна на 19%, но и его качества на 0,25 номера.

Дифференциация доз органических удобрений в соответствии с параметрами пространственного распределения содержания гумуса в пределах агроэкологического полигона с закрытой осушительной сетью обеспечила менее выраженный, но достоверный агрономический эффект. Прибавка урожайности зернопропашного звена полевого севооборота достигла 8-12 %.

Многолетние исследования по обоснованию точных систем удобрения показали, что при дифференцированном внесении органических удобрений в прецизионном применении минеральных удобрений нет необходимости.

Точная система удобрения, предусматривающая дозирование с ежегодным учётом фактической неоднородности свойств почвы обеспечила увеличение окупаемости 1 кг NPK относительно зональной системы урожаем овощных культур на 18-21%, полевых культур – на 12-17%. Агрономическая эффективность точной системы, основанной на прецизионном окультуривании почвы оказалась выше ещё на 3-34%. На фоне среднегодовой продуктивности овощного севооборота в 9,6-9,9 т/га з.ед. превосходство в рентабельности перед зональной системой достигло 38-49%, достигнув уровня в 253-401%. При этом существенно снизился коэффициент пространственной вариабельности урожайности овощных и полевых культур с 32-53 и 15-30 до 9-32 и 10-15% соответственно, увеличилось содержание в товарной продукции сырого протеина на 9-42 %, калия – на 7-59 %, витаминов – на 11-128 %.

Таким образом, неудовлетворительное агромелиоративное состояние, недостаточная окультуренность, повышенная неоднородность свойств почв сельхозугодий являются одними из главных факторов, сдерживающих развитие всей отрасли и решение вопроса региональной продовольственной безопасности. Их преодоление требует скорейшего технического переоснащения и восстановления системы научного и информационно-технологического обеспечения АПК региона.

Библиографический список

1.Иванов А.И. Оптимизация условий питания полевых культур на дерново-подзолистых почвах с высоким содержанием фосфора и калия. Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. С-Пб. – Пушкин, 1993. -15 с.

2.Иванов А.И. Осадок сточных вод в системах удобрения зерновых // Зерновые культуры. – 1998. - № 6. – С. 10-11.
3.Иванов А.И. Особенности применения удобрений на окультуренных почвах // Картофель и овощи. -1999. - № 2. -С. 5.
4.Иванов А.И. Почвенно-агрохимическое обоснование системы удобрения на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах Северо-Запада России. Дисс. докт. с.-х. наук. С-Пб. – Пушкин: СПбГАУ, 2000. 295 с.
5.Иванов А.И., Иванов И.А., Иванова Ж.А., Цыганова Н.А., Моисеев Д.А. Азотный режим легких дерново-подзолистых почв и пути его улучшения в современных условиях // Агрохимия. -2008. - № 9. -С. 5-15.
6.Иванов А.И. и др. Рекомендации по применению технологий проведения агрохимических, агробиологических и реабилитационных мероприятий. СПБ.: ГНУ Агрофизический НИИ РАСХН, 2009. -207 с.
7.Иванов И.А., Якушев В.П., Иванов А.И. Основы почвоведения, агрохимии и земледелия. -СПб: Изд-во АФИ, 2010. - 236 с.

УДК 631

ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ В АГРОЛАНДШАФТАХ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

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

Введение. Экологический аспект деградации земель отражает их физическое разрушение, потерю общего плодородия и продуктивности. Почва утрачивает гумус, основные питательные вещества, необходимые микроэлементы. На слабо деградированных сельхозугодьях продуктивность выращиваемых сельскохозяйственных культур снижается на 10…15 %, на средне – недобор урожая составляет уже 50…70 %. При сильной деградации земли теряют свою производительную способность, их использование в сельскохозяйственном производстве невозможно [2].

При длительном использовании почв без соответствующих мероприятий по поддержанию плодородия (применение органических и минеральных удобрений, известкование кислых почв, комплексное агрохимическое окультуривание полей) оно со временем снижается и утрачивается. При этом снижаются и урожаи выращиваемых сельскохозяйственных культур [3].

Наиболее результативным способом исследования процессов изменения почвенного плодородия в пределах агроландшафта является мониторинг их агрохимического состояния на агроэкологическом полигоне. Результаты многолетнего мониторинга агрохимических свойств почв конечно-моренной гряды в условиях экстенсивного ведения земледелия представлены в этой работе.

Методика. Наши исследования проводились на стационаре ВНИИМЗ, который сформирован в 1996 году. Стационар представляет со-

бой холм с относительным превышением 15 м с плоской вершиной и длинными пологими склонами. В его пределах выделено четыре типа элементарных геохимических ландшафтов (ЭГЛ), являющихся вариантами ландшафтно-полевого опыта: 1) элювиально-аккумулятивный (Э-А) – на вершине, в пределах пологих верхних частей склонов, где вместе с нисходящим током веществ наблюдается их аккумуляция в микропонижениях; 2) элювиально-транзитный (Э-Т) на склоне, где наблюдается нисходящий ток веществ и боковое перемещение на склонах; 3) транзитный (Т) на склонах с боковым перемещением веществ; и 4) транзитно-аккумулятивный (Т-А) в наиболее пониженных частях полигона, где совмещено латеральное перемещение веществ и частичная их аккумуляция из грунтовых и намывных вод.

Почвообразующие породы в пределах полигона имеют ярко выраженный двучленный характер, хотя на южном склоне средняя глубина морены превышает 1 м, в то время как на северном она залегает на глубину 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 (СПП) в транзитных микроландшафтах – она состоит из трех компонентов: глеевой, глееватой и слабооглеенной почвы. Ниже по склону СПП опять приобретает двухкомпонентный характер.

Делянки опыта имеют вид непрерывных параллельных полос (трансект), развернутого во времени и пространстве семипольного плодосменного севооборота со следующим чередованием культур: 1) овес с подсевом многолетних трав, 2) многолетние травы 1 г. п., 3) многолетние травы 2 г.п., 4) многолетние травы 3 г.п., 5) яровая пшеница, 6) яровой рапс, 7) озимая рожь. Ширина главной делянки, занятой одной культурой 7,2 м, а длина 1300 м.

Все агротехнические мероприятия по возделыванию культур проводились однотипно по всей длине главной делянки. Удобрения в опыте не вносили.

На главных делянках в пределах агроландшафта моренного холма выделены субделянки 1-го порядка (варианты), длина которых определялась протяженностью различных элементов рельефа. Получение информации о влиянии микроландшафтной обстановки на агрохимические и агрофизические свойства почв, обеспечивает непрерывное распределение в пределах варианта субделянок 2-го порядка, количество которых зависит от его длины. Это определяет наличие неодинакового количества повторений. Учетная площадь субделянок 2-го порядка составляет 100 $м^2$.

Результаты исследований.

В период закладки эксперимента было проведено детальное обследо-

вание почвенных условий ландшафтного полигона и выявлены различия по микроландшафтам (Таблица 1). В среднем по стационару обменная кислотность колебалась в пределах 5,1-6,1 ед. На склонах (в Тю и Т-Ас), а также на вершине (в Э-А) реакция почвенного раствора была близка к нейтральной (рН 6,0-6,1). По другим вариантам опыта почва имела слабокислую реакцию.

Таблица 1 – Исходные показатели агрохимических свойств почвы в различных агромикроландшафтах

АМЛ		Показатели			
		pH_{Kcl}	P_2O_5	K_2O	Гумус
			Мг/кг почвы		%
1.	Т-Аю	5,9	835	180	1,74
2.	Тю	6,1	1170	201	2,67
3.	Э-Тю	5,87	630	270	2,61
4.	Э-А	6,07	595	243	2,11
5.	Э=Тс	5,10	279	208	2,14
6.	Тс	5,18	332	143	2,42
7.	Т-Ас	6,0	286	87	2,69
Среднее		5,74	589	218	2,34

Подвижный фосфор возрастал на вариантах южного склона и снижался на северном склоне. Максимальное его количество наблюдалось в транзите южного склона (увеличение составило 581 мг/кг почвы). Все варианты южного склона и вершина имели очень высокую обеспеченность фосфором. Высокую обеспеченность фосфором имели почвы склона северной экспозиции.

Содержание обменного калия колебалось в пределах 87-270мг/кг почвы. Его значение возрастало в элювиально-транзитном АМЛ южного склона и снижалось на склонах. Увеличение калия в Э-Тю составило 52 мг/кг почвы. Высокую степень обеспеченности калием имели элювиальные варианты и транзитный южного склона. Транзитные варианты северного склона и транзитно-аккумулятивный южного имели среднюю и низкую степень обеспеченности калием.

Содержание органического вещества на вариантах опыта было в пределах от 1,74 до 2,69 %. Все варианты опыта имели среднюю степень окультуренности почвы, кроме транзитно-аккумулятивного АМЛ южного склона, где содержание гумуса было низким. Максимальное содержание гумуса отмечено в транзитно-аккумулятивном варианте северного склона и его увеличение составило 0,35 %

В результате длительного использования осушаемых земель без применения удобрений происходила потеря элементов питания на всех изучаемых микроландшафтах (Таблица 2). В транзитных вариантах южного склона максимально снижался подвижный фосфор (-325 -601 мг/кг почвы), значительно повышалась кислотность в нижней части склона (0,86). Незначительно повышался гумус в Т-Аю (+0,46 %). В элювиальных вариан-

тах (вершина холма) максимально снижался обменный калий (-131-161 мг/кг почвы), незначительно повышалось содержание гумуса (+0,37-0,57%), отмечалось подкисление почвы на 0,41-0,48 ед.

В транзитных вариантах северного склона подвижный фосфор снижался незначительно (-71-100 мг / кг почвы), наиболее низкое снижение обменного калия отмечалось в Т-Ас (-20 мг/кг почвы), кислотность почвы повышалась незначительно в нижней части северного склона (-0,09 ед.). Содержание органического вещества в понижении северного склона осталось на прежнем уровне.

Таблица 2 – Изменение плодородия дерново-подзолистой почвы при длительном экстенсивном использовании (1998-2015 гг.)

АМЛ	Показатели			
	pH_{kcl}	P_2O_5	K_2O	Гумус
		Мг/кг почвы		%
1.Т-Аю	-0,86	-325	-103	+0,46
2.Тю	-0,79	-601	-110	+0,05
3.Э-Тю	-0,48	-277	-161	+0,37
4.Э-А	-0,48	-34	-131	+0,56
5.Э-Тс	-0,41	-135	-139	+0,57
6.тс	-0,63	-100	-63	+0,56
7.Т-Ас	-0,09	-71	-20	0
среднее	-0,53	-220	-103	+0,42

Таким образом, при длительном использовании осушаемых земель без применения удобрений наблюдалось увеличение кислотности почвы в среднем по агроландшафту на 0,53 ед. и снижение подвижного фосфора и обменного калия на 220 и 103 мг/кг почвы соответственно.

Скорость потери параметров антропогенно-созданного плодородия в дерново-подзолистых почвах агроландшафта конечно-моренного холма зависит: 1) от степени окультуренности (высоко и хорошо окультуренные почвы способны в течение 5-10 лет сохранять потенциальное плодородие вследствие своей буферности, основой которой является гумусовая система); 2) геоморфологических особенностей (почвы повышений и склонов быстрее теряют плодородие); 3) литологической основы (в почвах на выщелоченных породах подкисление идет активнее, чем на карбонатных); 4) гидрологических условий и состояния дренажных систем [1].

Однако, возделывание сельскохозяйственных культур в биологизированном севообороте при насыщении травами 42,5% способствовало сохранению органического вещества почвы и получению стабильных урожаев зерновых культур – 2-3 т/га.

Библиографический список

1. Мелиорация и рациональное использование переувлажненных минеральных земель Нечерноземья России и Беларуси: монография /под общ. ред.А.П. Лихацевича, Н.Г. Ковалева и Б.М.Кизяева. -Рязань: ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, 2009.-499с.

2. Свинцов И.П. Интенсификация растениеводства на базе мелиорации.//Вестник РАСХН, №4, 2007. -С. 5-6.
3. Сокаев К.Е., Бестаев В.В.Мониторинг плодородия основных типов и подтипов почв республики Северная Осетия-Алания на реперных участках //Плодородие, 6, 2013. - С. 31-33.

УДК 631.41:631.6

ДИНАМИКА ПЛОДОРОДИЯ ОСУШАЕМЫХ ПОЧВ ПРИ РАЗНЫХ РЕЖИМАХ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Митрофанов Ю.И., к.с.-х.н.
ФГБНУ ВНИИМЗ,г.Тверь, Россия

Сохранение или расширенное воспроизводство плодородия почвы является одной из наиболее актуальных проблем в современном научном и практическом земледелии. Плодородие определяет качественное состояние почвы, способность удовлетворять потребность растений в земных факторах жизни – элементах питания, влаге, воздухе и др. Об уровне эффективного плодородия, чаще всего, принято судить по урожайности культур, влагообеспеченности растений, кислотности почвы, содержанию основных элементов питания – легкогидролизуемого и минерального азота, доступного фосфора, обменного калия, а также отдельных микроэлементов и др.

Основными агрохимическими критериями почвенного плодородия, которые отслеживаются агрохимической службой и активно используются в практической агрономической работе, являются содержание в почве доступного фосфора, обменного калия, гумуса и кислотность почвы по pH. Оптимальные параметры этих критериев наукой установлены и дифференцированы в разрезе почв, культур и севооборотов. В Нечерноземной зоне естественное плодородие основной части пахотопригодных земель этим критериям и требованиям не отвечает. Высокопродуктивное земледелие на таких почвах становится возможным только после их окультуривания. Огромная роль в этом принадлежит минеральным и органическим удобрениям. Удобрения позволяют увеличить продуктивность пашни в 2-3 раза, получать с 1га в условиях Нечерноземной зоны 4,0-6,0т зерна, 30,0-40,0т картофеля, более 1,0 тонны льноволокна, довести продуктивность полевых и кормовых севооборотов до 5-7 тонн кормовых единиц с 1га севооборотной площади. В настоящее время, к глубокому сожалению, основная масса произведенных в нашей стране минеральных удобрений направляется на повышение плодородия почв других государств, а проблема почвенного плодородия в нашей стране последние два десятилетия не только не решалась, но и с каждым годом усугублялась, особенно в Нечерноземной зоне.

Цель нашей работы – дать анализ изменений основных агрохимических свойств почв под влиянием антропогенных факторов на примере Тверской области (в среднем), отдельного района и двух объектов мелиорации (осушение) – "Губино" и "Кузьминское болото-2", расположенных в

Калининском районе Тверской области. Первый объект «Губино» в настоящее время является опытным полигоном Всероссийского НИИ мелиорированных земель, второй – "Кузьминское болото-2" активно использовался институтом для проведения полевых исследований в 80-е годы прошлого столетия. С 1994 года объект не используется, перешел в режим залежи.

На первом объекте осушения, введенном 1983 году, для анализа были взяты результаты агрохимического обследования участка с 8 автономными мелиоративными системами (закрытый гончарный дренаж) и сложной структурой почвенного покрова. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая и супесчаная по гранулометрическому составу. По степени гидроморфизма почвенный покров представлен слабооглеенными, глееватыми и глеевыми почвами. На первом этапе интенсивного использования (первые 10-11 лет) на участке был расположен ландшафтно организованный опыт. На каждой мелиоративной системе и почвенно-мелиоративной группе был освоен плодосменный севооборот. В расчете на 1га севооборотной площади на этом этапе вносилось 12т органических удобрений (торфонавозный компост) и 220 кг минеральных удобрений в действующем веществе. На втором этапе (с середины 90-х годов) опытный участок, с точки зрения антропогенного воздействия, перешел в другой режим использования (менее интенсивный) – органические удобрения практически не вносились, а применение минеральных удобрений сократилось в 3-4 раза до 70-80 кг/га д.в.

На втором объекте мелиорации "Кузьминское болото-2", введенном в 1972 году, почва на обследуемых участках дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая на морене, осушаемая закрытым гончарным дренажем. На первом этапе (1979-1987гг.) наблюдения проводились в полевых опытах с севооборотами, обработкой почвы и мелиоративным рыхлением. Органические удобрения вносились из расчета 6-12 т/га севооборотной площади, минеральные 220-250 кг/га д.в. На втором этапе, после завершения в 1987 году опытов, объект использовался в режиме сенокосного использования, а с 1994 года по настоящее время находится в состоянии залежи. Удобрения в этот период не вносились. В 2012-2015гг. на 3-х стационарных площадках, где размещались опыты, было проведены почвенные исследования с целью выявления динамики изменения агрохимических свойств почвы в залежный период. Следует сказать, что на обследуемых фрагментах объекта мелиорации дренаж, после более чем 20-ти летнего отсутствия эксплуатационных мероприятий, находился в рабочем состоянии, продолжал отводить из почвы избыточную влагу и обеспечивать нормальное состояние водно-воздушного режима

Для анализа изменений агрохимических свойств почв Тверской области и Калининского района были использованы материалы Агрохимцентра "Тверской". Динамика изменений агрохимических показателей по области и району также делится на два периода, связанных с уровнем внесе-

ния удобрений. В лучшие годы (80-е годы прошлого века) годовой баланс элементов питания в почве в целом по Тверской области был устойчиво положительным и составлял 67-72 кг/га. В 90-е годы положительный баланс сменился на отрицательный и в двухтысячные годы он ежегодно составлял минус 37,8 - 43,2 кг/га [1,2].

Результаты исследований показали, что на объекте «Губино» на первом этапе использования участка в плодосменном севообороте основные агрохимические показатели почвенного плодородия, кроме кислотности почвы, при применяемой в севообороте системе удобрения, изменились в лучшую сторону. Агрохимические показатели почвенного плодородия существенно ухудшились на втором этапе, после перехода на экстенсивный режим использования участка (18-и летний период) Содержание гумуса снизилось в почве всех почвенно-мелиоративных комплексов, в целом по участку на 0,17%, количество доступного фосфора уменьшилось на 93 мг/1 кг почвы, обменного калия – на 47 мг. По кислотности пахотного слоя почва на втором этапе, в среднем по участку, перешла в группу слабокислых почв – pH составил 5,2, а слабооглеенная, сформировавшаяся на среднемощном двучлене, в группу кислых и среднекислых – pH 4,3-4,7. В целом за 29-ти летний период изменения в кислотности осушаемой почвы, в отличие от других показателей, были однонаправленными при обоих режимах использования – в разрезе отдельных участков с автономными мелиоративными системами pH с начальных параметров 6,1-7,2 снизился до 4,3-5,5. Среднегодовая скорость снижения pH составила 0,05 единицы.

Характер изменений в содержании элементов питания в почве определялся состоянием их баланса при разных режимах использования. На первом этапе баланс фосфора и калия был положительным, что и предопределило увеличение их содержания в почве. На втором этапе, при невысоких нормах внесения фосфора и калия, баланс их стал отрицательным. Вынос фосфора и калия с урожаем в этот период в 3-4 раза превышал их внесение с удобрениями, что и привело к существенному снижению запасов доступного фосфора и обменного калия в почве

На втором объекте мелиорации "Кузьминское болото-2" исследования показали, что по истечении 7-8-и летнего первого этапа использования (интенсивного) почвенное плодородие в целом в полевых севооборотах, также как на объекте «Губино», изменилось в лучшую сторону, отмечено лишь незначительное повышение кислотности и снижение содержания обменного калия. Содержание доступного фосфора, в среднем по 3-м участкам, увеличилось на 23 мг/1кг почвы, гумуса – на 0,50%.

Нахождение объекта в течение 22 лет в залежи не привело к ухудшению основных показателей почвенного плодородия: содержание гумуса в почве повысилось на 0,16%, количество доступного фосфора – на 56 мг/1кг почвы. Содержание обменного калия осталось практически без изменений. Как и на первом объекте мелиорации, наиболее значительные негативные

изменения произошли в кислотно-основных свойствах почвы – почва перешла из группы с нейтральной кислотностью (pH 6,5) в группу слабокислых – с pH 5,3. Среднегодовая скорость подкисления в залежный период составила по pH 0,04 единицы. К наиболее негативным изменениям второго этапа следует отнести снижение степени насыщенности почвы основаниями – с 87,0 до 74,2% или на 12,8%. Связано это, видимо, с работой дренажа и продолжающимся при переходе в залежь выносом кальция и магния из почвы с дренажным стоком.

Определенный интерес для оценки временных изменений отдельных критериев плодородия осушаемых почв представляет их сравнение со средними областными и средними районными показателями. Проведенный сравнительный анализ показал, что характер изменений содержания в почве обменного калия в среднем по области и району практически полностью повторяет динамику внесения в почву минеральных удобрений. Среднеобластные, среднерайонные и по объектные показатели содержания в почве обменного калия показаны на рисунке 1. На первом этапе – с 1 (1964-1973гг.) по 5 тур (1988-2003гг.) обследования, при постоянном наращивании внесения удобрений, средневзвешенное содержание обменного калия в почвах пашни в Тверской области увеличилось с 87 до 113 мг/кг, в Калининском районе – с 75 до 123 мг/кг. На объекте "Губино" при интенсивном применении удобрений (10 лет) содержание обменного калия в почве увеличилось – на 56 мг/1кг почвы. После резкого сокращения внесения удобрений, содержание в почве обменного калия, не достигнув оптимальных значений, стало снижаться и в 2011-2014гг. оно составило по области – 91, по району – 94 мг/кг.

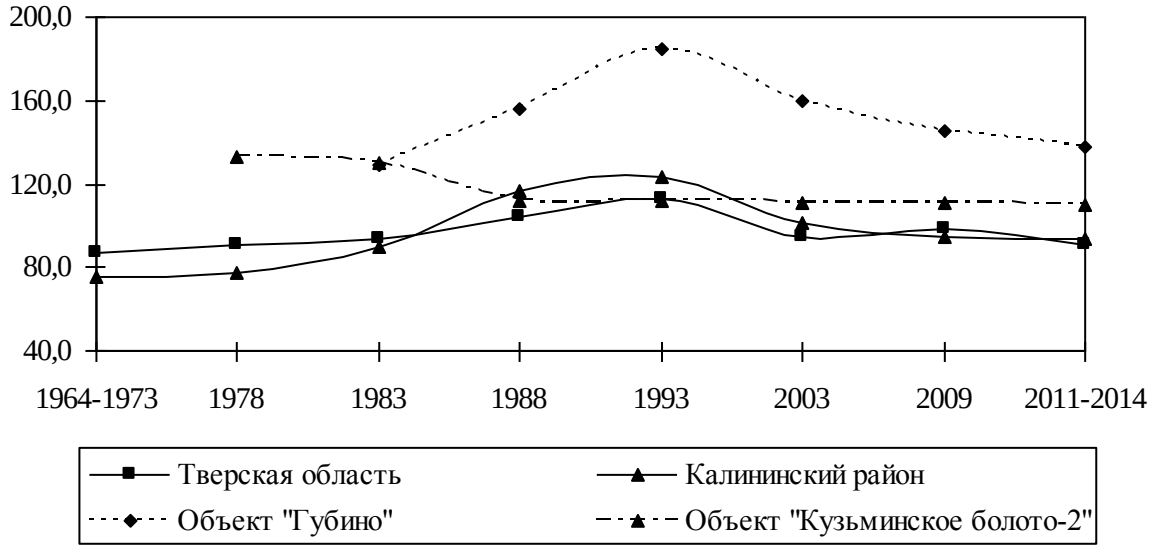


Рис.1. Динамика содержания в почве обменного калия, мг/кг

Таким образом, средневзвешенные областные значения по калию после прекращения внесения удобрений вернулись практически на уровень 60 -х годов прошлого столетия, утратив 20 % накопленных к 5 туру запа-

сов обменного калия в почве. Следует отметить, что последние 15 лет динамика изменений в почве содержания обменного калия, как по области, так и по району, была аналогичной с объектом мелиорации «Кузьминское болото-2», находящемуся в состоянии залежи.

Динамика временных изменений в почве содержания доступного фосфора по сценарию обменного калия повторилась только на объекте "Губино." На первом этапе наблюдений (интенсивный период) содержание доступного фосфора в почве здесь увеличилось на 89 мг/1кг почвы, на втором этапе, после перехода на более экстенсивный режим использования участка (18-и летний период), уменьшилось на 93 мг/1 кг почвы. По содержанию фосфора почва на объекте "Губино" к 2011-2014гг. практически вернулись на уровень 1983-1985гг., утратив, как и по калию, все позитивные изменения первого этапа с интенсивным режимом использования.

В среднем по области, району и на объекте "Кузьминское болото -2" динамика доступного фосфора существенно отличалась от динамики в почве обменного калия. Интересен тот факт, что на всех 3-х анализируемых вариантах содержание доступного фосфора в почве после прекращения внесения удобрений и перехода объекта в залежь продолжало увеличиваться. На мелиоративном объекте за 22 года нахождения объекта в режиме залежи количество доступного фосфора в почве увеличилось на 56 мг/1кг (рис.2).

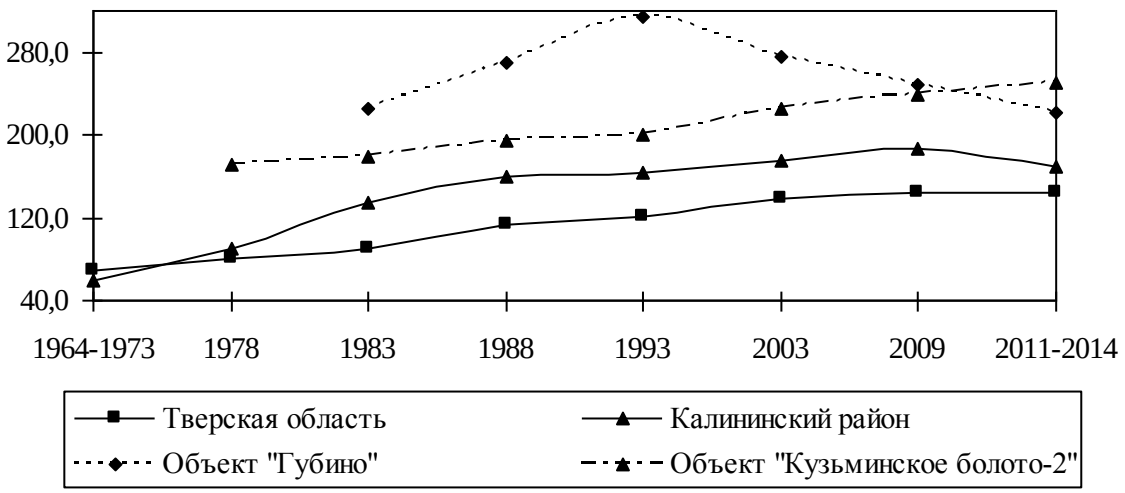


Рис.2. Динамика содержания в почве доступного фосфора, мг/кг

На областном уровне средневзвешенное содержание в почве доступного фосфора за последние 20 лет увеличилось на 22 мг/кг почвы.

Механизм увеличения доступности фосфора при нахождении почвы в режиме залежи связан, видимо, с биологическими и физико-химическими процессами, протекающими в почве с участием корневых систем растений при отсутствии факта отчуждения фосфора с растительной массой и потерь этого элемента с дренажными водами. Положительная среднеобластная динамика доступного фосфора в почве при его отрицательном балан-

се может быть связана, как указывают отдельные авторы, с масштабными работами по фосфоритованию почв, проведенными в 1976-1995 гг., и последействием этого приема[3]. Наши исследования показывают, что на количество доступного фосфора и обменного калия в пахотном слое заметное влияние могут оказывать погодные условия, выращиваемые на поле культуры и севооборот в целом. Отмечено, что во влажные годы содержание доступного фосфора в почве снижается, а обменного калия повышается; в засушливые годы, наоборот, в почве снижается количество калия и повышается фосфора. В опытах разница в содержании обменного калия в пахотном слое почвы между влажными и засушливыми годами составляла 26-69 мг/кг, в содержании доступного фосфора – 29-73 мг/кг. В севообороте наиболее низкое содержание калия отмечено после многолетних трав и картофеля, наиболее высокое после озимой ржи и овса; доступного фосфора больше было после многолетних трав и картофеля. Характер влияния многолетних трав (залежей) на содержание в почве обменного калия и доступного фосфора, в значительной степени, может быть объяснен эффектом иссушения почвы под ними в летний период. Этим, видимо, может быть объяснена и схожесть динамики областных и районных показателей по фосфору с динамикой залежных земель, а не с действующей пашней на объекте «Губино». В последние годы более 80% обследуемой территории области были заняты старовозрастными многолетними травами, по состоянию и режиму использования значительная часть этих земель представляет собой по своей сути залежь. В 60-80-е годы прошлого века многолетние травы на обследуемой пашне занимали 25-28%.

Наиболее устойчивые негативные временные изменения в почвенном плодородии на всех анализируемых вариантах связаны с ростом кислотности почвы. На объектах мелиорации, при отсутствии известкования, изменения в кислотности осушаемой почвы, в отличие от других показателей, были однонаправленными независимо от режима их использования и внесения удобрений. Динамика изменения кислотности почвы в среднем по области, по району и на объектах мелиорации за 30-45-и летние периоды времени показаны на рисунке 3. В отличие от мелиоративных объектов динамика изменения кислотности почвы в целом по области и району имела поэтапный разнонаправленный характер. На первом этапе под влиянием известкования количество кислых почв сокращалось, снижались средневзвешенные показатели кислотности по pH. Затем, после прекращения работ по известкованию кислотность стала расти – в 7 туре (1996-2006гг.) pH составил соответственно 5,6, а в 2011-2014гг. – 5,4. Следует отметить, что скорость изменений в кислотности почвы на объектах осушения, в т.ч. находящемся в состоянии залежи, была значительно выше, чем в среднем по области или району. Объясняется это более высокими потерями из осушаемых почв кальция и магния. По нашим данным среднегодовой вынос кальция (CaO) с дренажным стоком в зависимости от почв на расчетном дре-

наже составляет 63,3-92,2 кг/га, магния(MgO) – 19,8- 39,3кг/га [4]. Суммарные потери кальция и магния с дренажным стоком при длительном использовании осушаемых земель могут достигать огромных величин и при отсутствии поддерживающего известкования привести к агрохимической деградации дренированных почв.

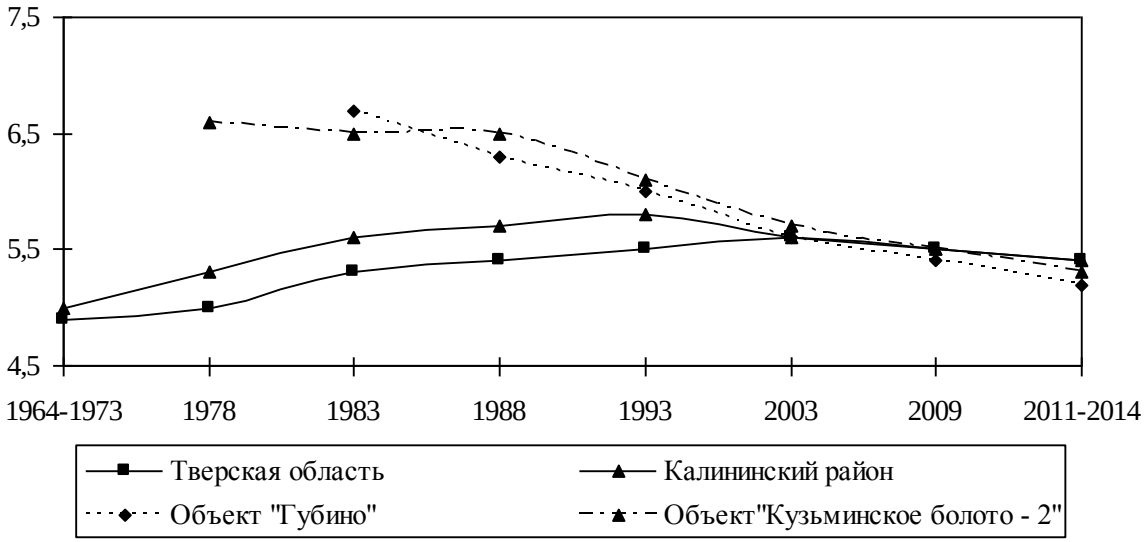


Рис.3. Динамика кислотности почв ($pH_{сол}$)

Таким образом, анализ областных, районных и по объектных агрохимических показателей почвенного плодородия за длительный период времени показал, что их динамика, в значительной степени, определяется характером человеческой деятельности и режимом использования сельскохозяйственных земель. Замена интенсивных форм земледелия на бессистемное использование с ограниченным применением удобрений, приводит к смене тренда в динамике агрохимических свойств почв с положительного на отрицательный. Положительная динамика содержания в почве доступного фосфора и обменного калия формируется при положительном балансе этих элементов, когда их поступление в почву превышает суммарные потери. Содержание гумуса в почвах зависит также от режима их использования и баланса органического вещества. На осушаемых землях наиболее негативные изменения в агрохимических свойствах связаны с ростом кислотности почв. При отсутствии известкования ее увеличение наблюдалось на всех анализируемых вариантах и при всех режимах использования земель, что связано с промывным водным режимом и значительным выносом кальция и магния с дренажным стоком на осушаемых землях. Дренаж, при отсутствии поддерживающего известкования, может быть причиной ускоренной агрохимической деградации осушаемых почв. При переходе дренированных земель в залежное состояния процесс деградации кислотно-основных свойств почв при работающем дренаже не прекращается. При анализе временных изменений в почве содержания обменного калия и доступного фосфора следует учитывать структурные изменения в посевной

площади культур. Сравнение целесообразно вести не по отдельным годам, а по группе лет, чтобы исключить влияние погодного фактора на объективность выводов о динамике почвенного плодородия.

Библиографический список

1. Фирсов С.А. Мониторинг потенциала почвенных ресурсов, качества и безопасности сельскохозяйственной продукции. -Тверь, Изд. С_Принт, 2010. – 194с.
2. Фирсов С.А. Оптимизация агроэкологического состояния дерново-подзолистых почв Тверской области//Плодородие. 2011. №5. С. 30-33.
3. Фирсов С.А. Зависимость плодородия дерново-подзолистых почв Тверской области от содержания подвижного фосфора //Агрохимический вестник. 2011. №1. С.16-18.
4. Митрофанов Ю.И., Пугачева Л.В., Иванов Д.А. Влияние почвенно-мелиоративных условий на химический состав и вынос элементов питания с дренажным стоком / Использование мелиорированных земель – современное состояние и перспективы развития мелиоративного земледелия: материалы Междунар. научно-практ. конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 27-28 августа 2015г. – Тверь: Твер.гос. ун-т, 2015.- С. 140-146.

УДК 631.41

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ВОДОУСТОЙЧИВЫХ АГРЕГАТОВ В СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ

К.Ю. Хан[1], д.б.н., **А.Д. Позднякова[2],** к.б.н., **Б.К.Сон[3]**

[1]Московское областное региональное отделение международного общественного экологического фонда – Окский экологический фонд, г. Пущино, Россия

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

[3]Учреждение Российской академии наук Институт фундаментальных проблем биологии, г.Пущино, Россия

При мелиорации земель происходит изменение физических и химических свойств почвы, в том числе происходят изменения в почвенных агрегатах, которые придают почве комковатую структуру, наиболее благоприятную для роста и развития растений.

Чтобы понять, как «устроены», размещены и взаимодействуют различные минеральные, органические и органоминеральные компоненты в агрегатах мелиорированных земель следует более детально исследовать свойства отдельных почвенных агрегатов (монофракции). Необходимо установить закономерности влияния различных свойств почвы на агрегатное сцепление и в первую очередь оценить роль органического вещества в формировании водоустойчивой агрегатной структуры в почвах. Для этого были проведены специальные исследования на серых лесных почвах.

Анализ кривых разрушения, полученных для четырех различных монофракций агрегатов серой лесной почвы, показывает, что все они однотипны (рис.1). При уменьшении влажности от 30 до 20% макроагрегаты практически не разрушаются.

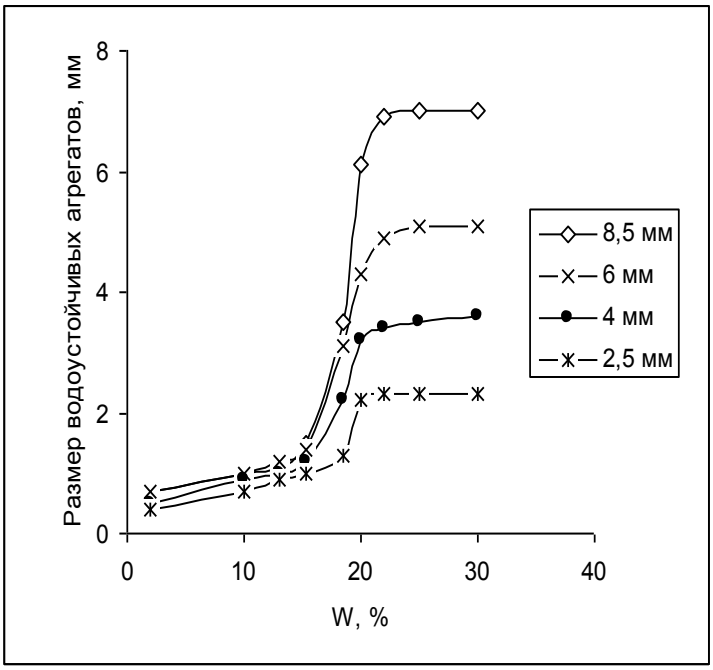


Рис.1. Кривые разрушения макроагрегатов $A_{пах}$ (0-20 см) серой лесной почвы

Дальнейшее снижение влажности вызывает резкое увеличение процессов разрушения макроагрегатов. Обусловлено оно действием зажатого в порах агрегата воздуха и расклинивающим давлением тонких пленок воды (метод Саввинова [2] имитирует этот процесс разрушения агрегатов). Чем больше агрегатных пор заполнены воздухом, тем сильнее зажатый водой воздух в порах вызывает разрушение агрегатов. Кроме того, при поглощении воды в сухих агрегатах развиваются высокие расклинивающие давления, которые способны «раздвинуть», «расклинить» частицы и вызвать распад макроагрегата на водоустойчивые частицы различных размеров.

Отметим, что содержание водоустойчивых частиц, определенных в воздушно сухих агрегатах при мокром их фракционировании, характеризует их максимальную устойчивость по отношению к разрушающему действию воды. Количество водоустойчивых частиц, участвующих в формировании макроагрегатов, может изменяться в достаточно широком диапазоне. В результате образуются макроагрегаты разного размера и разной формы.

Эти данные показывают, что макроагрегаты исследуемой серой лесной почвы сложены из водоустойчивых агрегированных частиц, средневзвешенный диаметр которых составляет 0,4-0,7 мм. Кроме того, в агрегатах серой лесной почвы при высоком уровне увлажнения, содержится от 8 до 17% частиц, которые слабо связаны с «телом» макроагрегата. Они составляют тот потенциальный резерв, который может быть вовлечен в процесс формирования макроагрегатов.

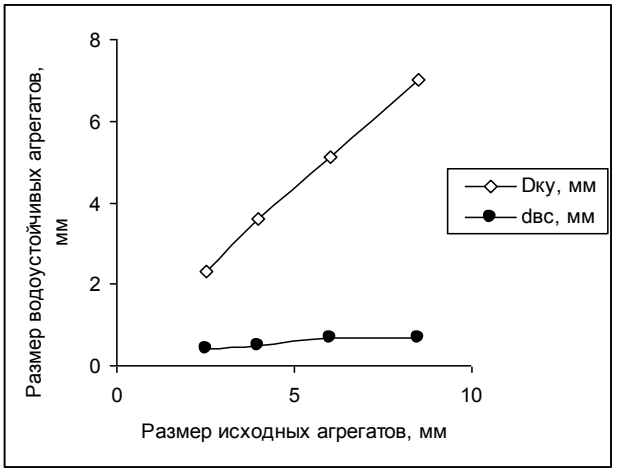


Рис. 2. Зависимость размера водоустойчивых агрегатов от их исходной комковатости: $D_{ку}$, - капиллярно увлажненные агрегаты, $d_{вс}$ – воздушно сухие агрегаты. Почва – серая лесная $А_{пах}$ (0-20 см)

Как видно из графика (рис.3), при влажности почвы меньше, чем влажность критическая происходит закономерное увеличение количества разрушенных водоустойчивых агрегатов. Характерно, что при влажности меньше чем влажность критическая ($W<W_{кр}=20\%$) интенсивно начинают разрушаться все агрегаты не зависимо от их исходного размера. В этой связи особый интерес представляют данные (рис. 4), характеризующие интенсивность разрушения агрегатов (dN/dW).

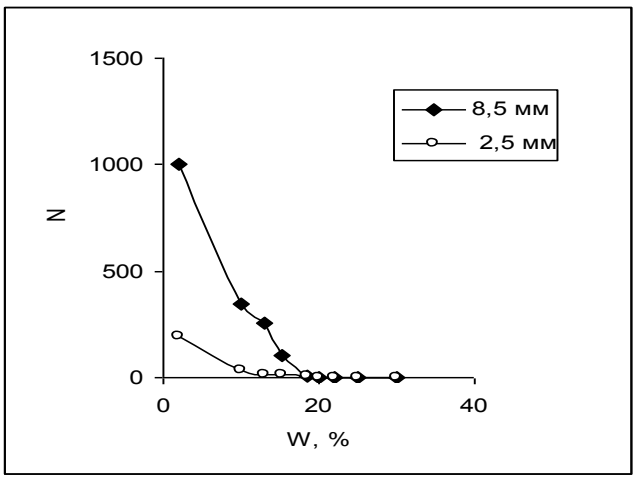


Рис.3. Изменение количества водоустойчивых агрегатов (N) в зависимости от их исходной влажности (W). Почва – серая лесная $А_{пах}$ (0-20 см)

Из графика следует что, если содержание влаги в агрегатах превышает величину критической влажности ($W>W_{кр}$), то интенсивность распада практически близка нулю или оказывается равной нулю. Но как только влажность агрегатов становиться меньше чем влажность критическая ($W<W_{кр}$) интенсивность распада резко возрастает.

При этом кривая интенсивности разрушения для макроагрегатов, средневзвешенный диаметр которых составляет 8,5 мм, имеет максимум и минимум (рис. 4). Этот факт свидетельствует о том, что при влажности, со-

ответствующей точке максимума, происходит снижение прочности структурных связей в агрегате (*интенсивность распада высокая)*, а при влажности, соответствующей точке минимума (*интенсивность распада низкая*), наоборот происходит упрочение структурных связей. Обусловлено это тем, что при медленном деформировании текстуры макроагрегата, обусловленного процессами усадки-набухания, происходит переориентация тонкодисперсных частиц почвы в области контактных взаимодействий.

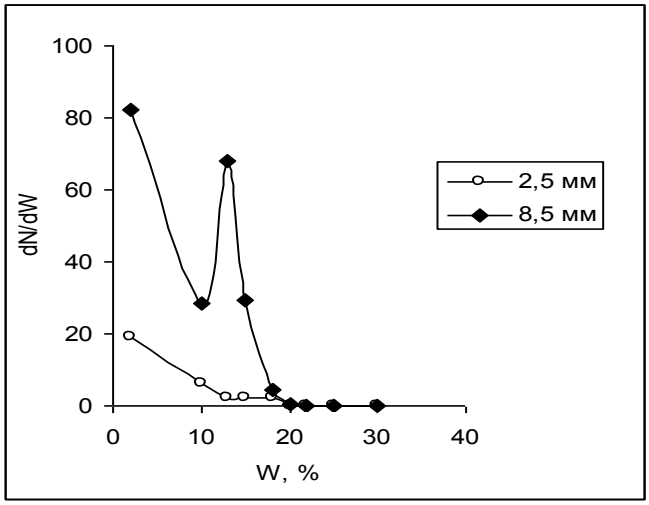


Рис .4. Зависимость интенсивности разрушения (dN/dW) почвенных агрегатов от их влажности (W). Почва – серая лесная $А_{пах}$ (0-20 см)

Если в процессе переориентации тонкодисперсных частиц образуются в основном структурные связи типа «базис-базис», то происходит упрочение структуры макроагрегата, а если по типу «базис-скол», то наоборот – уменьшение прочности структурных связей. Этот эффект четко выявляется на кривых, характеризующих интенсивность разрушения макроагрегатов (рис.4). Отметим, что в агрегатах размером 2,5 мм, рассматриваемые эффекты не проявляются.

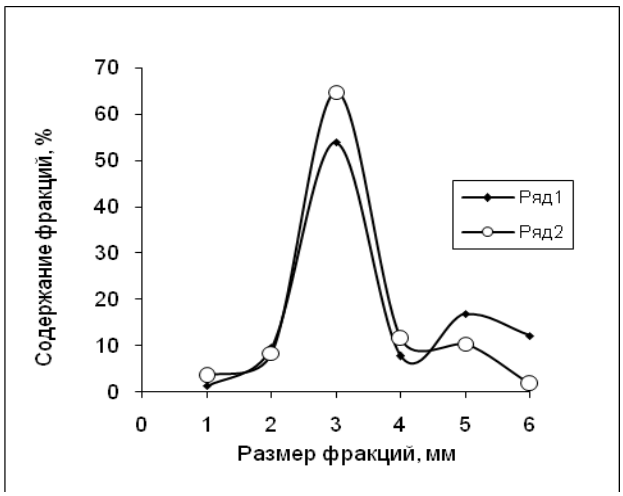


Рис. 5. Гранулометрический (ряд 1) и микроагрегатный состав (ряд 2): 1- 1-0,25; 2 – 0,25-0,05; 3 – 0,01-0,05; 4 – 0,01-0,005; 5 – 0,005-0,001; 6 - < 0,001 мм. Почва – серая лесная $А_{пах}$ (0-20 см).

На рис.5 представлены результаты гранулометрического и микроагрегатного составов горизонта $А_{пах}$ серой лесной почвы. Как видим, в исследуемых почвах практически весь ил агрегирован (табл. 1). Как в составе гранулометрических фракций, так и во фракциях микроагрегатного состава преобладающей является фракция крупной пыли. Эта фракция является тем структурным элементом, которая в исследуемых серых лесных почвах создает основу для формирования водоустойчивых частиц размером 0,4-0,7 мм. Эти водоустойчивые частицы в дальнейшем формируют макроагрегаты.

Таблица 1 – Изменение фактора дисперсности и фактора структурности серых лесных почв

Глубина, см	Фактор		Нижняя граница пластичности, %
	Дисперсности $К_д$, %	Структурности $К_с$, %	
0-20	14,4	85,6	29,30
20-33	12,0	88,0	34,80
33-40	19,3	80,7	35,00
40-60	12,2	87,8	35,20
60-35	11,0	89,1	33,30

На диаграмме (рис.6) представлены данные, характеризующие изменение содержания гумуса и величины средневзвешенного диаметра водоустойчивых агрегатов серых лесных почв, находящихся под различными угодьями. Этот ряд характеризует влияние вида сельскохозяйственного использования на изменение структурного и гумусного состояния серой лесной почвы – важнейших факторов, определяющих экологические функции серой лесной почвы.

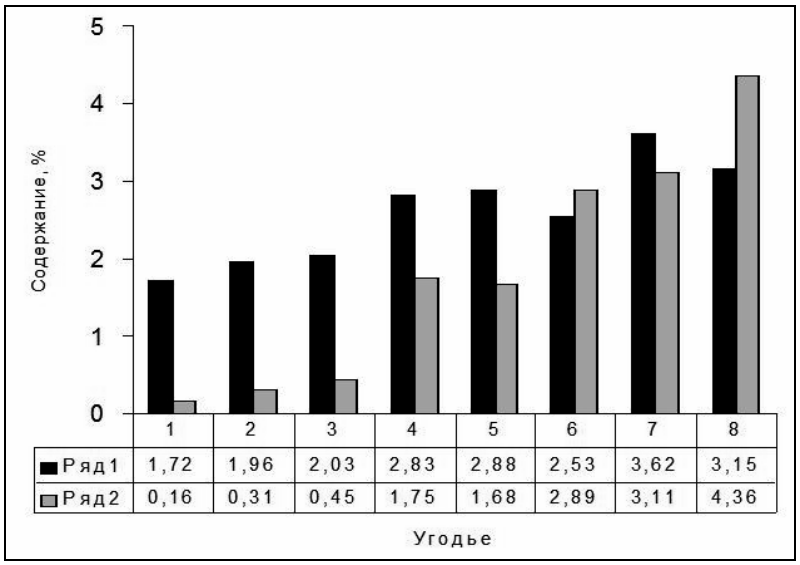


Рис. 6. Изменение содержания гумуса (ряд 1) и средневзвешенного диаметра водоустойчивых агрегатов (ряд 2) в серых лесных почвах под различными угодьями: 1 – бессменный пар (5 лет); 2- озимые с подсевом трав; 3- травы второго года пользования; 4 – некосимый луг (7 лет); 5 – косимый луг (12 лет) [1]; 6 – залежь (8 лет); 7- лиственничник; 8 – смешанный лес [3]

Из диаграммы видно (рис.6), что бессменное 5-ти летнее парование пашни, которая до этого длительное время использовалась в качестве пахотного угодья, стало причиной практически полной потери серыми лесными почвами агрегатной структуры и почти двух кратного уменьшения в серых лесных почвах содержания гумуса. В то же время залужение таких пахотных угодий позволяет в течение 7-12 лет до 80% уровня восстановить содержание гумуса в исследуемых серых лесных и существенно улучшить их агрегатную структуру. Такая же закономерность в восстановлении агрегатной структуры и повышения содержания гумуса выявлена для серой лесной почвы под 8-летней залежью (рис.6).

Таким образом, в исследованных серых лесных почвах макроагрегаты формируются из водоустойчивых почвенных частиц размером 0,4 – 0,7 мм. Тонкая пыль является структурным элементом, основой для их образования. Процессы деградации и восстановления структурного и гумусного состояния в серых лесных почвах протекают, сопряжено, что свидетельствует о тесной связи между этими генетическими признаками.

Библиографический список

1. *Волокитин М.П., Хан К.Ю., Сон Б.К., Золотарева Б.Н.* Оценка деградации некоторых агрофизических свойств почв// Почвоведение. 1997, №1. с.57-63.
2. *Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф.* Практикум по почвоведению. Под редакцией д.б.н. проф. Н.Ф. Ганжары. М.: Агроконсалт, 2002. -280 с.
3. *Хакимов, М. П. Волокитин, Н. П. Сыроижко* //Почвоведение. -2005. - №6. - с.653-663.

УДК 631.616

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ФАКТОРЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ, ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ СТЕПНОГО И СУХОСТЕПНОГО ПОВОЛЖЬЯ

Л. Г. Романова, к.с.-х.н.,
ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации», г. Энгельс, Саратовская область, Россия;
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия
Ю.А. Лукашунас,
ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации», г. Энгельс, Саратовская область, Россия

Мелиоративное воздействие резко изменяет направленность почвообразовательного процесса, вызывая чаще всего развитие деградационных процессов, проявляющихся в ухудшении физических и физико-химических свойств почвы, снижении плодородия и, как следствие, падении урожайности сельхозкультур. Мелиорируемые земли – особо ценный фонд сельскохозяйственных угодий, так как на них даже в неблагоприятные годы можно получать относительно высокие урожаи. Целью исследований яв-

ляется анализ влияния орошения на основные факторы почвообразования и свойства орошаемых почв степной и сухостепной зон Поволжья в современных условиях на базе материалов многолетних экспериментальных исследований ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» и других научных учреждений и организаций, работающих в Поволжье по рассматриваемой проблеме. В Поволжье, как и в других природно-климатических зонах страны, последствия существующей системы орошаемого земледелия проявились в усилении выноса питательных веществ из почв в результате интенсификации сельскохозяйственного производства и промывного режима; в усилении минерализации органического вещества почвы, потере гумуса, ухудшении водно-физических свойств почвы; усилении водной и ветровой эрозии, изменении условий почвообразования от автоморфных к гидро- или полугидроморфным, загрязнении поверхностных водоемов, рек и подземных вод химическими и биологическими веществами, поступающими в них с поверхностными или дренажными стоками; в изменении гидрологической обстановки как на орошаемых землях, так и на прилегающих территориях. Важнейшей задачей сельхозпроизводства на сегодня является предупреждение снижения плодородия мелиорируемых земель, а критерием оценки экологического состояния орошаемого агроландшафта является совокупность показателей агроклиматических, земельных и водных ресурсов.

Ключевые слова: *орошаемые почвы, агроландшафты, мелиорация, плодородие, гумусовое состояние.*

Ameliorative effect dramatically changes the orientation of the soil-forming process, causing often the development of degradation processes, manifested in the deterioration of the physical and physico-chemical properties of the soil, reducing fertility and, as a consequence, the fall in yields of crops. Reclaimed land – the most valuable agricultural land Fund, as they even in bad years it is possible to obtain relatively high yields. The aim of the research is to analyze the impact of irrigation on major factors of soil formation and properties of irrigated soils of steppe and dry steppe zones of the Volga region in modern conditions on the basis of materials of long-term experimental studies of FSBI «Volzhniigim» and other scientific institutions and organizations working in the Volga region on this issue. In the Volga region, as in other climatic zones of the country, the consequences of the existing system of irrigated agriculture was manifested in the increased removal of nutrients from soils as a result of intensification of agricultural production and leaching regime; to strengthen the mineralization of organic matter in the soil, loss of humus, deterioration of water-physical soil properties; the increased water and wind erosion, changing conditions of soil formation from automorphic to hydro - or half hydromorphic , contamination of surface water bodies, rivers and groundwater from chemical and biological substances into them with surface drainage or runoff; in the change of hydrological situation on irrigated lands and adjacent territories. The most im-

portant task of agricultural production today is the prevention of reduction of fertility of the reclaimed land, and the environmental state of the irrigated agricultural landscape is a set of indicators of agro-climatic, land and water resources.

Key words: irrigated soils, agricultural landscapes, land reclamation, fertility, humus condition.

Введение. Мировой опыт и практика показывают, что орошение почти всегда сопровождается изменением агроэкологического состояния территорий. В большинстве случаев основной причиной этих изменений являются неправильное и ненормированное водопользование, низкие коэффициенты полезного действия и использования воды, отсутствие или неудовлетворительная работа коллекторно-дренажной сети.

Материалы и методы. Степень агроэкологической устойчивости орошаемых земель зависит от хозяйственной деятельности человека. Орошение, прежде всего, изменяет факторы почвообразования. В результате орошения изменяются гидротермические показатели. Оросительные нормы увеличивают общее количество влаги, получаемой почвами степей на 50-100 %. В результате возрастает влажность воздуха, снижается температура воздуха и почвы [2, 7].

Определяющими факторами плодородия почв являются содержание гумуса и водно-физические свойства.

Дополнительное увлажнение, улучшая водный и тепловой режимы, создают условия для более интенсивной микробиологической деятельности в течение вегетационного периода. Увеличение общего количества микроорганизмов, усиление ферментативной активности приводит к интенсификации почвообразовательного процесса в целом. В условиях благоприятного водного, теплового и пищевого режимов в орошаемых почвах стабилизируется скорость минерализации и гумификации растительных остатков.

Длительное орошение изменяет гумусовый баланс почв. Гумусовое состояние почв при орошении в значительной степени зависит от культуры земледелия и качества поливной воды. При хорошем качестве поливной воды (минерализация менее 1,0 г/л, гидрокарбонатно-кальциевый солевой состав), наличии в севообороте многолетних трав (не менее 30 %), внесении органических удобрений (10-20 т/га ежегодно) содержание гумуса в почве не уменьшается, отмечается даже улучшение его состава: увеличивается содержание гуминовых кислот, связанных с кальцием и свободных гуминовых веществ, являющихся резервом для питания растений. Однако во многих хозяйствах культура земледелия, технология поливов остается низкой, что приводит к снижению запасов гумуса даже в большей степени, чем на богаре [3, 5,11].

Для объективной оценки гумусированности почв, помимо фактиче-

ского, необходимо определить критическое, равновесное и оптимальное его содержание [4,11]. Критические запасы гумуса соответствуют такому его содержанию, начиная с которого возникают процессы отклонения показателей агрофизического состояния почв от оптимальных значений более чем на 20 %, что ведет к снижению продуктивности посевов и служит показателем начала деградации почв. Интервал оптимальных значений содержания гумуса соответствует условиям, при которых в интенсивном земледелии создаются предпосылки максимального использования естественных и дополнительных, связанных с орошением ресурсов влаги и элементов минерального питания NPK, получение высокого качества продукции, устойчивости ведения земледелия и сопротивления почв деградационным процессам. По принятой оценке, нижний порог оптимального содержания гумуса для черноземов на 1,0-1,5 % выше критических значений, а для зоны каштановых почв – на 0, -0,8 % [5,8]. Значения критического и оптимального содержания гумуса в пахотном слое орошаемых почв Поволжья приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Оптимальные и критические значения содержания гумуса в почвах Поволжья, %

Гранулометрический состав	Темно-каштановые		Каштановые		Обыкновенные черноземы		Южные черноземы	
	критическое	оптимальное	критическое	оптимальное	критическое	оптимальное	критическое	оптимальное
Тяжелосуглинистые и глинистые	2,8-3,1	3,5-3,8	2,4-2,6	3,0-3,3	4,5-4,8	5,4-6,0	3,5-3,7	4,5-4,7
Среднесуглинистые	2,1-2,7	2,8-3,5	1,8-2,1	2,6-3,0	3,4-3,6	4,3-4,5	2,4-2,6	3,5-3,8
Легкосуглинистые	1,5-1,8	2,2-2,5	1,2-1,4	1,9-2,1	2,5-2,8	3,8-4,0	1,2-1,5	2,6-3,0

Длительное орошение изменяет *гумусовый баланс* почв. Для степной зоны Поволжья выявлено снижение или стабилизация запасов гумуса. Гумусовое состояние почв при орошении в значительной степени зависит от культуры земледелия. При наличии в севообороте многолетних трав (не менее 60 %), внесении органических удобрений (10-20 т/га ежегодно), использовании сидератов содержание гумуса в почве не уменьшается, отмечается даже улучшение его состава. Однако во многих хозяйствах культура земледелия, технология поливов остается низкой, что приводит к снижению запасов гумуса даже в большей степени, чем на богаре.

Под влиянием орошения обычно происходят негативные изменения *водно-физических* свойств почв степной и сухостепной зоны: объемная масса верхних горизонтов суглинистых и глинистых почв увеличивается до 1,3-1,4г/см^3 против 1,05-1,1г/см^3 на богаре. Уплотнение происходит за счет более плотной упаковки структурных отдельностей в верхнем слое орошаемых почв при проходах тяжелой техники, в результате вмывания

илистых частиц с током поливной воды из верхней в среднюю часть почвенного профиля, при образовании почвенной корки. В результате уплотнения снижается скорость впитывания и фильтрации поливной воды, ухудшается аэрация почв [6,8,10]. Объемная масса пахотного и подпахотного слоя орошаемых почв Поволжья, приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Оптимальные значения объемной массы пахотного слоя почв Поволжья, г/см^3

Тип почвы	Значение
Черноземы обыкновенные суглинистые и глинистые	<1,20
Черноземы южные солонцеватые	<1,25
Темно-каштановые суглинистые и глинистые	<1,30
Каштановые суглинистые и глинистые	<1,30

Результаты и обсуждения. В результате длительного орошения тяжелых по гранулометрическому составу почв степной зоны обычно наблюдается деградация структуры, которая проявляется в увеличении глыбистости, уменьшении количества агрономически ценных агрегатов, снижении водопрочности. Обесструктуривание, прежде всего, связано с неблагоприятными характеристиками искусственного дождя (интенсивность, скорость падения и размер капель) и длительностью полива. Более значительное уплотнение почв до 1,6 - 1,7 г/см^3 называется слитизацией. Слитизация происходит в связи с физико-химическими изменениями в почвах, обычно как результат осолонцевания. Во влажном состоянии почвы сплываются, резко возрастает вязкость, при высыхании почва растрескивается и цементируется [3,10].

Орошение степных почв неизбежно приводит к выщелачиванию карбонатов кальция из почвенного профиля, чему способствует щелочность поливных вод.

Как и в любом регионе, в зоне Поволжья в орошение вовлечены почвы, которые развивались как в автоморфных (зональные типы почв: черноземы, каштановые почвы), так и в гидроморфных условиях (луговые разновидности основных типов почв зоны). Основная часть ирригационного фонда в зоне Поволжья исходно незасолена, однако, встречаются почвы исходно засоленные и солонцеватые.

Орошение осуществляется в основном волжской водой хорошего качества (минерализация <0,5 г/л, гидрокарбонатно-кальциевого солевого состава), однако имеются участки, орошаемые на местном стоке водой с минерализацией более 1 г/л хлоридно-сульфатного и сульфатно-хлоридного, натриевого солевого состава. Вышеназванное разнообразие условий ирригации приводит к различному экологическому состоянию орошаемых почв [3].

Для степной зоны России в целом и Поволжья в частности характер-

на слабая естественная дренированность территории. Поэтому в результате орошения почти повсеместно происходит подъем уровня грунтовых вод со скоростью 0,3-1,5 м в год. Критическая глубина залегания грунтовых вод для почв степной зоны составляет 2,0-2,5 м при минерализации больше 5-7г/л. Через 10-30 лет после начала орошения грунтовые воды достигают критического уровня, при котором резко изменяется направленность почвообразовательного процесса: наблюдается переувлажнение, осолонцевание и вторичное засоление почв [3,8].

При глубине грунтовых вод 2-5м формируется полуавтоморфный, периодически промывной тип водного режима. При глубине менее 2м складывается гидроморфный, испарительный тип водного режима. Третья часть переувлажненных почв подвергается вторичному засолению. Площадь орошаемых земель с уровнем залегания грунтовых вод выше 2м составляет в степной зоне около 17% [10].

Для развития вторичного засоления помимо критической глубины залегания уровня грунтовых вод необходимо наличие исходных запасов солей в почвогрунтах, слабая естественная дренированность территории, когда приток влаги превышает ее отток и развиваются процессы испарения.

Помимо вторичного засоления почв при орошении проявляются процессы содонакопления в грунтовых водах и почвах, ведущие к осолонцеванию. Причин появления соды при орошении несколько: миграция соды, имеющейся в грунтовой воде, при ее подъеме до критической глубины по почвенному профилю; возникновение ее за счет обменных реакций с поглощающим комплексом почв; образование соды в водоемах и оросительной сети в результате деятельности микроорганизмов.

Среди почв степной и сухостепной зон Поволжья естественным наивысшим плодородием характеризуются обыкновенные черноземы. Территория развития обыкновенных черноземов наименее подвержена засухам. При высокой культуре земледелия за счет агротехнических мероприятий и применения оптимальных доз минеральных удобрений возможно повышение урожая зерновых культур в 1,5 раз; орошение на этом фоне увеличивает урожай еще на 10-20 % [3]. Однако небольшие резервы кальция в поверхностных горизонтах и глубокое залегание карбонатов предопределяют самую низкую устойчивость черноземов среди почв степной зоны. Дополнительное увлажнение даже при поливах водой хорошего качества приводит к развитию процессов осолонцевания. Чем выше минерализация и чем больше отношение Na^+ к Ca^{2+} в оросительной воде, тем быстрее и в большей степени проявляются процессы осолонцевания, ведущие к физической деградации и обесструктуриванию почв. Орошение приводит к усилению микробиологической деятельности, что при небольшой прибавке урожая приводит к потере гумуса. Гидроморфные условия усиливают деградацию орошаемых черноземов. Следует отметить, что почвы Поволжья, благода-

ря высокому качеству поливной воды и значительному естественному кальциевому потенциалу по сравнению со степными почвами других регионов (Северный Кавказ, Западная Сибирь) меньше подвержены процессам деградации. Небольшое увеличение урожайности за счет орошения, наличие резервов роста урожаев в богарных условиях за счет агротехнических приемов, а также низкая устойчивость почв к дополнительному увлажнению и большие затраты на орошение делают малоэффективным выращивание зерновых культур на орошаемых черноземах. Значительно более рентабельно выращивание кормовых культур и кукурузы. Орошение степных черноземов должно быть дополнительным к атмосферным осадкам и должно проводиться по дефициту водопотребления выращиваемой культуры. Это необходимое и обязательное условие сохранения естественного плодородия черноземов.

Черноземы южные и темно-каштановые почвы близки между собой по основным водно-физическим свойствам и плодородию. Они характеризуются высоким естественным плодородием, однако продуктивность их лимитируется летне-осенним дефицитом влаги. Засухи средней и сильной степени повторяются 2-4раза за 10 лет. Это зона рискованного земледелия. Повышение урожайности за счет агротехнических мероприятий не превышает 30 %; орошение на фоне высокой культуры земледелия обеспечивает рост урожайности зерновых культур в 1,5-3,0 раза, достигая 2,5-2,8 т/га [8].

Почвы характеризуются значительным запасом различных форм кальция, что обеспечивает их высокую устойчивость при дополнительном увлажнении. Но в гидроморфных условиях при наличии в грунтовых водах натрия возможно ухудшение структуры, диспергация, увеличение подвижности гумуса. При подъеме грунтовых вод опасность развития вторичного засоления и осолонцевания выше у темно-каштановых почв. Эффективно орошение исходно незасоленных почв. Поливы должны проводиться дополнительно к атмосферному увлажнению, обеспечивая оптимальное увлажнение корнеобитаемого слоя сельхозкультур в течение всего периода вегетации. При орошении необходимо поддерживать ирригационно-автоморфный режим, обеспечивающий устойчивый солевой режим зоны аэрации.

Более высокое естественное плодородие, лучшие водно-физические (коэффициент фильтрации, водоудерживающая способность, порозность) и физико-химические свойства, обеспечивающие устойчивость к негативному влиянию орошения характерны для почв среднесуглинистого гранулометрического состава. Тяжелосуглинистые и глинистые почвы в большей степени деградируют при орошении. Легкосуглинистые почвы, обладая меньшим естественным плодородием, худшей структурной и меньшим содержанием гумуса по сравнению со среднесуглинистыми, очень эффективно реагируют на орошение, особенно при соблюдении мер по уменьшению фильтрационных потерь и гумусосбережению.

Выводы. Многолетние результаты изучения влияния орошения на почвы степной и сухостепной зоны позволили определить значения основных агрохимических и агрофизических показателей, обеспечивающие экологически благоприятное состояние орошаемого агроландшафта [9,10].

Мелиорация земель, как сильный природопреобразующий фактор, может приводить к негативным экологическим последствиям. Необходимо отметить, что и в настоящее время продолжаются следующие негативные процессы: сокращение общей площади сельскохозяйственных угодий; уменьшение площади орошаемых земель; ухудшение их мелиоративного состояния и хозяйственного использования; нарастание отрицательного баланса гумуса на пашне (до 1 - 3 т/га в год); усиление процессов эрозии и опустынивания; загрязнение почв тяжелыми металлами и радионуклидами; увеличение площадей с сильнокислыми почвами, на которых ограничивается сельскохозяйственное производство; интенсивное развитие заболачивания и подтопления земель; зарастание древесно-кустарниковой растительностью; ухудшение естественных лугов и пастбищ. Все это приводит к резкому сокращению площадей сельскохозяйственных угодий, ухудшению водно-физических, физико-химических свойств почв и снижению их плодородия. Экологическая устойчивость природных систем в результате развития указанных процессов значительно понизится [1].

Поэтому непременной составляющей работ по мелиорации земель является недопущение ущерба природным системам и другим землепользователям или компенсация этого ущерба, что требует дополнительных мероприятий и затрат.

Библиографический список

1. Брель, В.К. Принципы организации и ведения учета мелиорированных земель в современных условиях / В.К. Брель, В.А. Шадских, Л.Г. Романова // Мелиорация и водное хозяйство. -2013. -№ 4. -С. 8-10.
2. Колганов, А.В. Принципы ландшафтно-экологического подхода к мелиорации земель / А.В. Колганов, В.Н. Щедрин, Г.А. Сенчуков, А.А. Бурдун // Мелиорация и водное хозяйство. - 2000. - № 5 -С.12-16.
3. Морковин, В.Т. Управление плодородием орошаемых земель Поволжья / В.Т. Морковин, Л.Н. Шмыгля // Сб. науч. тр., посвященный 45-летию ФГБНУ «ВолжНИИГиМ «Проблемы повышения эффективности использования водных и земельных ресурсов Поволжья». Энгельс, 2011. - С. 239 – 247.
4. Пронько, Н.А. Расчет балансов гумуса и элементов питания растений в мелиоративном земледелии с применением информационных технологий. / Н.А. Пронько, В.В. Корсак, Р.В. Прокопец, Т.В. Корнева, Л.Г. Романова // Методические указания - Саратов: ФГОУ ВПО СГАУ им. Н.И.Вавилова, 2010. - 44 с.
5. Пронько, Н.А. Изменение плодородия темно-каштановых почв Поволжья при длительном орошении и приемы его восстановления / Н.А. Пронько, Л.Г. Романова // Плодородие. 2005. - № 4 - С. 31.
6. Пронько, Н.А. Изменение плодородия орошаемых каштановых почв Поволжья в процессе длительного использования и научные основы его регулирования / Н.А. Пронько, Л.Г. Романова, А.С. Фалькович – Саратов, 2005. – 219 с.

7. Решеткина, Н.М. Пути устранения негативных экологических последствий развития орошаемого земледелия // Мелиорация и водное хозяйство – 1999. - № 5.
8. Романова, Л.Г. Основные показатели оперативной диагностики изменения орошаемых почв Поволжья / Л.Г. Романова // Сб. науч. тр. по материалам межд. научно-практ. конф. «Актуальные вопросы образования и науки». - Тамбов, изд-во ООО «Консалд. компания Юником», 2014. - С. 120 – 122.
9. Романова, Л.Г. Основы оптимизации мелиоративного состояния земель Поволжья в зоне ирригационного воздействия// Л.Г. Романова// Сборник статей IX Всероссийской научно-практической конференции: Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы. Под ред. И.Л. Воротникова, 2015. - С. 152-154.
10. Шадских, В.А. Критерии оценки компонентов агроландшафта, обеспечивающих экологическую устойчивость орошаемой территории / В.А. Шадских, Л.Г. Романова, В.Е. Кижаева, А.Г. Лапшова // «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия», Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации(Новочеркасск), 2015, № 57-1, С. 180 – 185.
11. Янюк, В.М. Оценка гумусного состояния и воспроизводство плодородия орошаемых почв / В.М. Янюк, А.Н. Галибин, В.В. Майорова // Проблемы землеустройства и мелиорации земель в Саратовской области: Сб. науч. тр. / Под ред. Б.И. Туктарова; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2002. – С. 201 – 212.

УДК 624.131.: 627.11

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА И ЗАВИСИМОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩЕЙ КОМПРЕССИОННЫЕ СВОЙСТВА БИОГЕННЫХ ГРУНТОВ

Васильева Н.В., к.т.н., доцент
Учреждение образования «Беларусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь

Биогенные грунты – современные органо-минеральные отложения осадочного происхождения с повышенным содержанием органического вещества. Они неоднородны по своему генезису, составу, строению и состоянию, что связано с постоянно изменяющимися условиями их образования, а на пойменных участках и переотложением их в периоды паводков. Различный исходный материал для их образования и изменяющиеся во времени условия их образования являются причиной многообразия свойств этих грунтов, поэтому для достоверной оценки требуется выполнять большое количество определений показателей их свойств. Для биогенных грунтов, как и для минеральных, необходимо определять три основных показателя, входящих в уравнение механики грунтов: плотность (γ), естественную влажность (W), плотность твердой фазы (γ). Кроме того, для установления типа биогенного грунта, необходимо знать и значение зольности (Z).

Механические свойства биогенных фунтов, которые представляют интерес для инженерных целей при использовании этих грунтов в качестве основания или материала для возведения сооружений, определяются соотношением продуктов распада и неразложившейся части органической составляющей, а также характером внутриагрегатных и межагрегатных взаи-

модействий, основу которых составляет межмолекулярные, водородные, гетерополярные, комплексно-гетерополярные и другие связи. Эти связи и определяют структуру грунтов и, соответственно, их механические свойства.

Сухое вещество (твердая фаза) биогенных фунтов состоит из продуктов распада растительных и животных организмов и минеральных включений. Источниками накопления минеральных соединений является биогенная, водная и воздушная миграция неорганических компонентов.

Специфика свойств биогенных грунтов обусловлена их высокой влажностью и пористостью. Основной объем содержащейся в них воды связывается и удерживается органической составляющей этих грунтов. Минеральная составляющая связывает незначительное количество воды по отношению к органической. Влажность органической составляющей (количество воды связанное единицей массы) и является структурным показателем, который достаточно точно характеризует сжимаемость любого типа биогенного грунта. Для различных типов биогенных грунтов влажность их органической составляющей изменяется в очень широком диапазоне в зависимости от зольности на разную величину иотличается от влажности самого грунта.

В зоне капиллярного насыщения и ниже уровня грунтовых вод содержание воздуха и растворенных газов незначительно и практически не влияет на величину показателей физических свойств биогенных грунтов, поэтому в таких условиях их можно считать полностью водонасыщенными.

В единице объема для подавляющего большинства биогенных грунтов их минеральная составляющая занимает несопоставимо малый, в сравнении с органической составляющей объём и ее сжимаемость так же несопоставимо мала, поэтому сжимаемостью минеральной составляющей можно пренебречь. Минеральная составляющая биогенных грунтов способна связать и удерживать в структуре грунта значительно меньшее количество воды, чем органическая. Поэтому связь между параметрами свойств, следует устанавливать отдельно для минеральной и органической составляющих.

В общем случае объём образца водонасыщенного биогенного грунта состоит:

$$V_{обр} = V_{орг} + V_{мин} + V_{в}$$

где $V_{обр}$- объём образца,

$V_{орг}$-объём органической составляющей,

$V_{мин}$-объём минеральной составляющей,

$V_{в}$- объём воды.

Для определения фазового состава взят образец торфа (опыт №1) со

следующими исходными данными:

торф древесно-осоковый, степень разложения R=45%,

влажность W =205%,

зольность Z=21,56,

плотность твердой фазы γ_s= 1,67 г/см^3,

коэффициент пористости ε_0=3,43.

Плотность скелета грунта равна

$$\gamma_d = \frac{1}{0{,}01W + \frac{1}{\gamma_s}} = 0{,}3775 г/см^3$$

Плотность грунта в образце будет равна

$$\gamma = \gamma_d (0{,}01W + 1) = 1{,}1515 г/см^3$$

Объём образца в компрессионном кольце равен

$$V_{обр.} = F \cdot h = 25{,}5 \cdot 2{,}08 = 53{,}04 см^3$$

где h= 2,08см;- начальная высота образца;

F= 25,5см^2- площадь образца.

Масса образца равна

$$P_{обр.} = \gamma \cdot V_{обр.} = 1{,}1515 \cdot 53{,}04 = 61{,}076 г$$

Объём твердой фазы образца

$$m = \frac{\gamma_d}{\gamma_s} = \frac{0{,}3775}{1{,}67} = 0{,}2260$$

Объём пор

$$n = 1 - m = 1 - 0{,}2260 = 0{,}7740$$

Масса воды в образце

$$P_в = V_{обр} \cdot n \cdot \gamma_в = 53{,}04 \cdot 0{,}7740 \cdot 1{,}0 = 41{,}053 г$$

где $\gamma_в = 1{,}0 г/см^3$- плотность воды.

Масса твердой фазы образца

$$P_{тв.ф} = P_{обр.} - P_в = 61{,}076 - 41{,}053 = 20{,}023 г$$

Твердая фаза образца состоит из минеральной и органической составляющих

$$P_{тв.ф} = P_{мин.} + P_{орг.}$$

Масса минеральной составляющей образца равна

$$P_{мин.} = \frac{P_{тв.ф} \cdot Z}{100} = \frac{20{,}023 \cdot 21{,}56}{100} = 4{,}317 г$$

Масса органической составляющей образца составит

$$P_{орг.} = P_{тв.ф} - P_{мин.} = 20{,}023 - 4{,}317 = 15{,}706 г$$

Объём твердой фазы образца будет равен

$$V_{тв.ф} = V_{обр.} \cdot m = 53{,}04 \cdot 0{,}226 = 11{,}987 см^3$$

Объём воды в образце:

$$V_{в} = V_{обр.} - Vтв.ф = 53{,}04 - 11{,}987 = 41{,}053 см^3$$

Минеральная и органическая составляющая в образце способны связать определенное количество воды, величина которой не определена, соответственно не определена и влажность этих составляющих. Плотность твердой фазы минеральной и органической составляющих также не определена. Но так как минеральная составляющая способна связать в своей структуре несопоставимо меньшее количество воды, чем органическая, то представляет интерес вопрос: сколько воды может быть связано минеральной составляющей и какова ее плотность?

Плотность твердой фазы минеральной составляющей зависит от породообразующих минералов и химических элементов и изменяется в достаточно узком диапазоне. Поэтому, задаваясь различными значениями плотности минеральной составляющей γ_s и ее влажности $W_{мин}$, можно проанализировать, какое количество воды может быть связано минеральной составляющей $P_{в}^{мин}$ и вычислить ее характеристики.

$$P_{мин} = \frac{P_{мин} \cdot W_{мин}}{100}$$

Анализируя другие показатели физических свойств, полученные при расчете можно заключить, что в качестве наиболее вероятных значений γ_s и $W_{мин}$, можно принять соответственно 2,7 г/см^3 и 20%. При других значениях показатели свойств минеральной составляющей выходят за возможные пределы показателей минеральных грунтов аналогичного механического состава.

Количество воды, связанное минеральной составляющей составит

$$P_{в}^{мин} = \frac{P_{мин.} \cdot W_{мин.}}{100} = \frac{4{,}317 \cdot 20}{100} = 0{,}863 г$$

Следовательно, при принятых значениях параметров объем минеральной составляющей для рассматриваемого примера равен:

$$V_{мин} = \frac{P_{мин}}{\gamma_{мин}} = \frac{4{,}317}{2{,}1} = 2{,}056 см^3$$

Высота минеральной составляющей в образце

$$h_{мин} = \frac{V_{мин}}{F} = \frac{4{,}317}{25.5} = 0.081 см$$

Как видно из расчета объём, занимаемый минеральной составляющей в образце, составляет $2{,}056 см^3$,а объём образца $V_{обр} = 53{,}04 см^3$, поэтому при расчете сжимаемости ею можно пренебречь и считать, что грунт состоит только из органической составляющей и воды. Однако количество связанной органической составляющей воды будет при этом большим, чем в исходном образце. При определении содержания воды в образце было принято, что и минеральная и органическая составляющие в равной степени связывают какое-то количество воды, а фактически, как следует из приведенного расчета, это не так.

Масса воды связанная органической составляющей будет равна

$$P_в^{орг} = P_в - P_в^{мин} = 41{,}053 - 0{,}863 = 40{,}190 (г)$$

Влажность органической составляющей имеет значение

$$W_{орг} = \frac{P_в^{орг} \cdot 100}{P_{орг}} = \frac{40{,}190 \cdot 100}{75{,}706} = 255{,}89(\%)$$

Как и для минеральной составляющей, плотность твердой фазы органической составляющей также не определена. Задаваясь различными значениями плотности органической составляющей можно рассчитать показатели её физических свойств.

При значениях $\gamma_s < 1{,}5$ г/см^3 коэффициенты пористости органической составляющей меньше или незначительно превышают коэффициент пористости образца $\varepsilon_i = 3{,}43$, поэтому γ_s не может быть меньше чем 1,5 г/см^3. Следовательно, для практических расчетов можно принять $\gamma_s^{орг}$=1,5 г/см^3, что совпадает с значениями $\gamma_s^{орг}$ полученными [3] исходя из других предпосылок при определении показателей физических свойств биогенных грунтов. Приняв плотность твердой фазы органической составляющей $\gamma_s^{орг}$ = 1,5 г/см^3, определяем показатели физических свойств этой составляющей.

Плотность скелета органической составляющей образца равна

$$\gamma_d^{орг} = \frac{1}{0.01W + \frac{1}{\gamma_s^{орг}}} = \frac{1}{0{,}01 \cdot 255{,}89 + \frac{1}{1{,}5}} = 0{,}310 г/см^3$$

Плотность органической составляющей имеет значение

$$\gamma_{орг} = \gamma_d^{орг} \cdot (0{,}01W_{орг} + 1) = 0{,}310 \cdot (0{,}01 \cdot 255{,}89) + 1 = 1{,}103 г/см^3$$

Объем органической составляющей

$$V_{орг} = V_{тв.ф} - V_{мин} = 11{,}987 - 2{,}056 = 9{,}93 \text{ см}^3$$

Высота органической составляющей в образце

$$h_{орг} = \frac{V_{орг}}{F} = \frac{9.931}{25.5} = 0.389 \ см$$

Коэффициент пористости органической составляющей равен

$$\varepsilon_{орг} = \frac{\gamma_s^{орг}}{\gamma_d^{орг}} - 1 = \frac{1{,}5}{0{,}310} = 3{,}838$$

Коэффициент пористости образца

$$\varepsilon_{орг} = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1 = \frac{1{,}670}{0{,}3775} - 1 = 3{,}43$$

Одной из основных и наиболее трудоемких задач при изучении свойств биогенных грунтов как оснований сооружений, является получение экспериментальным путем компрессионных характеристик (показатели сжимаемости), необходимых для определения осадки сооружений и используемых при расчете напряженно-деформируемого состояния основания. Так как для всех типов биогенных грунтов процесс уплотнения является длительным, кроме того, учитывая тот факт, что биогенные грунты характеризуются чрезвычайной пестротой свойств, как по глубине залежи, так и по площади, то даже на небольших площадках для достоверной оценки необходимо сделать большое количество определений.

В силу особенностей реологических свойств биогенных грунтов для получения компрессионных характеристик для одного образца необходимо проводить испытания в лабораторных условиях в течение нескольких месяцев, а для некоторых видов этих грунтов и при большом количестве ступеней нагружения этот процесс может достигать года. Поэтому актуальным является построение компрессионной кривой без проведения компрессионных испытаний, то есть расчетным путем.

Для получения расчетной зависимости были использованы опыты с торфами и сапропелями, которые отличаются друг от друга по коэффициенту пористости, влажности и другим показателям в условиях естественного сложения. Характер сжимаемости образцов биогенных грунтов примерно одинаков, изменяется только степень сжимаемости в зависимости от начальной пористости образца.

Наиболее распространенным уравнением при аппроксимации экспериментальных компрессионных кривых является логарифмическое. Для всех видов биогенных грунтов зависимости в координатах

$$\frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_0} = \frac{\varepsilon_0^{\phi}}{\varepsilon_0} - a_к \cdot \ell q \frac{p}{p_0},$$

где ε_i – коэффициент пористости, соответствующий приложенной нагрузке Р, кг/см$^{2;}$

ε_0 – начальный коэффициент пористости

$\varepsilon_0^{\hat{o}}$ – условный (начальный) коэффициент пористости;

$a_к \cdot tq\alpha$ – коэффициент полной компрессии (показатель сжимаемости)

P_0 – нагрузка, соответствующая точке пересечения скрепленного участка компрессионной кривой с осью ординат, P_0 = 0,1 кг/см^2

Начальный коэффициент пористости ε_0 в естественном состоянии должен находится на оси абсцисс при значениях Р = 0, который в принятых координатах расположен на – ∞. Поэтому за начальное значение коэффициента пористости принимаем некоторое условное значение ε_0^{ϕ}, соответствующее точке пересечения прямолинейного участка компрессионной зависимости с осью ординат при Р = 0,1 кг/см^2. Значения показателей ε_0^{ϕ} и $a_к$ зависят от показателей физических свойств, состава и состояния биогенных грунтов. Математическая форма связи между этими показателями получена на основе графического анализа соотношений между ε_0^{ϕ} и ε_0 и ε_0^{ϕ} и $a_к$, в численном выражении имеет следующее значение:

$$\varepsilon_0^{\phi} = 1{,}3826 \cdot \varepsilon_0^{0{,}8448}$$

$$a_к = 0{,}1231 \cdot \varepsilon_0^{0{,}5717}$$

Подставляя полученные выражения в уравнение компрессионной кривой, получаем формулу для построения компрессионной кривой для биогенных грунтов в зависимости от одного параметра ε_0 по традиционному подходу к анализу экспериментальных данных

$$\varepsilon_i = 1{,}3836 \cdot \varepsilon_0^{0{,}845} - \left(0{,}147\varepsilon_0^{0{,}483}\right) \cdot \varepsilon_0 \ell q \frac{p}{p_0}$$

Выводы

1.Биогенный грунт – сложная система, которая состоит из минеральной и органической составляющих.

2.Для практических расчетов можно принять значение $\gamma_s^{мин}$ =2,7 г/см^3, $\gamma_s^{орг}$=1,5 г/см^3 и влажность минеральной составляющей $W_{мин}$ = 20%.

3.При расчете органической составляющей значение плотности скелета можно принять $\gamma_s^{орг}$=1,5 г/см^3.

4.Полученная зависимость для расчета компрессионных кривых позволяет рассчитывать их по показателям физических свойств биогенных грунтов вместо длительных и трудоемких испытаний в лабораторных условиях.

Библиографический список
1. Лысенко М. П. Состав и физико-механические свойства грунтов. -М: «Недра», -1972. -320 с.
2.Черник, П.К., Васильева, Н.В. Расчет фазового состава биогенных грунтов //Сб. науч. тр. Белорус. НИИ мелиорации и луговодства. TXLV. -Минск, 1998. -С. 80-88.
3. Черник П.К. Рекомендации по инженерно-геологическим изысканиям болотных отложений под сооружениями. -Минск, 1977. -28 с.
4. Рубинштейн А. Я. Биогенные грунты. -М.: Стройиздат, 1984. -108 с.
5. Рубинштейн А. Я., Канаев Ф.С. Инженерно-геологические изыскания для строительства на слабых грунтах. -М.: Стройиздат, 1984. -108 с.

УДК 631.86

ФАКТОРЫ ПЛОДОРОДИЯ ОСУШАЕМЫХ ПОЧВ, РЕГУЛИРУЕМЫЕ СРЕДСТВАМИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ

Т.С. Зинковская, к.с.-х.н., **В.Н. Зинковский**, к.с.-х.н.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», г. Тверь, Россия

В последние десятилетия в мировой сельскохозяйственной практике ряда стран возрастающее внимание уделяется внедрению технологий, опирающихся на биологизацию земледелия. Поэтому научно обоснованное расширение сферы применения методов биологизации земледелия в сельском хозяйстве, которые без ущерба окружающей среде способны успешно решать проблему повышения почвенного плодородия с одновременным решением другой не менее важной проблемы, связанной с утилизацией отходов производства в животноводческой отрасли, актуально и необходимо.

Плодородие почвы является совокупностью свойств, обеспечивающих нормальное развитие произрастающих на ней растений и продуктивность сельскохозяйственных культур. Все эти свойства ряд авторов объединяет в четыре группы [1]:

1. Химические и физико-химические свойства: оптимальное содержание гумуса, доступных форм основных элементов питания, микроэлементов, близкая к нейтральной реакция почвенного раствора, достаточная насыщенность ППК кальцием, низкое содержание поглощённого водорода.

2. Физические свойства: агрономически ценная водопрочная зернистая или комковатая структура; оптимальная плотность и связанная с ней порозность, обеспечивающая аэрацию почвы; хорошая впитывающая и водоудерживающая способность.

3. Биологические свойства: оптимальный уровень биологической активности различных групп микроорганизмов, обусловливающих процессы гумификации и мобилизации элементов питания в доступные для растений формы.

4. Благоприятный гидротермический режим почвы, обеспечивающий теплом и влагой оптимальное развитие растений и полезной почвенной микрофлоры в течение вегетации.

Все четыре группы свойств, определяющих почвенное плодородие, в значительной мере можно улучшать применением различных биомелиоративных средств, среди которых приоритет принадлежит различным видам органических удобрений. Практически все органические удобрения содержат азот, фосфор, калий, а также множество микроэлементов, витаминов и гормонов в доступной для растений форме. Среди органических удобрений животного происхождения ведущее место занимают беспод-стилочные и подстилочные формы навоза и птичьего помёта. Но их качество резко различается в зависимости от режимов кормления животных и птицы, от условий хранения, обеззараживания, внесения в почву.

Из традиционных видов органических удобрений большое распространение получили различные компосты на основе навоза и помёта в сочетании с торфом или разными растительными остатками.

В последние 15-20 лет предпочтение отдаётся производству нетрадиционных высокотехнологичных биологически активных и экологически чистых органических удобрений (компостов), получаемых по методу биоконверсии органического сырья. В повышении эффективности таких удобрений большое значение имеет научное обоснование технологий их приготовления и использования при оптимизации доз, сроков и способов внесения.

Улучшение качества удобрений на основе биоконверсии органического сырья связано с дополнительными затратами, которые должны окупаться прибавками урожая [2]. Применение их в сельском хозяйстве позволяет улучшить состояние современного земледелия средствами биологической мелиорации с активным вовлечением в круговорот веществ различных отходов промышленности, сельского и коммунального хозяйства.

При усиливающейся деградации почвенного покрова пахотных земель органические удобрения в комплексе с другими средствами систем земледелия, обладающими биомелиоративными свойствами (многолетние травы, сидераты, фитомелиоранты), интенсивно активизируя почвенную микрофлору, могут быстро восстанавливать и оптимизировать основу плодородия – органическое вещество почвы. При этом увеличивается активность большинства ферментов окислительно-восстановительного ряда, тем самым нивелируется неблагоприятная пропорция между процессами минерализации органического вещества и его гумификацией. Пополнение биогенных элементов в почве предполагается за счёт внесения органических удобрений, растительных остатков, мобилизации их из труднорастворимых минералов, симбиотической, а также ассоциативной азотфиксации.

Пахотный слой большинства почв Нечернозёмной зоны обеднён илистой и особенно коллоидной фракцией. Даже хорошо окультуренные суглинистые почвы содержат в пахотном слое низкое количество минеральных коллоидов, не превышающее 2-3 %. Это создаёт крайне неблагоприятные условия для закрепления образующихся гумусовых веществ. От-

сюда вытекает огромная роль органических удобрений хорошего качества в улучшении оструктуренности почв.

Что касается элементов питания, то и здесь основная роль в их мобилизации, в превращении сложных фосфорорганических и трудно усвояемых минеральных фосфатов, а также калия принадлежит микроорганизмам. Невосполнима роль и биологического азота в питании растений, но в целом проблема азота в значительной степени решается структурой посевных площадей, повышением доли бобовых культур в севообороте [3].

Баланс фосфора, калия, микроэлементов в земледелии складывается гораздо напряжённее, чем баланс азота. Трудно восполнить дефицит фосфора только за счёт почвенных фосфатов, использования микоризных грибов и бактериальных препаратов. Здесь необходим комплексный подход с привлечением средств и химической мелиорации [4].

Поэтому при разработке мероприятий по сохранению и повышению плодородия осушаемых земель особое внимание должно быть направлено на рациональную систему применения удобрений, правильное построение севооборотов, обеспечивающих максимальное поступление органического вещества в почву, использование бобовых компонентов многолетних трав, сидератов, биопрепаратов и растений-мелиорантов.

Одним из факторов сохранения экологического равновесия и обеспечения оптимальной продуктивности агроэкосистем является биологизация технологических процессов. Это позволяет значительно сэкономить энергию, уменьшить негативное воздействие на природную среду. Рациональное сочетание химических и биологических источников питательных веществ способствует управлению потоками органического вещества и биогенных элементов, сокращает их потери.

Библиографический список

1. Груздева Л.И. Почвоведение с основами геоботаники /Л.И. Груздева, А.А. Яскин, В.В. Тимофеев и др. -М.: Агропромиздат, 1991. – 448с.
2. Мёрзлая Г.Е. Нетрадиционные органические удобрения /Г.Е. Мёрзлая //Плодородие, № 2, 2005. -С. 23-25.
3. Минеев В.Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения /В.Г. Минеев. Б. Дебрецени, Т. Мазур. -М.: Колос, 1993. -414 с.
4. Минеев В.Г. Агрохимия /В.Г. Минеев. -М.: МГУ, 2006. -720 с.

УДК 631:415.8+417.2

ВЛИЯНИЕ ЖИДКОФАЗНЫХ БИОСРЕДСТВ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

Кузьмин Е.А., к.т.н., **Фомичева Н.В.,** к.б.н., **Полозов Д.С.**

ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия

Среди многообразия физических свойств почв изучалось два наиболее важных показателя: удельная поверхность почвы (УПП) и водоустойчивость почвенных агрегатов (УПА).

С величиной поверхности частиц связаны явления сорбции и десорбции минеральных веществ, паров и газов, передвижения в почве воды и воздуха. Существует много способов определения внешней (кинетической) поверхности дисперсного вещества – почвы и внутренней – внутри почвенных частиц. Широкое распространение получили адсорбционные методы анализа. Почва, являясь природным сорбентом, имеет участки (двуокись кремния и т.п.) у которых молекулы находятся в тесном контакте, их молекулярные поля сливаются и они не проницаемы для других молекул. На этих поверхностях образуются слои адсорбционной жидкости с особыми свойствами. Другие участки – ненабухающие, проницаемые, пористые (цеолиты, известняки). Сорбция полярной жидкости – воды идет в несколько этапов: сначала в микропорах, соизмеримых с молекулами сорбата – воды – и до макропор, т.к. энергия связи сорбат – сорбент здесь меньше, чем в микропорах. При достаточном влагосодержании возникают связь через сорбированные молекулы жидкости и образуются пространственная совокупность сорбированного вещества внутри порового пространства сорбента (почвы). Третьи участки сорбентов – пронизаемые, набухающие (гумус, биомасса), для которых характерны вышеперечисленные участки с учетом изменения размеров пор.

При сорбции на поверхности аморфного или кристаллического участка молекул пара не происходит значительных изменений микроструктуры твердого тела вследствие высокой энергии взаимодействия молекул, но сорбция-десорбция низкомолекулярных жидкостей (воды) может менять микроструктуру высокомолекулярных соединений (гумуса). Это видно при сушке образцов почв. В данной работе УПП определена для 63 образцов по методу Кутелика в начале и конце опытов. При относительной упругости пара 0,2, которая создается над 58% раствором серной кислоты в эксикаторе, происходит сорбция воды и появляется плотное мономолекулярное покрытие поверхности сорбента (почвы). Навески сухой почвы 2 г выдерживали в эксикаторе до постоянного веса в течении месяца. УПП вычисляли по формуле [1]. Опыты проводились в лабораторных и полевых условиях. В лабораторных опытах образцы почв 200 г влажностью ПВ – 30% помещались в пластмассовые пробки. Количество растворов ЖФБ бралось из нормы полива 0,4 л/м^2. Кроме этого в образцы добавлялись различные органические удобрения: торфа – 3,4 г, соломы – 2,65 г + мочевина 0,06 г, КМН – 2,6 г, соломы – 0,52 г. Величины добавок брались таким образом, чтобы содержание азота во всех образцах было примерно одинаковым. Компостирование шло в течение 3 месяцев при t 22^{0}С.

Изучались дерново-подзолистые и торфяная почвы, отличающиеся по содержанию углерода (№1, №2, №3) и глины (№4-№7), от 5% для №4 до 30% для №7 (табл.1, табл.2). Для стимуляции компостирования к почвам приливалось ЖФБ. ЖФБ1 – это раствор, получаемый экстракцией 1% KH_2PO_4 из смеси торф : навоз : зола (50:50:3), ЖФБ2 – из смеси торф : на-

воз : ОММП (50:50:5). Исследовались осушаемые земли, имитация снижения УГВ под действием дренажа осуществлялась постепенным уменьшением влажности почв (табл. 1, табл.2) от 30% до 20%.

Таблица 1 – Сравнение влажности образцов почв за 3 месяца, %

Почва		Материалы компостирования											
		варианты	солома (0,52 г)			варианты	солома (2,65 г)+ мочевина (0,06 г)			варианты	КМН (0,64 г)		
			нач.	кон.	умн. %		нач.	кон.	умн. %		нач.	кон.	умн. %
Дерново-подзолист.1 гум. 3,3%	ЖФБ 1	1	30	24	-20	2	30	21	-30	3	28	16	-43
	ЖФБ 2	4	30	20	-33	5	30	19	-37	6	29	19	-35
	Контр.	7	30	21	-30	8	29	19	-35	9	30	21	-30
Дерново-подзолист.2 гум.3,07%	ЖФБ 1	10	34	25	-27	11	35	25	-29	12	34	26	-24
	ЖФБ 2	13	34	25	-27	14	35	26	-26	15	34	25	-27
	Контр.	16	34	24	-30	17	34	25	-27	18	34	25	-27
Торфяная 3 углерод. 19,8%	ЖФБ 1	19	114	33	-71	20	111	54	-52	21	110	55	-50
	ЖФБ 2	22	108	39	-64	23	109	53	-52	24	109	52	-53
	Контр.	25	112	48	-57	26	102	45	-56	27	112	49	-57

Таблица 2 – Сравнение влажности образцов почв за 3 месяца, %

Почва		Материалы компостирования											
		варианты	торф (3,4 г)			варианты	солома(2,65 г)+ мочевина(0,06 г)			варианты	КМН (2,6 г)		
			нач.	кон.	умн. %		нач.	кон.	умн. %		нач.	кон.	умн. %
Песок 4 гум. 1,96%	ЖФБ 1	26	30	20	-33	29	27	19	-30	30	30	18	-40
	ЖФБ 2	31	28	19	-33	32	30	21	-30	33	29	23	-21
	Контр.	34	28	21	-25	35	28	19	-33	36	28	19	-33
Супесчаная 5 гум. 3,35%	ЖФБ 1	37	30	20	-33	38	30	21	-30	39	31	23	-26
	ЖФБ 2	40	31	22	-29	41	30	22	-27	42	31	23	-26
	Контр.	43	31	25	-20	44	30	22	-27	45	28	19	-33
Легкосуглинистая 6 гум. 2,47%	ЖФБ 1	46	29	21	-28	47	29	20	-31	48	30	24	-20
	ЖФБ 2	58	28	17	-40	59	30	21	-30	60	30	19	-37
	Контр.	52	29	20	-50	53	29	20	-31	54	29	21	-28
Среднесуглинистая 7 гум. 3,07%	ЖФБ 1	55	30	17	-44	56	30	19	-37	57	30	18	-40
	ЖФБ 2	58	28	17	-40	59	30	21	-30	60	30	19	-37
	Контр.	61	30	17	-44	62	30	22	-27	63	30	16	-47

В полевых опытах кроме УПП определялась для образцов почв и водоустойчивость почвенных агрегатов (ВПА) по капельному методу Д.Г. Виленского [1]. Предполагалось, что препарат ЖФБ1 активизирует микробиоту почвы, продукты жизнедеятельности которых будут способствовать увеличению прочности почвенных агрегатов. Образцы почв 2 г помещались на расстояние 5 см от носика бюретки. Далее выпускалась вода частыми каплями. Размывание считалось законченным, когда агрегаты распадались на более мелкие и уходили через отверстия сита, на котором оста-

вались только частицы песка. Глинистые и пылеватые частицы проходили через сито.

Опыты проводились в полевых условиях на землях ВНИИМЗ. Почва – слабодренированная полугидроморфная, глеевая на среднемощном двучлене с типом водного питания – атмосферном с краткосрочным поверхностным переувлажнением, плоская вершина холма. Общая площадь опыта 450 м^2, площадь учетной делянки 7 м^2. Отборы проб: начальных – начало июня, конечных – 27 июля и 18 августа. В течение вегетации происходил полив три раза ЖФБ1 по нормам 0,2, 0,3, 0,4 л/ м^2 в посадках картофеля. В опытах использовался ЖФБ1, КМН.

Результаты анализов образцов лабораторных и полевых опытов помещены в табл. 1-5. Уменьшение влажности образцов дерново-подзолистых почв в лабораторных опытах составило ~ 30%, для торфяной почвы – 50-60%, табл. 1. Для почв, отличающихся содержанием глины, снижение составило 27-33%. Наибольшие потери влаги произошли для образцов с максимальным содержанием глины 30-44%. Добавки образцов торфа и КМН практически не повлияли на водоудерживающую способность почв из-за малых величин этих добавок. Торфяная почва обладала наибольшей влажностью, порядка 100%, к концу опыта потери составили примерно половину этой величины, что больше, чем для минеральных почв на 20%, табл. 1. Процесс компостирования не повлиял на водоудерживающую способность образцов, т.к. величина влажности варианта контроля уменьшилась в течение опыта аналогично вариантам с добавками.

Для всех образцов характерно снижение УПП. Как видно из табл. 2 с увеличением содержания физической глины в почве растет УПП, образцы от №4 до №7. В песчаной почве №4 как и по теории – самая min УПП. Наибольшая у средне-суглинистой №7, а самая большая у торфяной №3. Присутствие ЖФБ во многих случаях несколько снижает процесс уменьшения УПП по сравнению с контролем па 2-7 м^2/г. Это образцы вариантов (№№) 11,14,17,12,15,18; 19,22,25; 20,23,26; 28,31,34; 30,33,36; 47,50,53; 48,51,54; 55,58,61,56-63 (данные – вторые вертикальные столбцы в таблице, первые столбцы – исходные величины УПП), табл. 3, 4.

Уменьшение влажности должно способствовать снижению УПП, т.к. при почти полном заполнении пор водой и сохранении геометрии пор по мере удаления воды в них поступает воздух и происходит деформация пор. При сушке большинство дисперсных материалов уменьшается в объеме: т.н. усадка. Чем больше органических составляющих в материале, тем это виднее. Жесткие минеральные системы меньше подвержены этому процессу.

Возрастающая микробиологическая активность по мере снижения влажности способствует газовыделению, газы начинают заполнять поры, сохраняя их геометрические размеры и процесс уменьшения уд. поверхности замедляется. Для торфяной почвы уменьшение удельной поверхности составило 30-40%, для минеральных почв в 50-70% (образцы №4-7 почв) табл. 3, 4.

Таблица 3 – Удельная поверхность почвы, $м^2/г$

Почва		Материалы компостирования											
		варианты	солома (0,52 г)			варианты	солома (2,65 г) + мочевина (0,06 г)			варианты	КМН (0,64 г)		
			нач.	кон.	умн. %		нач.	кон.	умн. %		нач.	кон.	умн. %
Дерново-подзолист.1 гум. 3,3%	ЖФБ 1	1	18,8	19,0	+1	2	21,2	17,4	-18	3	22,2	17,7	-20
	ЖФБ 2	4	22,5	17,1	-24	5	20,6	15,6	-25	6	22,4	17,2	-24
	Контр.	7	22	17,7	-20	8	21,9	16,1	-27	9	22,9	18,2	-21
Дерново-подзолист.2 гум.3,07%	ЖФБ 1	10	24,4	18,4	-25	11	21,4	19,1	-11	12	25,6	23,9	-7
	ЖФБ 2	13	23,6	14,4	-39	14	20,9	13,7	-35	15	22,3	15,4	-31
	Контр.	16	23,4	14,8	-37	17	26,0	12,8	-51	18	27,2	14,0	-49
Торфяная 3 углерод. 19,8%	ЖФБ 1	19	160,2	96,5	-40	20	151,2	104,1	-32	21	158,7	95,3	-40
	ЖФБ 2	22	151,9	99,5	-35	23	150,1	99,8	-33	34	158,7	99,0	-38
	Контр.	25	163,9	96,1	-42	26	161,9	96,7	-41	27	159,8	99,7	-38

Таблица 4 – Удельная поверхность почвы, $м^2/г$

Почва		Материалы компостирования											
		варианты	торф (3,4 г)			варианты	солома (2,65 г) + мочевина (0,06 г)			варианты	КМН (2,6 г)		
			нач.	кон.	умн. %		нач.	кон.	умн. %		нач.	кон.	умн. %
Песок 4 ~ 5% глины	ЖФБ 1	28	21,3	9,7	-54	29	17,6	9,8	-46	30	19,3	8,16	-58
	ЖФБ 2	31	21,3	10,4	-51	32	18,2	8,5	-54	33	19,7	8,0	-60
	Контр.	34	21,1	9,4	-55	35	16,6	7,7	-54	36	17,7	7,2	-60
Супесчаная 5 ~ 15% глины	ЖФБ 1	37	31,2	9,2	-72	38	31,8	9,0	-72	39	31,0	10,7	-66
	ЖФБ 2	40	35,1	13,0	-63	41	28,9	11,2	-62	42	30,8	11,5	-63
	Контр.	43	33,7	12,2	-64	44	30,0	11,2	-63	45	32,52	11,56	-65
Легкосугли-нистая 6 ~ 20% глины	ЖФБ 1	46	32,2	10,8	-67	47	28,6	14,4	-50	48	29,4	13,7	-54
	ЖФБ 2	58	49,7	20,9	-58	59	46,7	18,4	-61	60	47,4	19,4	-59
	Контр.	61	50,6	18,3	-64	62	47,1	15,9	-67	63	48,8	17,3	-65
Среднесуг-линистая7 ~ 30% глины	ЖФБ 1	55	52,4	22,7	-57	56	47,6	18,4	-62	57	47,7	19,1	-60
	ЖФБ 2	58	49,7	20,9	-58	59	46,7	18,4	-61	60	47,4	19,4	-59
	Контр.	61	50,6	18,3	-64	62	47,1	15,9	-67	63	48,8	17,3	-65

Таким образом в большинстве случаев процесс уменьшения УПП при снижении влажности составляет по сравнению с контролем 2-7 $м^2/г$ из-за присутствия ЖФБ.

В полевых условиях использовался препарат ЖФБ1. Варианты №2-№4 (полив) сравнивались с контролем №1, табл. 5. Для №2-№5 характерно падение величины УПП в конце опыта по сравнению с начальными УПП для всех вариантов на 13-24%. Причем это снижение было больше чем для контроля – 17% (№2). Хотя уменьшению препятствовало увеличение нормы полива (от 0,2 до 0,4 $л/м^2$). Например, норма растет для №3,4,5 а УПП снижается с 24% до 21%.

В полевых условиях, в отличие от лабораторных, когда влажность контролируемо снижалась с ПВ до оптимальной – 20%, уменьшение влаж-

ности с 17% до 3-4% (варианты №3-№5) было большим, чем для №1 и №2, чему способствовала микробиологическая активность из-за присутствия ЖФБ по сравнению с вариантами контроля №1 и №2, что привело и к уменьшению УПП. ВПА, как и следовало ожидать, возросло. Наличие ЖФБ1 в почве с КМН активизировало микробиоту, жизнедеятельность которой увеличила выделение склеивающих соединений в почве. В образцах с КМН, но без ЖФБ произошло снижение ВПА на 16%, вариант №2, табл.5.

Таблица 5 – Физические свойства почвы под воздействием биосредств

№	Варианты	Влажность, %			УПП, $м^2/г$			ВПА, мл		
		нач.	кон.	±%	нач.	кон.	±%	нач.	кон.	±%
1	Контроль – б/у	18	6	-67	12,4	13,0	+5	9,4	10,6	+12
2	Контроль – КМН-4 т/га	17	4	-76	14,2	11,9	-17	8,1	6,8	-16
3	КМН – 4 т/га + ЖФБ1-0,2 $л/м^2$ - полив	16	3	-81	13,1	10,0	-24	7,3	8	+10
4	КМН – 4 т/га + ЖФБ1-0,3 $л/м^2$ - полив	15	3	-80	11,7	10,2	-13	7,3	6,3	-14
5	КМН – 4 т/га + ЖФБ1-0,4 $л/м^2$ - полив	17	4	-76	12,6	10,0	-21	6,4	7,6	+18
	Среднее (№№ 3,4,5)	16	3	-81	12,5	10,1	-19	7,0	7,3	+4

Таким образом, наличие ЖФБ при компостировании в почвах с регулируемым снижением влажности способствовало уменьшению снижения величины УПП на 2-7 $м^2/г$ по сравнению с вариантами без ЖФБ. В полевых условиях из-за неконтролируемой влажности почвы, наоборот, присутствие ЖФБ привело к ещё большему уменьшению УПП по сравнению с контролем, послужило росту ВПА. Одним из результатов этой работы является то, что применение ЖФБ приводит к положительному эффекту только в комплексе с другими агрохимическими приемами, среди которых – наличие двойного регулирования водного режима осушаемых почв для создания оптимальной влажности почвы в течении вегетации.

Библиографический список

1. А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 415с.

УДК 631.4

ПЕСТРОТА АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ОГЛЕЕННЫХ ПОЧВ В ОПЫТНЫХ ПОСЕВАХ ЛЮПИНА

О.А. Анциферова, к.с.-х.н., доцент

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград, Россия

ВВЕДЕНИЕ

Основными требованиями к выбору земельного участка под научные стационарные опыты является типичность и однородность в почвенном отношении [1]. Изучение пестроты свойств перед закладкой опытов неред-

ко ограничивается оценкой варьирования урожайности. Детально не изучаются морфогенетические, агрохимические и гидрологические свойства почв и не вскрываются причины пестроты урожайности. Используются крупномасштабные почвенные карты, составленные в 70-80-е годы XX в. без учета структуры почвенного покрова. Часто игнорируются современные достижения и рекомендации ученых в плане оценки почвенной неоднородности и ее влияния на результаты будущих опытов [2-4].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2016 г. на опытном поле ФГБНУ «Калининградский НИИ сельского хозяйства». В физико-географическом аспекте участок находится в пределах Полесской моренной равнины. Абсолютные отметки над уровнем моря 17 – 18 м. Почвы осушаются системой закрытого гончарного дренажа. Водоприемником является р. Овражка. В исследовании использованы стандартные и рекомендованные методики [5]. Изучены агрохимические свойства почв на 18 делянках опытов площадью по 100 м^2: 1) люпин Белозерный в смеси с ячменем; 2) люпин Сидерат 38; 3) люпин Витязь. Анализ образцов почв проводили по методикам: pH_{KCl} потенциометрически, обменный калий и подвижные фосфаты – по Кирсанову (ГОСТ Р 54650-2011), гумус по Тюрину, гидролитическая кислотность по Каппену, степень насыщенности основаниями расчетным методом, обменный алюминий по Соколову. Все анализы выполнены в 4-кратной повторности. Статистическая обработка данных проведена в Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Делянки стационарных опытов располагаются на пологом склоне к р.Овражка. Общий уклон на юго-запад. В результате детальной почвенной съемки вскрыта неоднородность почвообразующих пород верхней двухметровой толщи и установлено, что в пределах опытного поля расположена элементарная почвенная структура (ЭПС), включающая два основных компонента дифференцированные по элементам рельефа: 1) элементарный почвенный ареал (ЭПА) дерново-подзолистой глееватой легкосуглинистой почвы на моренных супесях в условиях ровного слабопологого (до 1^0) участка; 2) ЭПА дерново-подзолистой глееватой слабосмытой легкосуглинистой почвы с подстиланием карбонатными красно-коричневыми тяжелыми суглинками и глинами с глубины 40-70 см на пологом (1-2^0) участке. За пределами опытов ЭПА2 выходит в микроложбину. Таким образом, делянки пересекали оба ЭПА. Целью исследования явилось выявление неоднородности агрохимических свойств и оценка степени влияния на урожайность зеленой массы люпина в разных вариантах опытов. Агрохимическое обследование проведено поделяночно. Обработка результатов сделана в двух вариантах: 1) с учетом почвенно-геоморфологических особенностей по широкой (20м) трансекте общей длиной 270м; 2) по вариантам опытов (табл.1-2).

Таблица 1 – Статистические показатели варьирования агрохимических свойств почв на опытном поле с учетом компонентов ЭПС

Показатель*	pH_{KCl}	Нг**	Сумма обменных оснований	Степень насыщенности %	Гумус, %	Подвижный P_2O_5	Обменный K_2O
		мг-экв на 100 г почвы				мг/кг	
Вся выборка без учета ЭПА, n = 72							
X	4,6	3,9	10,6	72,8	2,08	173,1	187,2
m	0,03	0,08	0,3	0,9	0,02	8,3	5,2
V	4,6	12,0	23,6	11,0	9,6	20,7	11,1
lim	4,2-5,3	1,9-5,1	6,6-16,0	46,6-88,7	1,66-2,54	104-240	132-241
ЭПА 1, n = 32							
X	4,8	3,7	11,2	72,6	2,30	176,8	194,8
m	0,03	0,06	0,3	1,1	0,02	5,8	4,1
V	4,1	12,1	20,6	12,2	7,3	16,7	9,4
lim	4,5-5,3	1,9-5,1	6,6-15,0	46,6-88,7	2,07-2,54	125-220	171-241
ЭПА 2, n = 40							
X	4,5	4,0	10,1	71,0	1,90	170,2	181,2
m	0,02	0,05	0,3	1,1	0,02	5,9	4,6
V	3,4	6,3	15,5	9,1	8,8	17,1	10,2
lim	4,2-4,8	3,1-5,1	8,0-16,0	57,0-80,8	1,76-2,07	104-240	132-224
$НСР_{05}$ для ЭПС	0,1	0,2	0,8	2,8	0,06	15,8	9,8

Таблица 2 – Статистические показатели варьирования агрохимических свойств почв по вариантам опытов

Показатель*	pH_{KCl}	Нг**	Сумма обменных оснований	Степень насыщенности %	Гумус, %	Подвижный P_2O_5	Обменный K_2O
		мг-экв на 100 г почвы				мг/кг	
Делянки повторов в варианте «люпин + ячмень», n = 24							
X	4,8	3,5	10,4	74,5	2,12	188,8	195,7
m	0,03	0,05	0,3	1,0	0,02	8,9	7,3
V	5,3	8,3	12,6	9,8	9,1	19,5	13,8
lim	4,4-5,3	1,9-5,1	8,0-15,0	61,0-88,7	1,86-2,43	125-240	167-241
Делянки повторов в варианте «люпин Витязь», n = 24							
X	4,6	4,2	10,1	72,5	2,07	182,7	182,8
m	0,03	0,04	0,3	1,1	0,02	7,2	6,8
V	4,6	6,8	13,4	10,1	9,6	18,4	12,5
lim	4,2-5,0	2,9-5,6	6,6-14,8	54,0-85,1	1,76-2,38	115-220	132-218
Делянки повторов в варианте «люпин Сидерат», n = 24							
X	4,6	3,9	10,3	71,5	2,04	147,8	183,2
m	0,01	0,03	0,3	0,8	0,02	6,4	5,8
V	2,4	5,7	12,5	7,9	9,9	15,4	11,0
lim	4,5-4,8	3,5-4,7	8,0-14,8	61,0-77,9	1,66-2,54	104-188	141-200
$НСР_{05}$	0,2	0,3	0,9	2,9	0,08	16,1	9,5

* - X – среднее арифметическое; m – ошибка среднего; V – коэффициент вариации; lim – пределы варьирования; ** - гидролитическая кислотность.

В результате обобщения всей выборки установлено, что на изученных делянках опытов преобладает среднекислая реакция среды с варьированием от сильнокислой до слабокислой. Неоднородность выражена в форме убывающего значимого тренда от ЭПА 1 к ЭПА 2 по мезорельефу. Различия между ЭПА достоверны.

Выяснение природы почвенной кислотности показало неоднозначную картину по делянкам. Однако в 72 % случаев в составе обменных катионов преобладает водород над алюминием. Следовательно, кислотность обусловлена в большей степени антропогенными факторами: длительным применением гидролитически кислых удобрений (аммонийная селитра), а также гербицидов с кислой реакцией раствора (например, глифосатсодержащих).

Количество обменных оснований среднее с варьированием от низкого до повышенного. Пестрота связана с локальными неоднородностями содержания тонкодисперсной фракции в составе мелкозема, припашкой на слабосмытых почвах карбонатного горизонта подстилающей породы. Различия между ЭПА недостоверны.

Пространственное распределение гумуса аналогично значениям pH: обнаружен убывающий значимый тренд от ЭПА1 к ЭПА2. Различия между ЭПА достоверны и показывают, что на пологом склоне юго-западной экспозиции преобладают почвы слабой степени смытости.

В среднем содержание подвижного фосфора и обменного калия высокое с варьированием от повышенного до высокого. Различия между ЭПА по фосфору недостоверны, а по калию достоверны.

Таким образом, в пределах опытных посевов варьирование агрохимических свойств чаще всего укладывается в две соседние стандартные оценочные группы и является слабым. Исключение составляет pH_{KCl}, который и будет являться лимитирующим показателем.

При анализе неоднородности свойств без учета почвенных особенностей, а только по вариантам опытов (табл. 2) видно, что пестрота сильнее выражена в повторностях вариантов «люпин + ячмень» и «люпин Витязь». Размещение делянок варианта «люпин Сидерат» характеризуется минимальным пространственным варьированием за исключением содержания гумуса.

Учет надземной фитомассы проведен в фазу сизых бобов, оптимальную для использования люпинов на сидеральные цели. В условиях пространственной пестроты агрохимических свойств наиболее чувствительным к этому фактору оказались смешанные посевы (табл. 3). Оптимальная реакция среды почвенного раствора для ячменя 6 – 7,5. Поэтому в варианте «люпин + ячмень» при статистической обработке урожая зеленой массы с делянок повторов выявлен высокий коэффициент корреляции именно с pH_{KCl} ($r = 0,81$).

Таблица 3 – Урожайность зеленой массы (кг/м^2) одновидовых и смешанных посевов люпина по вариантам и с учетом ЭПА

Показатель	Варианты опыта		
	Люпин + ячмень	Люпин Витязь	Люпин Сидерат
Зелена масса* по вариантам	3,54 ± 0,15 19,5	4,18 ± 0,14 18,7	4,90 ± 0,18 12,7
Зеленая масса в пределах ЭПА 1	4,01 ± 0,17 8,7	4,72 ± 0,15 7,7	4,73 ± 0,13 6,0
Зеленая масса в пределах ЭПА 2	3,07 ± 0,15 16,1	3,67 ± 0,13 8,1	5,02 ± 0,20 11,8
$НСР_{05}$ для ЭПА	0,51	0,45	0,52

Среднее значение ± ошибка среднего
Коэффициент вариации, %

Дробный учет зеленой массы по различным ЭПА также показал достоверные различия, потому что на ЭПА 1 значения pH_{KCl} выше, чем на ЭПА 2 (табл. 1).

Люпин Витязь реагирует снижением общей урожайности на увеличение кислотности почв. Несмотря на то, что культура люпина является максимально устойчивой к почвенной кислотности, при низких pH блокируется симбиотическая азотфиксация и, соответственно, прирост зеленой массы. Оптимальный pH для узколистного люпина лежит в слабокислой области. Эффективность симбиоза возрастает с увеличением pH от 4 до 6,5 [6]. Поэтому испытываемые в опытах бактериальные удобрения и штаммы азотфиксаторов (мизорин, ризоторфин, КЛ5, ПГ5) не проявили своего потенциала в полной мере.

В исследованных нами вариантах опыта ярко выражены сортовые особенности люпинов. Так люпин сидератный в условиях сильно- и среднекислых почв не только не снижал урожайности зеленой массы, но она в среднем оказалась выше на ЭПА 2 по сравнению с ЭПА 1. Но эти различия недостоверны (табл. 3).

На урожайность зеленой массы при учете по ЭПС наряду с агрохимическими свойствами оказали влияние и условия увлажнения. Запас продуктивной влаги в апреле – июне на ЭПА 1 был выше по сравнению с ЭПА 2 с близким подстиланием тяжелыми слабо водопроницаемыми породами.

Надо также отметить сильную внутриделяночную пестроту урожайности, которая наиболее была выражена по всем вариантам опытов на ЭПА 2. Связано это не с агрохимическими, а с агрофизическими причинами – варьированием плотности сложения пахотного и подпахотного горизонтов почв.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что пространственная неоднородность уровня pH_{KCl} и содержания гумуса имеет убывающий значимый тренд и связана с развитием эрозионных процессов на пологом склоне. Достоверность различий

свойств между ЭПА по уровню pH, гумусу и обменному калию выше, чем по вариантам опытов. Поэтому следует признать ведущую роль почвенно-геоморфологических факторов в формировании пестроты агрохимических свойств на изученном опытном поле.

Пространственная неоднородность значений pH_{KCl} вносит существенные отклонения в результаты опытов, прежде всего на смешанных посевах (ячмень + люпин), где один из компонентов чувствителен к кислотности.

Урожайность зеленой массы достоверно отличается на различных ЭПА в вариантах опытов «люпин + ячмень» и «люпин Витязь». Кислая реакция среды является неблагоприятной для развития эффективной азотфиксации.

Изученные закономерности рекомендуется учитывать при дальнейшем планировании научных опытов с бактериальными удобрениями и штаммами азотфиксаторов во избежание ошибок в интерпретации результатов.

Библиографический список

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). / Б.А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Прохорова, З.А. Влияние неоднородности почвенного покрова на результаты математической обработки и их интерпретацию в многофакторных полевых опытах с удобрениями / З.А. Прохорова, А.С. Фрид // Агрохимия, 1983. № 11. С. 38 – 45.
3. Фрид А.С. Некоторые вопросы методики длительного полевого опыта на современном этапе / А.С. Фрид. – Москва, 2002. – 83 с.
4. Самсонова, В.П. Пространственная изменчивость почвенных свойств: На примере дерново-подзолистых почв / В.П. Самсонова. – Москва, 2008. – 160 с.
5. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / Под. ред. Л.М. Державина, Д.С. Булгакова. – Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. - 240 с.
6. Вавилов, П.П. Бобовые культуры и проблема белка / П.П. Вавилов, Г.С. Посыпанов. – Москва: Россельхозиздат, 1983. – 256 с.

УДК 631.6.02

ТРАНСФОРМАЦИЯ ТОРФЯНИКОВ ПРИ МЕЛИОРАЦИИ И ДЛИТЕЛЬНОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

Рабинович Г.Ю., д.б.н., профессор, **Поздняков Л.А.,** к.б.н.,
Позднякова А.Д., к.б.н., **Дуброва М.С.,** к.б.н.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», г. Тверь, Россия

В России имеется более 4 млн. га мелиорированных торфяников, представляющих большой интерес из-за высоких показателей плодородия и коммерческой ценности. Однако они также являются молодыми, динамично эволюционирующими и крайне неустойчивыми почвами. В процессе их освоения в большинстве случаев происходит преобладание деструк-

ции органического вещества над его синтезом и потери органического вещества вплоть до полной сработки. Поэтому изучение торфяных окультуренных, вовлеченных в сельскохозяйственное производство почв, очень важно с точки зрения охраны земельных ресурсов и для поддержания и воспроизводства их уникальных свойств.

Исследованиям трансформации торфяников при мелиорации и длительном антропогенном воздействии сейчас в России не уделяется должного внимания, т.к. стационаров с постоянным мониторингом эволюции старопахотных торфяников практически нет. Основная работа в этой области проведена лишь на первых этапах трансформации под действием мелиорации (от первых лет до нескольких десятилетий).

Опытные участки и стационары ВНИИМЗ на Яхромской пойме (Дмитровский район, Московская область) «Дальний» и «Ближний», имея производственные размеры и сроки освоения свыше 50 и 100 лет соответственно, являются одними из немногих подобных объектов в России и как нельзя лучше подходят для целей изучения процессов, которые происходят на поздних строках освоения. Исследования, проведенные на этих участках, указывают на начало новой фазы эволюционного развития, которая сопровождается глубокой трансформацией свойств и режимов торфяных почв.

Яхромская пойма (долина) представляла собой обширную заболоченную котловину, по которой протекает река Яхрома, хотя торфонакопление здесь началось до начала формирования аллювиальных отложений. Здесь расположены два агрополигона Дмитровского отдела ВНИИМЗ: участок «Ближний», осушаемый с 1906-1914 года, и «Дальний», интенсивная мелиорация которого ведется с 1961-1965 годов. В настоящее время эти участки, как и остальная часть поймы, используются для выращивания овощных и кормовых культур в условиях применения интенсивных технологий. Еще в 1960-е годы овощеводческая продукция четырех совхозов, организованных на Яхромской пойме, покрывала половину потребности Москвы, а в наши дни из всех площадей, которые используются для выращивания овощных культур в Московской области, половина располагается на землях Яхромской поймы [5].

На агрополигонах отмечаются чёткие закономерности в распределении свойств торфов и существовавших на них до осушения растительных сообществ. Они ясно делятся на прирусловую, центральную и притеррасную части. В притеррасной части до осушения сформировалось ключевое болото, где аккумулировались вещества, привнесенные с водораздела (карбонаты, соединения железа), и даже сейчас местами происходит выход грунтовых вод на поверхность. Здесь располагаются разнотравно-гипновые и гипновые торфа. Притеррасная часть содержит обильные включения аллювия и современные почвы здесь могут быть охарактеризованы как агроминеральные торфоземы. Центральная часть поймы занята торфами дре-

весного и древесно-осокового состава и наиболее богата органическим веществом. Сопоставление почв в рамках каждого контура позволяет вычленить те изменения, которые произошли с ними в результате освоения различной степени и сроков. Кроме того, для сравнения доступны результаты предыдущих анализов, проведенных при начале освоения и в 1990-е годы.

Общими тенденциями являются осадка торфов, увеличение плотности сложения, степени разложения и зольности. Уменьшаются влагоемкость, скважность, коэффициент фильтрации, степень аэрации торфов.

На первом этапе освоения наблюдается наиболее высокая усадка торфа – в первые 5-7 лет от 3 до 8 см в год и более. Нормативы по осадке и сработке при первичном освоении могут в это время составлять около 6 см/год по уменьшению мощности торфяников, 0,05г/см^3 нарастания объемного веса, 1% зольности. В последующие периоды, после формирования верхнего окультуренного «мурширования» горизонта, начинается эволюционная стадия жизни окультуренных торфяных почв, при которой деградационные процессы ослабляются, а ведущую роль начинают играть культурные почвообразовательные процессы.

Показано также, что осушение и применение удобрений привело на исследованных участках к повышению валовых и подвижных форм P, K, Ca, Mg, Fe, тогда как валовые запасы азота, рассчитанные на всю толщу торфа, и доля легкогидролизуемого азота уменьшились. Наблюдается трансформация органического вещества торфов.

Потери органического вещества зависят от содержания редуцирующих веществ и лигнина в торфо-образователях – чем больше редуцирующих веществ и меньше лигнина, тем выше степень деградации торфов. Маломощные торфяники через 25-30 лет после осушения переходят в органо-минеральные почвы.

Осушение и длительность эксплуатации торфоземов в сельскохозяйственном производстве оказало существенное влияние на содержание органического вещества (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание углерода и органического вещества в осушенных торфяных почвах Яхромской поймы

Ботанический состав	Углерод, %	ОВ,%
Эутрофные торфоземы 50-летнего срока использования		
на разнотравно-гипновом и гипновом торфе	33,47±7,97	77,11±10,75
на древесно-осоковом торфе	31,6±2,71	73,6±3,57
на мощной древесной залежи	33,86±3,48	72,45±2,93
Средние значения	32,76±2,7	73,91±3,50
Эутрофные торфоземы 100-летнего срока использования		
на разнотравно-гипновом и гипновом торфе	24,82±2,98	61,51±4,74
на древесно-осоковом торфе и мощной древесной залежи	27,02±1,63	67,23±2,5
торфоземы агроминеральные	16,12±3,13	45,71±8,22
Средние значения	23,41±2,7	59,63±5,15

Массивом осушения со 100-летним сроком эксплуатации было потеряно на минерализацию в среднем на 6-14% больше органического вещества по сравнению с массивом 50 лет осушения и использования.

На фоне процессов минерализации и потерь общего углерода происходит относительное накопление гуминовых кислот как биохимически наиболее устойчивой части гумуса (табл. 2). Об этом свидетельствует показатель отношения углерода гуминовых кислот к содержанию общего углерода ($С_{гк}/С$). Что касается типа гумуса, существенных различий в почвах массивов 50-ти и 100-летнего срока эксплуатации не выявлено. Во всех почвах наблюдается устойчивый гуматный тип гумусового состояния.

Таблица 2 – Показатели гумусного состояния осушенных торфяных почв Яхромской поймы

Ботанический состав	$С_{гк}/С$, %	$С_{фк}/С$,%	$С_{гк}/С_{фк}$ %	C/N
Эутрофные торфоземы 100-летнего срока использования				
на древесно-осоковом торфе и древесной залежи	34,05	12,94	2,63	13,86
на древесно-осоковом торфе и древесной залежи	49,50	12,56	3,94	14,63
на разнотравно-гипновом и гипновом торфе	36,83	9,66	3,81	15,98
торфоземы агроминеральные	51,48	20,74	2,48	14,46
Эутрофные торфоземы 50-летнего срока использования				
на древесно-осоковом торфе	29,81	8,67	3,44	14,39
на разнотравно-гипновом и гипновом торфе	25,38	7,81	3,25	12,66
на мощной древесной залежи	29,38	10,90	2,70	15,73
на древесно-осоковом торфе	26,52	8,19	3,24	13,21

Интенсивное использование агрохимикатов приводит на поздних сроках освоения к возникновению «почвоутомления», токсичности почв, в то время как самоочищающая способность их снижается из-за резкого уменьшения количества и видового разнообразия сапрофитных бактерий.

Трансформация органического вещества осушенных низинных торфяных почв после мелиорации вызвана деятельностью почвенных микроорганизмов в новых окислительных геохимических условиях. Однако на поздних стадиях эволюции почвы произошедшие в ней изменения начинают оказывать негативное влияние на таксономический и функциональный состав почвенной микробиоты. Сокращается и общая микробная биомасса. Субстрат-индуцированное дыхание составляет 20,86±2,29 мкм/г сут. на Дальнем участке (50 лет освоения) и 14,22±1,5 мкм/г сут. на Ближнем (100 лет освоения).

Из архивных данных ЦТБОС и МОБОС известно, что в первые годы освоения в почвах участка «Дальний» доминировали бактерии родов *Bacillus* и *Pseudomonas*, численность актиномицетов была невелика, среди них

фиксировалось обилие пигментных форм – это больше характерно для видов, обитающих на поверхности живых и отмерших растений, случайно попавших в почву. Нарастание доли актиномицетов было отмечено уже на 20-летних сроках освоения [1, 2]. В структуре микробиоценоза торфяной почвы относительное содержание актиномицетов с 1965 по 1988-1990 увеличилось с 15 до 80%, а количество сапрофитных бактерий снизилось соответственно с 70 до 20%. Можно констатировать, что на поздних сроках освоения этот процесс только усиливается. На участке «Дальний» (50 лет освоения) общая численность актиномицетов, учтенных с помощью посева на питательные среды составила $1,2\text{-}1,7 \cdot 10^6$ КОЕ/г, тогда как на участке «Ближний» (100 лет освоения) $1,5\text{-}2,6 \cdot 10^6$ КОЕ/г.

В рамках участка «Ближний» намечается прямая зависимость эмиссии CO_2 от численности актиномицетов. Очевидно, к поздним срокам освоения именно актиномицеты становятся основными деструкторами торфяной массы, и именно их деятельность наибольшим образом влияет на эмиссию CO_2 из торфяной почвы. Среди актиномицетов в старопахотных торфяных почвах повышается доля психротолерантных форм, что отражает их экологическое стремление к круглогодичному функционированию. Однако прирост числа гидролитиков сопровождается снижением скоростей минерализации торфа и эмиссии CO_2, поскольку основные потери углерода в осушенных торфяных почвах связаны все же с разрушением легкодоступных фракций органического вещества.

Ранее нами была показана связь удельного электрического сопротивления с рядом физико-химических свойств изученных осушенных торфяных почв, прежде всего с зольностью. Те же свойства оказывают непосредственное влияние и на микробное население почвы, результатом чего является корреляция базального и субстрат-индуцированного дыхания, интенсивности денитрификации и других микробных процессов с удельным электрическим сопротивлением почвы, которое является своеобразным интегральным показателем ее состояния [3, 4].

Данная корреляция возникает и видоизменяется в процессе постмелиоративной эволюции осушенных торфяных почв. Она не прослеживается в нижних, подпахотных горизонтах торфяной почвы, не затронутых осушением.

Участок «Дальний», имеющий 50-летнюю историю освоения, характеризуется относительно высокой интенсивностью микробного образования CO_2 и темпами минерализации, превышающими значения участка «Ближний» в разы. Торфяные почвы аналогичного ботанического состава обладают на участке с 50-летним сроком освоения меньшей зольностью (26,39±3,57% против 32,77±2,5%). При этом низкие значения удельного электрического сопротивления коррелируют с высоким уровнем дыхания. Можно заключить, что на участке «Дальний» (50 лет освоение) при общем более интенсивном протекании минерализации высокая скорость микроб-

ного разложения и большие потери CO_2 вызывают повышенную степень сработки торфа и относительную аккумуляцию зольных элементов, чем обусловлено увеличение концентрации заряженных частиц в почвенном растворе и снижение сопротивления.

На участке «Ближний» (100 лет освоения) между удельным электрическим сопротивлением и интенсивностью микробного образования CO_2 наблюдается обратная зависимость, то есть относительно высокая скорость микробного разложения и большие потери CO_2 приурочены к участкам, где сохранились большие запасы органики, и относительное накопление зольных элементов выражено менее всего. Это участки центральной части поймы, где располагаются наименее разложившиеся торфа древесного состава.

Таким образом, на столь поздних стадиях развития осушенных торфяных почв высокие скорости разложения являются «остаточными» и характерны для торфа наименьшей степени разложения. С помощью электрофизических методов для данных сроков может быть диагностировано наступление стационарной фазы развития осушенных торфяных почв.

Почвы с большим содержанием органического углерода привлекают особое внимание исследователей, поскольку они, с одной стороны, часто являются объектом хозяйственной деятельности человека, а с другой – крайне чувствительны к любому воздействию, в том числе к глобальным изменениям климата. Существует опасность, что усиление парникового эффекта в сочетании с прямым антропогенным давлением может вызвать ускоренное разрушение этих ценных почв и увеличить эмиссию из них парниковых газов, что приведет к дополнительному усилению парникового эффекта по механизму положительной обратной связи.

Определение устойчивости почвенного органического вещества в условиях глобального потепления является одной из главных нерешенных задач при прогнозировании изменений баланса почвенного углерода. Большинство исследователей сходятся в том, что в почве целесообразно выделить три пула почвенной органики разной степени устойчивости к разложению, включая «лабильные» фракции и «инертный» углерод. Определить, насколько сильнее каждый из пулов будет разрушаться при росте температуры, сложно, поскольку их невозможно разделить экспериментально [6].

Осушенные в разное время торфяные почвы Яхромской поймы представляют собой варианты своеобразного эксперимента по разрушению лабильного пула почвенного органического вещества. Наиболее интенсивное его разрушение протекает в течение первых десятков лет после осушения. К 100-летнему сроку освоения темпы минерализации падают, поскольку в составе торфа остаются только наиболее стабильные компоненты. Однако грунтовые воды стоят на глубине всего 50-60 см, так что нижележащая толща не затронута осушением и минерализацией, представляя собой об-

разец первоначального торфа, сохраняющего исходный пул лабильного углерода.

Наши результаты показывают, что различия между микробным образованием CO_2 при 20°С и 5°С меняются в зависимости от срока освоения торфяной почвы, достигая наивысших значений в нижних ненарушенных горизонтах и почвах с 50-летним сроком освоения (табл. 3). Таким образом, инертный углерод оказывается более стабильным и в условиях потепления.

Таблица 3 – Усиление микробного дыхания при росте температуры с 5°С до 20°С (в разах) для осушенных низинных торфяных почв Яхромской поймы

Ботанический состав	Нижние горизонты торфяных почв	Участок после 50 лет освоение	Участок после 100 лет освоения
Гипновый	4,55	1,97	1,91
Древесный	2,99	2,88	1,81
	2,33	2,28	1,61
	-	-	1,47
Органо-минеральные горизонты	6,75	-	1,99

Интенсивность денитрификации, основного источника N_2O в почвах, не показала определенной зависимости от температуры: примерно в половине образцов повышение температуры сопровождалась повышением уровня денитрификации, в половине – наоборот, даже в пределах, например, группы древесных торфов. Активность процесса больше зависит от возраста освоения торфяной почвы и нарастает по мере роста сроков освоения.

Таким образом, при глобальных климатических изменениях наиболее велики экологические риски для недавно осушенных и естественных торфяных почв, тогда как старопахотные торфяные почвы, как ожидается, останутся относительно стабильными и при новых термических условиях.

Тем не менее, в условиях рыночной экономики при передаче уникальных почв в собственность или аренду целью их использования является, естественно, получение как можно большего урожая и соответствующей прибыли. Зачастую сиюминутная выгода достигается в ущерб долгосрочным интересам поддержания плодородия почв, в связи с чем особенно обостряются экологические проблемы и возникает потребность усилить экологический контроль за землепользованием, чтобы не потерять эти почвы навсегда.

Библиографический список

1. *Ковалев Н.Г., Поздняков А.И., Мусекаев Д.А., Позднякова Л.А.* Торф, торфяные почвы, удобрения. М.: Изд-во ВНИИМЗ, 1998. 239 с.
2. *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», №6, 1984.

3. *Поздняков Л.А.* Оценка биологической активности торфяных почв по удельному электрическому сопротивлению // Почвоведение, 2008, № 10, с. 1217-1223
4. *Поздняков А.И., Елисеев П.И., Поздняков Л.А*. Электрофизический подход к оценке некоторых элементов окультуренности и плодородия легких почв гумидной зоны // Почвоведение, 2015, № 7, с. 832-842
5. http://www.mcx.ru/news/news/show/37186.78.htm (Сайт Министерства сельского хозяйства РФ – новости)
6. *Knorr W., Prentice I.C., House J.I., Holland E.A.* Long-term sensitivity of soil carbon turnover to warming // Nature. 2005. №433. P. 298-301

УДК 631.417

БАЗА МОНИТОРИНГА ГУМУСА ПАХОТНЫХ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

И.Н. Барановский, д.с.-х.н., профессор
Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия

Земля является основным средством производства в сельском хозяйстве и от того как она используется, какую позволяет иметь продуктивность зависит успешное развитие не только аграрной отрасли, но и в целом экономическое состояние всего государства. Об этом свидетельствует благосостояние многих западных стран. В свою очередь ценность земли определяется ее плодородием, то есть способностью удовлетворять потребность возделываемых растений в питательных веществах, воздухе, тепле, воде, биологической и физико-химической среде, что служит основой получения высоких и стабильных по годам урожаев сельскохозяйственных культур.

Применительно к нашей стране, когда произошло существенное сокращение посевных площадей, важно чтобы обрабатываемые земли позволяли формировать достаточно высокую биомассу. Однако данные агрохимической службы РФ свидетельствуют, что в пахотных эксплуатируемых почвах наблюдается снижение содержания гумуса, питательных веществ, ухудшаются физические, химические и биологические свойства. Имеются сведения, что подобные изменения приводят к снижению биологической полноценности продукции полей. Это проявляется в негативных изменениях в аминокислотном составе, снижении содержания витаминов, сахаров, биологически активных веществ. Потребление населением таких продуктов снижает устойчивость организма человека к неблагоприятным факторам, возрастет уровень заболеваемости.

Поэтому необходимо отслеживать происходящие в почве изменения и своевременно принимать соответствующие меры, если будут замечены негативные явления. Делается это посредством проведения мониторинговых исследований. В настоящее время осуществляется множество видов мониторинга. Применительно к аграрному сектору, особое значение имеет мониторинг плодородия земель сельскохозяйственного назначения. Его

показатели используются для установления стоимости земли и величины земельных налогов, решения управленческих задач по повышению продуктивности земледелия и воспроизводству почвенного плодородия (применение удобрений, химическая и водная мелиорация, противоэрозионные и фитосанитарные мероприятия и др.). В последние годы при оценке качества земель в зарубежных странах усиливается роль критериев, связанных с охраной окружающей среды, а также роль автоматизированных земельных информационных систем и цифровых кадастровых карт.

В Нечерноземье европейской части России урожайность сельскохозяйственных культур на 10-30% зависит от погодных условий. Биоклиматический потенциал земледельческой территории России в 2,4-3,2 раза ниже, чем в странах Западной Европы и США. Поэтому для условий нашей страны особенно важно для обеспечения благоприятных для растений агроэкологических условий осуществлять по результатам комплексного мониторинга плодородия почв соответствующие агротехнические, агрохимические, мелиоративные и другие мероприятия, направленные на улучшение не только агрохимических, но и физических, водно-физических и биологических свойств почв сельскохозяйственных угодий.

База мониторинга – это база данных, или информационная база, включающая сведения о почвах, растениях, климате, геоморфологии в текстовой, табличной, графической и картографической формах. База мониторинга плодородия почв выглядит в виде периодически повторяемого комплексного почвенно-агрохимического обследования сельскохозяйственных земель. Она должна осуществляться на основании тех показателей, которые входят в само понятие термина плодородие.

В процессе проведения мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения, получают данные содержания в почве определенных показателей. Одновременно имеется возможность сопоставить их в динамике, если определение имело периодическую повторяемость. На основании анализа произошедших изменений делается вывод о направленности происходящих в почве процессов, имеет ли место тенденция к возрастанию плодородия почвы, или, наоборот, оно снижается.

При этом чрезвычайно важно, чтобы на основании данных мониторинга хозяйствующий субъект смог сопоставить показатели уровня плодородия конкретной почвы с оптимальными показателями, при которых на земельном участке (поле) при соблюдении прочих необходимых условий можно получать высокие и стабильные урожаи сельскохозяйственных культур. Без такого сопоставления, показатели мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения дают лишь направленность протекания в почве определенных процессов, показывают тенденцию их изменений в лучшую или худшую сторону.

Практически все исследователи едины в том, что со всего многообразия свойств и режимов почв земель сельскохозяйственного использования

основная роль и значение принадлежит содержанию и запасам в почве органического вещества и его основной составляющей части – гумусу. Анализ многих научных публикаций свидетельствует, что наиболее высокий коэффициент детерминации (r^2 =0,93-0,94) свойственен взаимосвязи степени окультуренности почвы с содержанием и запасами гумуса в ней.

Чтобы грамотно пользоваться данными мониторинга плодородия земель, важно сопоставлять их с базовыми показателями. Последние устанавливаются на основании проведения многочисленных полевых, лабораторных опытов, а также в результате обобщения производственных показателей лучших хозяйств соответствующей зоны. Нами разработаны базовые показатели осуществления мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения, применительно к Нечерноземной зоне РФ, в частности ее Центральному району, где имеют подавляющее распространение дерново-подзолистые почвы различного гранулометрического состава, а также достаточно много серых лесных почв, особенно в южной части района. Представленные показатели разработаны к указанным двум подтипам почв, с учетом их гранулометрического состава: песчаным и супесчаным (ЛГС), легко-и среднесуглинистым (СГС), тяжелосуглинистым и глинистым (ТГС).

Результаты исследований

Применительно к общему содержанию гумуса в отмеченных почвах база данных рекомендуется в следующем виде (табл. 1).

Таблица 1-Показатели содержания гумуса в перегнойном слое почв земель сельскохозяйственного назначения Центрального района НЗ РФ, % от массы почвы

Почва	Гранулометрический состав	Градация			
		среднее значение	слабо гумусированная	средне гумусированная	высоко гумусированная
Дерново-подзолистые	ЛГС*	1,0-1,6	0,8-1,6	1,6-2,3	>2,3
	СГС	1,8-2,2	1,3-2,2	2,2-3,0	>3,0
	ТГС	2,0-2,2	1,5-2,4	2,4-3,6	>3,6
Светлосерые лесные	ЛГС	1,6-1,7	0,9-1,7	1,7-2,5	>2,5
	СГС	1,8-2,1	1,3-2,3	2,3-3,2	>3,2
	ТГС	-	-	-	-
Серые лесные	ЛГС	-	-	-	-
	СГС	2,4-2,6	1,6-2,8	2,8-4,0	>4,0
	ТГС	2,8-3,0	1,9-3,5	3,5-4,5	>4,5
Темно-серые лесные	ЛГС	-	-	-	-
	СГС	3,1-3,4	2,5-4,0	4,0-5,0	>5,0
	ТГС	3,5-4,0	3,2-4,5	4,5-5,6	>5,6

*Примечание: ЛГС-*легкий грансостав-песчаные и супесчаные;*

СГС-*средний грансостав- легко-и среднесуглинистые;*

ТГС-*тяжелый грансостав-тяжелосуглинистые и глинистые.*

Имея данные агрохимического обследования почв, на основании приведенной таблицы можно сделать заключение о принадлежности конкретного земельного участка к определенному уровню окультуренности по обеспеченности его гумусом. Если он не удовлетворяет собственника или владельца земли, тогда следует разрабатывать мероприятия по доведению количества гумуса до необходимого значения.

С утяжелением гранулометрического состава содержание гумуса в почвах возрастает, что связано с увеличением поглотительной способности составляющих почву минеральных частиц. Если сравнивать данные представленные в таблице 1 с фактическим количеством гумуса в почвах сельскохозяйственного назначения Нечерноземной зоны, то следует отметить, что в большей части их оно ниже.

Наряду с процентным содержанием гумуса в перегнойном слое почвы, имеет не меньшее значение выраженность его запасов. Например, при содержании гумуса в песчаной дерново-подзолистой почве в слое 0-12см 2,5-2,6% (высокая обеспеченность), а в нижележащем слое 12-20см только 0,4%, общий запас его в 20-и см слое составит 43,1т/га. Однако, если в аналогичной почве количество гумуса во всем 20-и см. слое будет равным 2,0% (средняя гумусированность), запас его достигнет 52т/га, или в 1-2 раза выше.

Поэтому применительно к показателям гумусного состояния почвы целесообразно рассчитывать его запас, хотя бы в слое 0-20см, в котором сосредоточена основная масса корневых систем сельскохозяйственных растений. На основании таблицы 2 нами рассчитан запас гумуса в слое 0-20см, с учетом плотности сложения в 1,3г/см^3 . На наш взгляд, эти данные должны также быть базовыми при оценке уровня плодородия почв табл.2).

Таблица 2 – Показатели запасов гумуса в перегнойном слое почв земель сельскохозяйственного назначения Центрального района НЗ РФ, т/га

Почва	Грануломе-трический состав	Градация			
		среднее значение	слабо гуму-сированная	средне гуму-сированная	высоко гуму-сированная
Дерново--подзолистые	ЛГС	26,0-41,4	20,8-41,6	41,6-59,8	>59,8
	СГС	41,8-57,2	33,8-57,2	57,2-78,0	>78,0
	ТГС	52,0-57,2	39,0-62,4	62,4-93,6	>93,6
Светло-серые лесные	ЛГС	41,6-44,2	23,4-44,2	44,2-65,0	>65,0
	СГС	46,8-54,6	33,8-59,8	59,8-83,2	>83,2
	ТГС	-	-	-	-
Серые лесные	ЛГС	-	-	-	-
	СГС	62,4-67,6	41,6-72,8	72,8-104,0	>104,0
	ТГС	72,8-78,0	49,4-91,0	91,0-117,0	>117,0
Темно серые лесные	ЛГС	-	-	-	-
	СГС	80,6-88,4	65,0-104,0	104,0-130,0	>130,0
	ТГС	91,0-104,0	83,2-117,0	117,0-145,0	>145,0

Важным диагностическим показателям уровня плодородия почв, особенно, что касается их гумусного состояния, считается не только содержание и запасы гумуса в почве, но и его качественный состав. Об этом свидетельствует большая литература [1, 2, 3]. Следует отметить, что достичь расчётной гумусированности тех же мало гумусных дерново-подзолистых почв не так и сложно. Достаточно внести высокие дозы торфа, из расчета 120-150 т/га и содержание органического вещества, а вместе с ним и гумуса возрастет на 0,4-0,5%. Но такой гумус, поступивший в почву в составе торфа, который сформировался на торфяном болоте много десятилетий тому назад, малоактивен. Он не обеспечивает выраженность эффективного плодородия почвы. Высокую удобрительную ценность имеет свежеобразованный гумус, входящий в состав гуминовых кислот.

Анализ имеющейся литературы, а также наши собственные данные позволили составить таблицу (табл. 3) базовых показателей почв Нечерноземной зоны по наличию в них гуминовых (ГК) и фульвокислот (ФК), отношению ГК/ФК и содержанию негидролизуемого остатка (НО).

Таблица 3 – Показатели качественного состава гумуса в перегнойном слое почв земель сельскохозяйственного назначения Центрального района НЗ РФ, % от общего содержания гумуса

Почвы	Гранулометрический состав	Градация											
		слабо гумусированная				средне гумусированная				высоко гумусированная			
		ГК*	ФК	ГК ФК	НО	ГК	ФК	ГК ФК	НО	ГК	ФК	ГК ФК	НО
Дерново-подзолистые	ЛГС	14-25	30-41	0,45-0,61	33-59	20-30	36-40	0,55-0,80	30-44	32-40	35-38	0,9-1,0	22-30
	СГС	18-30	28-35	0,65-0,85	35-54	23-32	30-36	0,75-0,90	32-47	32-44	35-36	0,92-1,20	20-33
	ТГС	20-32	27-36	0,75-0,80	32-44	26-38	31-38	0,85-1,00	28-43	28-45	29-34	0,95-1,30	21-43
Светло-серые лесные	ЛГС	15-25	32-42	0,6-0,7	35-50	22-32	34-38	0,6-0,9	31-45	33-42	33-34	1,0-1,2	28-30
	СГС	17-26	34-37	0,7-0,8	37-49	24-34	31-36	0,8-1,0	32-47	36-44	30-32	1,1-1,4	30-35
Серые лесные	СГС	20-32	22-32	0,9-1,0	36-58	25-38	21-27	1,2-1,4	35-44	34-42	23-28	1,5-2,1	38-43
	ТГС	22-34	21-30	0,0-1,3	38-60	27-40	22-30	1,3-1,5	36-48	36-44	18-20	1,6-2,2	39-44
Темно-серые лесные	СГС	24-36	24-22	1,0-1,2	50-52	28-42	19-23	1,5-1,7	37-50	30-48	14-19	2,1-2,3	37-50
	ТГС	26-38	20-24	1,1-1,4	50-54	30-44	20-25	1,6-2,0	35-52	32-50	15-20	2,1-2,6	36-53

*ГК- гуминовые кислоты; ФК- фульвокислоты; ГК/ФК – отношение гуминовых кислот к фульвокислотам; НО- негидролизуемый остаток.

Во многих научных публикациях приводятся показатели не только группового, но и фракционного состава органического вещества и гумуса. Они значительно расширяют познание сущности и ценности гумуса почв, хотя если рассматривать это применительно к производству, то в большинстве хозяйств нет данных по групповому составу гумуса почв. На наш взгляд вполне достаточно для производства иметь информацию о групповом составе гумуса почв земель сельскохозяйственного назначения.

Данные табл. 3 свидетельствуют, что в дерново-подзолистых и светло-серых лесных слабо гумусированных почвах песчаного и супесчаного гранулометрического состава в составе гумуса преобладают фульвокислоты, а отношение гуминовых кислот к фульвокислотам составляет меньше 1. Для таких почв, по-видимому, и не стоит ставить цель обязательного доведения отношения ГК/ФК свыше 1, хотя стремиться к этому необходимо. Преобладание ГК над ФК должно быть в почвах более связных, начиная с легкосуглинистых и уж тем более,в тяжелосуглинистых. От себя заметим, что для доведения содержания гумуса в почвах земель сельскохозяйственного назначения и улучшения его группового состава, основное внимание важно обращать на два момента.

Во-первых, наиболее полно заделывать в почву остающиеся на поле пожнивно-поукосные остатки возделываемых культур. Для чего требуется проведение обязательного лущения стерни колосовых культур или поукосных остатков многолетних трав, а также осуществление вспашки плугами с предплужниками. К сожалению, не во всех хозяйствах в настоящее время это агротехническое требование выполняется. Во-вторых, вносить расчетные, научно-обоснованные количества органических удобрений. Как правило, среднегодовые дозы их, с учетом гранулометрического состава почв, должны быть в пределах 5-10 т/га, при наличии в севооборотах 25% многолетних трав.

Имеет значение и видовой состав самих удобрений. Так, от 1 тонны бесподстилочного навоза КРС в почве образуется около 40 кг гумуса, тогда как от аналогичного объема торфяного навоза -50-55, а от торфо-навозного компоста, при соотношении навоз: торф, как 1:1- 60-65 кг.

Заключение

Произошедшее за последние годы сокращение обрабатываемой пашни в Нечерноземной зоне РФ должно сопровождаться существенным повышением уровня плодородия эксплуатируемой площади. Только при таком подходе можно обеспечить необходимый валовый сбор возделываемых в регионе сельскохозяйственных культур. Одним из наиболее важных показателей плодородия почв, является содержание в них гумуса, оказывающего комплексное положительное воздействие на все основные свойства почвы. В процессе выполнения работ по обогащению почв гумусом, получаемые результаты следует соотносить с базовыми показателями. Это

важно как с агрономических, так и с экономических позиций, поскольку всякое повышение количества гумуса в почве, равно как и улучшение его качественного состава сопряжено с дополнительным внесением в почву органического вещества в виде навоза, торфа, сапропеля, компостов, зеленого удобрения, других углеродсодержащих субстратов.

Все указанные материалы весьма затратны, поэтому их внесение должно быть точно рассчитано на достижение уровня гумусированности почвы, соответствующей базовым показателям. В свою очередь базовые показатели представляют собой основу, матрицу, на которой можно получат высокие и стабильные по годам урожаи сельскохозяйственных культур при соблюдении необходимых правил. К ним следует отнести: использование прогрессивной зональной агротехники, посев сортовыми высоко классными семенами, защита посевов от сорняков, вредителей и болезней, исключение потерь при уборке урожая, наличие современных сушилок и других требований.

Библиографический список

1. Александрова Л.Н., Пупков А.М. Процессы гумификации органических удобрений в дерново-подзолистых почвах/ Почвоведение, 1980. – №10. – С. 44-51.
2. Барановский И.Н., ПавлоцкийА.В. Влияние бесподстилочного навоза и помета на гумусовый режим дерново-подзолистой почвы и ее продуктивность/ Плодородие, 2010. – № 6. – С. 24-26.
3. Полякова Н.В. Эволюция серых лесных почв в агроландшафтах северной лесостепи: Автореф. дис. ….докт. с.-х. наук.-М., 2012.-46 с.

УДК631.86+631.43

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕЛИОРИРУЕМЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СВИНОГО НАВОЗА

И. Н. Барановский, д.с.-х.н., профессор, **М.В. Бабенко,** аспирант

ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия

Наука располагает большим экспериментальным материалом, свидетельствующим, что хорошо выраженная структура почвы значительно увеличивает ее плодородие, способствует получению высоких и стабильных по годам урожаев сельскохозяйственных культур [2]. Распыленная почва по сравнению со структурой после дождя сильнее заплывает коркой. Она, как правило, плохо водопроницаема, а низкая порозность ее снижает влагоемкость, что приводит к меньшим запасам воды. От размера почвенных частиц и характера их упаковки зависит распределение пор по величине, а следовательно, водообмен, воздухообмен и теплообмен между почвой, растением и приземным слоем воздуха.

Если с этой позиции рассматривать мелиорированные пахотные дерново-подзолистые почвы, имеющие, как правило, плохо выраженную стру-

ктуру, то вопрос улучшения ее имеет особенно большое значение. При этом, на мелиорированных почвах ставится задача получать более высокие урожаи возделываемых культур, поскольку в них вложены значительные капитальные затраты на регулирование водно-воздушного режима. Однако, если верхний перегнойный горизонт таких земель будет иметь плохо выраженную структуру, то продуктивность их остается не высокой.

Цель наших исследований – выявить изменение агрегатного состава дерново-подзолистой супесчаной почвы при внесении в нее разных фракций и смесей свиного навоза и определить полученную при этом урожайность звена полевого севооборота.

Методика и условия исследований. Полевой опыт бы, заложен на опытном поле ТГСХА осенью 2010г. Почва участка дерново-среднеподзолистая супесчаная глееватая на моренном карбонатном суглинке. Агрохимическая характеристика (0-20 см): pH_{KCl} – 5,9; гумус – 2,20%; P_2O_5 – 250 и K_2O – 102 мг на кг почвы. Сумма обменных оснований – 4,4 мг-эк на 100г почвы, степень насыщенности основаниями 79%

Схема опыта включала варианты: 1-й – контроль (без удобрений); 2-й исходный навоз на N_{100} (153,8 т/га); 3й исходный навоз на N_{200} (307,6 т/га); 4-й твердая фракция на N_{100} (15,2 т/га); 5-й твердая фракция на N_{200} (30,4 т/га); 6-й жидкая фракция на N_{100}(161,2 т/га); 7-й жидкая фракция на N_{200} (322,4 т/га); 8-й исходный навоз на N_{100} (153,8 т/га) + солома (4 т/га); 9-й исходный навоз на N_{200} (307,6 т/га) + солома (4 т/га); 10-й твердая фракция на N_{100}(15,2 т/га) + солома (4 т/га); 11-й твердая фракция на N_{200} (30,4 т/га) + солома (4 т/га); 12-й жидкая фракция на N_{100}(161,2 т/га) + солома (4 т/га); 1й жидкая фракция на N_{200} (322,4 т/га) + солома (4 т/га).

Варианты с удобрениями выравнивались по содержанию азота на N_{100} и N_{200} . Повторность 4-х кратная, размер делянки составлял 6 $м^2$, что позволило отнести его к мелко деляночному. Делянки располагались систематически с шахматным смещением вариантов в ярусе. Опытной культурой в первый год опыта была вико-овсяная смесь (овес сорта Буг, вика сорта Людмила), на второй год высевали озимую рожь сорта Татьяна и на третий – ячмень сорта Нур.

Навоз брали со свинокомплекса ЗАО «Заволжское» Калининского района. На предприятии внедрена голландская технология переработки исходного органического сырья. Она заключается в том, что поступающий со свинарников навоз на сепараторе разделяется на твердую и жидкую фракции. На первую из них приходится около 7% и она мобильным транспортом перевозится на площадку для компостирования. Остальные 93% составляет жидкая фракция, которая перекачивается в лагуны, где хранится в течение не менее 6 месяцев.

Агротехника возделываемых культур в основном соответствовала общепринятой для условий Тверской области. Химические анализы выполняли по общепринятой методике, агрегатный состав почвы определяли

по методу Саввинова, урожайность учитывали сплошным методом. Смешанные почвенные образцы на каждой делянке составляли из 11 индивидуальных проб.

Агрометеорологические условия вегетационных периодов различались как по температурному режиму, так и по количеству осадков. По температурному режиму близким к среднемноголетним данным был вегетационный период 2012 года, хотя некоторое снижение температурного режима прослеживалось в июне, составив 0,2°С. Вегетационные периоды 2011 и 2013гг. можно отнести к жарким. Превышение среднемесячных температур в эти годы сопровождалось недостатком влаги, что особенно отразилось в 2013 году, когда дефицит влаги наблюдался в течение всего периода вегетации.

Наиболее увлажненными были 2012 и 2011 гг. Сумма осадков составила 396 и 215 мм соответственно, при норме 292,6 мм. В 2012 году избыточное увлажнение наблюдалось в течение всего периода вегетации. В 2013 году количество выпавших осадков в течение четырех месяцев летней вегетации оказалось ниже нормы, особенно в середине и конце вегетационного периода.

Результаты исследований. Перед закладкой опыта был определен химический состав исследуемых органических субстратов (таблица 1). Из представленных данных видно, что исследуемые фракции свиного навоза существенно отличаются между собой. Жидкая фракция имела ту же влажность, что и исходный навоз (98,6%). В результате сепарирования уровень влажности твердой фракции составил (57,1%). Максимальное содержание углерода органического вещества, как и следовало ожидать, оказалось в твердой фракции навоза (46,57%), что находилось на уровне соломы. Жидкая фракция содержит его гораздо меньше (35,10%). Следует отметить высокое содержание азота (4,42%) в абсолютно сухой массе жидкой фракции и калия (9,24%). Наиболее широкое соотношение C:N (30,2 %) имела твердая фракция, тогда как в других фракциях исследуемых удобрений, оно варьировало от 7,9 до 9,9. Представленные в таблице показатели по соломе свидетельствуют, что она богата органическим веществом, бедна азотом, отношение C:N весьма широкое (83).

Таблица 1 – Химический состав и реакция исследуемых органических удобрений, применяемых в опыте, 2010 г.

Удобрение	Влажность, %	pH_{KCl}	Содержится в абсолютно сухом веществе, %					C:N
			N	P_2O_5	K_2O	$C_{орг. в-ва}$, %	зола, %	
Исходный навоз	98,3	8,20	3,83	4,04	6,30	37,10	24,07	9,9
Жидкая фракция	98,6	8,07	4,42	3,95	9,24	35,10	29,97	7,9
Твердая фракция	57,1	8,10	1,54	1,20	0,23	46,57	6,85	30,2
Слома	12,3	–	0,43	0,22	0,9	46,60	6,76	83,0

Как видно, в соответствии с разным химическим составом исследуемых удобрений, в почву поступает не одинаковое количество питательных веществ, применительно к равным дозам в физической массе.

Влияние фракций свиного навоза на агрегатный состав почвы

Структурно-агрегатное состояние почвы определяет оптимальные физические свойства почвы, ее плодородие. Структура служит характерным генетическим признаком почвы, так как является функцией факторов, определяющих почвенный тип, механический, химический состав, а также содержание и качество органического вещества.

Наличие хорошо выраженной структуры особо значимо для дерново-подзолистых почв в силу их генезиса. В почвах обладающих структурой в меньшей степени нарушается водный, воздушный и тепловой режимы, в них активизируются микробиологический и питательный режимы почв. Они лучше поддаются обработке, при этом не происходит переуплотнения пахотного слоя, в них обеспечивается лучшая аэрация, водопроницаемость, что способствует созданию условий для более эффективного развития корневой системы растений, позволяющей получить дополнительную прибавку урожая.

В наших исследованиях структуру почвы мы классифицировали по форме на следующие типы: глыбистую, комковатую, ореховатую, зернистую, столбчатую, призматическую, плитчатую, пластинчатую, листоватую, чешуйчатую.

По величине структурных агрегатов:

Комки размером более 10 мм – глыбистая; комки от 10 до 0,25 мм – макроструктура (полевая агрономическая структура); комки менее 0,25 мм – микроструктура [4].

Структура почвы имеет количественную и качественную характеристику. Количественным показателем является коэффициент структурности, который рассчитывается отношением суммы агрегатов 10-0,25 мм к сумме фракций > 10 и < 0,25 мм ($К_{ст}$). Качественным показателем, определяющим агрономическую ценность агрегатов, относят водопрочность. С помощью нее оценивается способность почвенных агрегатов противостоять влиянию воды.

Основой образования структурных почв являются гуминовые кислоты, почвенные коллоиды, глинистое вещество, гидроксилы железа, алюминия, карбонат кальция [3]. Образование водопрочных агрегатов чаще всего происходит под действием катионов Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+}. Если процесс формирования водопрочных агрегатов протекает при наличии одновалентных катионов Na^{+}, необратимой коагуляции не происходит и прочной структуры не образуется. Под действием только минеральных соединений без участия гумусовых веществ образования водопрочной структу-

ры не может быть. Поэтому необходимо постоянно вносить в почву органическое вещество.

На момент закладки опыта (осень 2010 года) наибольшая доля агрегатов приходилась на почвенные частицы < 0,25 мм (38,90 %), тогда как сумма агрегатов размером от 0,25 до 10 мм при сухом просеивании составляла 50,98 %. Структурно агрегатное состояние почвы характеризовалось как удовлетворительное, $К_{ст}$ составил 1,08.

В первый год трансформации удобрений произошло повышение $К_{ст}$ на всех удобренных вариантах по сравнению с контролем. Основной причиной этого явилось увеличение макроструктурных отдельностей и снижением микроструктурных компонентов за счет поступившего в почву с удобрениями органического вещества, способствующих повышению доли агрономически ценных агрегатов (10-0,25 мм).Более заметное оструктуривание отмечено на вариантах с использование твердой фракции свиного навоза ($К_{ст}$ составил 2,03-2,48).

Изменение $К_{ст}$ зависело в основном от снижения микроструктурных отдельностей, что, скорее всего, связано с влиянием органических коллоидов оказывающих склеивающее действие, на распыленные частицы, переводя их в более крупные агрегаты. Стоит отметить, положительное агрегатирующее влияние на почву однолетних трав, хотя их действие не столь эффективное как, от использования органических удобрений.

На второй год действия удобрений на опыте возделывалась озимая рожь. На всех удобренных делянках отмечено повышение микроструктурных отдельностей, а также некоторое увеличение глыбистой фракции. В результате чего произошло снижение $К_{ст.}$ Во второй год последействия удобрений наиболее высокое значение $К_{ст}$ отмечены на фоне двойных доз твердой фракции в чистом виде (1,61), а также исходного навоза с соломой (1,78), что было аналогично предшествующему году (табл. 2). Одновременно произошло увеличение пылеватой фракции, что отразилось на $К_{ст}$ всех удобренных вариантов без исключения.

Первый год действия удобрений способствовал увеличению содержания агрономически ценных водопрочных агрегатов с уменьшением их размера. На следующий год наблюдалось повышение количества почвенных агрегатов размером < 0,25 мм. Увеличение распыленных частиц способствовало сокращению доли водопрочных агрегатов, хотя основной причиной этого можно считать сложившиеся неблагоприятные погодные условия. Во второй год последействия удобрений пролеживалось дальнейшее снижение водопрочных агрегатов. Почвенное состояние 2012 года характеризовалось как удовлетворительное, в 2013 году оно изменилось на большинстве удобренных вариантов до неудовлетворительного, исключение составили делянки с двойными дозами твердой фракции, как в чистом виде, так совместно с соломой (40,81-42,76 %).

По мере увеличения срока разложения удобрений в почве, выявлено снижение количества зернистых элементов и возрастание более крупных комков. По данным сухого просеивания оказалось, что более пролонгированное действие на оструктуривание супесчаной почвы оказали варианты с использованием твердой фракции, подобная закономерность прослеживается и по результатам мокрого просеивания.

Таблица 2 – Динамика изменения агрегатного состава дерново-подзолистой супесчаной почвы, сентябрь 2013 г.

Вариант	Размер агрегатов (в мм) и их содержание (в % от массы воздушно-сухой почвы)									$К_{ст.}$
	сухое просеивание									
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25	
1.Контроль	9,75	5,81	6,46	7,73	7,17	7,78	6,85	10,30	38,15	**1,09**
2. Исходный навоз на N_{100} (153,8 т/га)	8,21	6,18	6,36	8,76	5,96	9,95	6,78	11,18	36,62	**1,23**
3. Исходный навоз на N_{200} (307,6 т/га)	7,74	7,19	5,56	9,56	7,17	10,75	6,87	11,86	33,30	**1,44**
4.Твердая фракция на N_{100} (15,2 т/га)	6,81	5,32	5,21	6,75	6,85	11,48	8,70	16,27	32,61	**1,54**
5.Твердая фракция на N_{200} (30,4 т/га)	7,21	7,22	5,96	7,56	7,14	11,59	10,10	12,14	31,08	**1,61**
6.Жидкая фракция на N_{100} (161,2 т/га)	9,62	5,94	6,44	7,40	6,76	10,26	7,33	10,35	35,90	**1,20**
7.Жидкая фракция на N_{200}(322,4 т/га)	9,07	6,19	6,62	9,31	7,35	10,80	8,40	9,34	32,92	**1,38**
8. Исходный навоз на N_{100}(153,8т/га)+солома	6,32	9,00	8,64	9,91	7,23	10,17	7,72	9,72	31,29	**1,66**
9. Исходный навоз на N_{200}(307,6т/га)+солома	6,50	9,70	9,51	8,89	6,68	10,29	8,58	10,40	29,45	**1,78**
10.Твердая фракция на N_{100}(15,2т/га) + солома	7,40	9,80	9,16	8,10	7,10	10,68	7,69	10,26	29,81	**1,69**
11.Твердая фракция на N_{200}(30,4т/га) + солома	8,26	11,10	8,54	8,64	6,07	11,03	7,00	11,38	27,98	**1,76**
12.Жидкая фракция на N_{100}(161,2т/га)+солома	8,61	10,32	6,97	7,51	6,91	11,40	7,53	10,85	29,90	**1,60**
13.Жидкая фракция на N_{200}(322,4т/га)+солома	8,22	9,35	7,24	7,54	5,59	13,40	8,71	11,24	28,71	**1,71**
Доверительный интервал	±0,61	±1,09	±0,76	±0,53	±0,30	±0,68	±0,53	±0,94	±1,73	±0,12

В многочисленных работах отмечено, что в формировании водопрочных агрегатов принимают участие свежеобразованные гуминовые вещества, которые цементируют почвенные частица и агрегаты [1]. Однако основное действие в формировании водопрочной структуры отводится первой фракции гуминовых кислот, которая находится в свободном состоянии или в форме оснований.

продолжение таблицы 2

	Размер агрегатов (в мм) и их содержание (в % от массы воздушно-сухой почвы)					
	мокрое просеивание					
	>3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
1. Контроль	3,08	2,16	2,90	3,44	11,44	76,98
2. Исходный навоз на N_{100} (153,8 т/га)	8,82	3,88	2,26	4,46	13,84	66,74
3. Исходный навоз на N_{200} (307,6 т/га)	7,42	3,12	2,58	5,62	15,64	65,60
4. Твердая фракция на N_{100} (15,2 т/га)	10,50	3,98	3,86	4,23	13,72	63,71
5. Твердая фракция на N_{200} (30,4 т/га)	11,88	4,46	3,86	5,16	15,45	59,19
6. Жидкая фракция на N_{100} (161,2 т/га)	8,02	3,11	3,46	5,56	12,76	67,09
7. Жидкая фракция на N_{200} (322,4 т/га)	9,26	3,48	4,76	4,21	13,11	65,18
8. Исходный навоз на N_{100} (153,8т/га)+солома	7,98	3,12	3,80	5,84	15,46	63,80
9. Исходный навоз на N_{200} (307,6т/га)+солома	9,54	3,52	3,74	6,62	16,14	60,44
10.Твердая фракция на N_{100} (15,2т/га) + солома	11,14	2,16	3,64	6,26	14,32	62,48
11.Твердая фракция на N_{200} (30,4т/га) + солома	12,27	3,49	4,82	7,11	15,07	57,24
12.Жидкая фракция на N_{100} (161,2т/га)+солома	9,04	3,12	3,96	5,32	12,22	66,34
13.Жидкая фракция на N_{200} (322,4т/га)+ олома	8,38	3,50	2,42	7,80	12,90	65,00
Доверительный интервал	±1,28	±0,35	±0,44	±0,68	±0,80	±2,60

Нами произведена статическая обработка связи между количеством водопрочных агрегатов диаметром более 0,25 мм и содержанием в почве первой фракции гуминовых кислот (табл. 3).

По результатам первого года трансформации органических удобрений значение коэффициента корреляции (r), характеризующего отношение связи между агрегатным составом и углеродом ГК, составило 0,75, а относительно фракции 1 ГК – 0,82, что свидетельствует о высокой связи между рассматриваемыми величинами. В год последействия удобрений произошло увеличение зависимости до 0,83 и 0,84.

Таблица 3 – Корреляционная зависимость количества водопрочных агрегатов размером свыше 0,25 мм и С гуминовых кислот (КГ), С фракции 1 ГК в перегнойном слое (0-20 см) дерново-подзолистой супесчаной почвы

Вариант опыта	Средние значения		
	водопрочных агрегатов, % Y	$С_{ГК}$, % X_1	С-фракции 1 ГК, % X_2
Последействие удобрений, осень 2012 г			
1.Контроль	24,84	31,4	12,5
2. Исходный навоз на N_{100} (153,8 т/га)	40,26	33,2	13,4
3. Исходный навоз на N_{200} (307,6 т/га)	43,4	35,8	14,6
4.Твердая фракция на N_{100} (15,2 т/га)	51,29	36,5	15,8
5.Твердая фракция на N_{200} (30,4 т/га)	54,31	36,8	16,4
6.Жидкая фракция на N_{100}(161,2 т/га)	40,92	33,1	13,7
7.Жидкая фракция на N_{200}(322,4 т/га)	43,85	34,6	14,3
8. Исходный навоз на N_{100} (153,8 т/га) + солома (4 т/га)	43,77	33,8	14,5
9. Исходный навоз на N_{200} (307,6 т/га) + солома (4 т/га)	48,56	36,4	16,6
10.Твердая фракция на N_{100}(15,2 т/га) + солома (4 т/га)	52,52	36,9	16,0
11.Твердая фракция на N_{200} (30,4 т/га) + солома (4 т/га)	55,73	37,3	16,8
12.Жидкая фракция на N_{100}(161,2 т/га) + солома (4 т/га)	41,66	34,2	13,7
13.Жидкая фракция на N_{200} (322,4 т/га) + солома (4 т/га)	45,28	36,6	15,1
Коэффициент корреляции (r)		0,83	0,84
Уравнение регрессии Y по X_1		Y = 3,927 X - 92,83	
Уравнение регрессии Y по X_2		Y = 5,402 X - 35,26	

Полученные нами данные подтверждают тесную связь между соотношением водопрочных агрегатов и содержанием в почве углерода гуминовых кислот, а особенно их первой фракции.

Библиографический список

1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трнасформации. - Л.: Наука, 1980.-288 с.
2. Андреев В.А., Новиков М.Н., Лукин С.М. Использование навоза свиней на удобрение. –М.: Росагопромиздат, 1990.-94 с.
3. Барановский И. Н. Действие КМН на водно-физические свойства почвы и ее продуктивность. Межрег. науч.-практ. конфер. Великолукской ГСХА/ Инновационные технологии и тенденции развития сельскохозяйственного производства. -Вел. Луки, ВеГСХА, 2006.-С. 7-9.
4. Вершинин П.В. Почвенная структура и условия ее формирования. –М.: АН СССР, 1958.-188 с.

УДК 631.8

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ С УЧАСТИЕМ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ПОЧВАХ

Барановский И.Н., д.с.-х.н., профессор, **Подолян Е.А.,** аспирант
ФГБОУВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия

Вопрос поддержания плодородия и увеличения продуктивности почв, как основы сельскохозяйственного производства и благополучия окружающей природной среды, обостряется в связи с резким сокращением применения органических и минеральных удобрений. Во многом это связано с высокой стоимостью удобрений и материальными трудностями большинства хозяйств. На этом фоне становится весьма важным применение альтернативных источников удобрения, к которым можно отнести осадок сточных вод (ОСВ), получаемый в процессе очистки сточных канализационных вод. Осадок сточных вод по причине особенностей своего генезиса содержит достаточно большое количество химических элементом для использования в земледелии при возделывании сельскохозяйственных культур [1, 3]. Следует отметить, что возврат переработанных отходов в сельскохозяйственные и городские земли, является существенным элементом замыкания круговорота веществ в природе [2]. Сдерживающим фактором широко использования осадков в качестве удобрения считается присутствие в них тяжелых металлов, которые могут переходить в почву, а затем в растительную продукцию. Поэтому необходим точный расчет безопасных доз внесения данного продукта в почву.

Объекты и методы исследований. На кафедре агрохимии и земледелия Тверской сельскохозяйственной академии в течение нескольких лет проводятся исследования по выявлению эффективности внесения в дерново-подзолистые почвы удобрений содержащих ОСВ. В настоящем сообщении представлены данные свидетельствующие об удобрительной ценности смесей, состоящих из органических наполнителей (опилки, торф, солома) совместно с ОСВ. С этой целью весной 2015 г. на экспериментальном поле Тверской государственной сельскохозяйственной академии был заложен полевой мелко деляночный опыт.

Схема опыта включает 11 вариантов: 1-й контроль (без удобрений); 2-й ОСВ: опилки 1:1; 3-й ОСВ: опилки 1:2; 4-й ОСВ: опилки 1:3; 5-й ОСВ: торф 1:1; 6-й ОСВ: торф 1:2; 7-й ОСВ: торф 1:3; 8-й ОСВ: солома 1:1; 9-й ОСВ: солома 1:2; 10-й ОСВ: солома1:3; 11-й вариант – готовый компост, произведенный на станции очистки сточных вод. Дозы внесения составляли из расчета 60 т/га. Осадок брали на базе ООО «Водоканал-Тверь», а наполнители в учхозе «Сахарово». Опыт заложили на дерново-подзолистой супесчаной почве, осушенной закрытым дренажом, с расстоянием между дренами 14 м. Осушительная система находится в рабочем состоянии, о чем свидетельствует поступление воды в смотровые колодцы из коллекто-

ров. На опыте в первый год возделывали однолетние травы (вико-овсяную смесь) на зеленую массу, на второй год – озимую рожь сорта Татьяна.

Использование смеси связано с тем, что не всегда в производственных условиях удается заготовить качественный компост, при этом особенно нарушается соотношение используемых компонентов. Поэтому было принято решение внести в почву по отдельности органические наполнители и ОСВ в точно заданных соотношениях, сначала разбрасывали наполнители, а сверху осадок. Сразу после разбрасывания по поверхности делянок, смеси заделывали в почву под плуг. При таких условиях процесс взаимодействия компонентов между собой и их трансформация проходили непосредственно в почве. Для выявления питательного режима в течение каждого вегетационного периода, на делянках опыта отбирались смешанные почвенные образцы. В них определяли содержание подвижных форм азота, фосфора и калия, а на наличие в почве органического вещества образцы отбирали в самом конце вегетационного периода (октябрь месяц).

Перед внесением смесей в почву выполнили их химический состав и установили количество питательных веществ содержащихся во вносимых дозах (табл.1).

Таблица 1 – Поступление в почву NPK во вносимой дозе удобрений в пересчете на 1 га, 2015 г.

№ п/п	Вариант опыта	Вносимая доза, т/га		Содержание во вносимой дозе смеси, кг			Сумма NPK, внесенная в почву, кг
		ОСВ	Наполнитель	N	P_2O_5	K_2O	
1	ОСВ:опилки 1:1	30	30	377,4	216,6	44,4	638,4
2	ОСВ:опилки 1:2	20	40	276,8	176,6	40,0	493,4
3	ОСВ:опилки 1:3	15	45	226,5	156,6	37,8	420,9
4	ОСВ:торф 1:1	30	30	667,2	209,1	46,2	922,5
5	ОСВ:торф 1:2	20	40	663,2	166,6	42,4	872,2
6	ОСВ:торф 1:3	15	45	661,2	145,35	40,5	847,0
7	ОСВ:солома 1:1	30	30	447,3	223,5	229,5	900,3
8	ОСВ:солома 1:2	20	40	370	185,8	286,8	842,6
9	ОСВ:солома 1:3	15	45	331,4	166,9	315,5	813,7
10	Компост	60		380,0	249,5	112,5	742,0

Как видно, чем уже отношение ОСВ: наполнитель, тем больше в смеси содержится NPK. Что касается компоста, то в нем отмечено относительно низкое количество калия, ввиду произошедшего выщелачивания данного элемента за период компостирования на открытой площадке.

Результаты исследований. Представленные за 2015г. средние данные по содержанию подвижных форм исследуемых элементов свидетельствуют, что более высокое количество подвижных форм азота в почве на-

ходилось на вариантах, где внесена смесь ОСВ с торфом и соломой. На делянках, где в составе смесей присутствовал торф, превышение к контролю составило 42-62% по нитратной форме и 37-71% по аммонийной. Менее заметным оказалось возрастание зольных элементов, содержание подвижного фосфора увеличилось на 2-13% и обменного калия – на 29-34%. В почве делянок с соломой, содержание нитратного азота превысило контрольный вариант на 44-57%, а аммонийного азота на 41-57%. По влиянию на зольные элементы, данные смеси оказались практически равноценными.

Важно отметить заметное увеличение количества подвижных форм питательных веществ в почве вариантов ОСВ с опилками. В них количество нитратного азота, по отношению к контролю повысилось на 21-41%, аммонийного азота – на 26-50%, подвижного фосфора – на 7-12%, обменного калия – на 10-19%.

Особое значение всем видам органических удобрений на дерново-подзолистых почвах придается в увеличении количества органического вещества. Именно оно оказывает многогранное влияние на плодородие почвы, обеспечивая улучшение их физических, химических и биологических свойств. Согласно наших данных, на фоне всех удобренных вариантов его содержание возросло на 6-18%. В сравнительном отношении несколько большее влияние на накопление в почве перегноя оказала смесь, состоящая из ОСВ с торфом.

Таблица 2 – Влияние удобрительных смесей и компоста на содержание подвижных форм питательных веществ и органического вещества в слое 0-20 см, средние показатели за 2015 г.

№ п/п	Вариант опыта	NO^{3-}, мг/кг	NH^{4+}, мг/кг	P_2O_5, мг/кг	K_2O, мг/кг	$C_{орг}$, %
1	Контроль	9,0	9,95	230,8	119,3	1,27
2	ОСВ:опилки 1:1	12,7	14,9	258,5	141,7	1,48
3	ОСВ:опилки 1:2	12,1	13,9	250,6	136,2	1,42
4	ОСВ:опилки 1:3	10,9	12,5	246,4	131,1	1,35
5	ОСВ:торф 1:1	14,6	17,0	259,7	160,2	1,50
6	ОСВ:торф 1:2	13,8	15,5	251,7	147,7	1,46
7	ОСВ:торф 1:3	12,8	13,6	236,0	154,3	1,40
8	ОСВ:солома 1:1	14,1	16,8	254,7	141,1	1,46
9	ОСВ:солома 1:2	13,7	15,3	245,5	128,6	1,42
10	ОСВ:солома 1:3	13,0	14,0	240,5	64,5	1,38

Исследуемые смеси и компост оказали весьма существенное влияние на урожайность опытных культур – вико-овсяной смеси и озимой ржи (табл. 3). В первый год их действия урожайность однолетних трав на удобренных вариантах возросла на 38-80%. Наибольший эффект наблюдается при внесении смесей состоящих из ОСВ с торфом и опилками. Выявлено четкое снижение урожайности по мере расширения наполнителя по отношению к осадку. Так, если на фоне ОСВ: торф 1:1 получено 495 ц/га зеленой массы, то при соотношении 1:3 – 445 ц/га, или на 11% меньше. Такая же зависи-

мость отмечена при внесении других видов смесей. В год последействия удобрений прибавка урожая озимой ржи была несколько ниже и составила 24-56%. При этом закономерность возрастания ее имела ту же тенденцию, что и в год внесения. Самая высокая урожайность была в вариантах, где ОСВ по отношению к наполнителю составляли 1:1. Следует отметить возрастающую удобрительную эффективность смесей с участием соломы. По мере ее разложения, из соломы стали переходить в почву химические элементы, улучшая питательный режим растений. Средняя урожайность за 2 года в контрольном варианте опыта составила 36,6 ц/га з. е., а на удобренных делянках – 48,2-60,3 ц/га з.е., что выше на 31-65%.

Таблица 3 - Влияние удобрительных смесей и компоста на урожайность вико-овсяной смеси и озимой ржи, 2015 и 2016 гг.

№ п/п	Вариант	Урожайность по годам, ц/га			Средняя урожайность, ц/га зерн. ед.	Прибавка к контролю, ц/га зерн. ед.	Окупаемость 1 кг NPK прибавкой урожая, кг
		Вико-овсяная смесь		Озимая рожь, зерно			
		зеленая масса	зерновые единицы				
1	Контроль	275	38,5	34,8	36,6	-	-
2	ОСВ:опилки1:1	480	67,2	53,4	60,3	23,7	7,4
3	ОСВ:опилки1:2	473	66,2	49,3	57,8	21,2	8,6
4	ОСВ:опилки1:3	445	62,3	43,8	53,0	16,4	7,8
5	ОСВ:торф1:1	495	69,3	50,0	59,6	23,0	5,0
6	ОСВ:торф1:2	462	64,7	47,2	55,9	19,3	4,4
7	ОСВ:торф1:3	445	62,3	42,3	53,2	16,6	3,9
8	ОСВ:солома1:1	442	61,9	52,2	57,0	20,4	4,5
9	ОСВ:солома1:2	420	58,8	49,8	54,3	17,7	4,2
10	ОСВ:солома1:3	380	53,2	43,1	48,2	11,6	2,8
11	Компост	360	50,4	45,8	48,1	11,5	3,1
	$НСР_{0,05}$ц/га	23,4		2,3			

Для сравнительной оценки эффективности смесей на основе ОСВ и компоста рассчитана величина окупаемости содержащихся в них питательных веществ полученной прибавкой урожая (табл. 3). За 2 года действия удобрений наиболее высокую окупаемость 1 кг NPK обеспечили смеси ОСВ с опилками, составив 7,4-8,6 кг з.е. Заметно уступили им смеси, состоящие из ОСВ с торфом (3,9-5,0 кг з.е.). Меньше всего окупаемость отмечена в вариантах, где в качестве наполнителя использовалась солома (2,8-4,5 кг з. е.). Для сравнения, задействованный в опыте компост обеспечил окупаемость 1 кг NPK – 3,1 кг з. е.

Таким образом, за 2 года применения удобрительных смесей наибольший эффект по окупаемости внесенных питательных веществ показали смеси ОСВ с опилками. Одновременно важно отметить, что исследуемые нами смеси обладают более длительным удобрительным действием, чем два года. Обычно их пролонгация составляет 5-6 лет, если это соотне-

сти к нашим смесям, то у них окупаемость питательных веществ урожаем окажется гораздо выше, чем представлено в таблице.

Выводы

1. Исследуемые смеси ОСВ с органическими наполнителями и компост повысили содержание питательных элементов в перегнойном слое дерново-подзолистой мелиорированной почве. Наиболее заметное возрастание подвижных форм азота, фосфора и калия наблюдалось на фоне внесенных смесей состоящих из ОСВ с торфом и опилками в соотношении 1:1. В меньшей степени это проявилось в почве делянок ОСВ с соломой.

2. Удобрительные смеси обеспечили накопление в почве органического вещества. По сравнению с контролем его содержание возросло на 6-18%, притом, чем выше в составе смеси находился наполнитель, тем большая прибавка органического вещества.

3. Все исследуемые смеси повысили среднюю урожайность возделываемых культур в опыте на 31-65%. Более высокой она оказалась на вариантах, где использовали смесь ОСВ: опилки, составив 53,0-60,3 ц/га зерн. ед. На этих же вариантах оказалась и наиболее высокая окупаемость питательных веществ удобрений полученной прибавкой урожая (7,4-8,6 кг зерн. ед.).

Библиографический список

1. Барановский И.Н., Гладких Д.П. Осадок сточных вод в земледелии Нечерноземной зоны: Монография. – Тверь: Изд. «Агросфера», ТГСХА, 2007. – 98 с.
2. ВитковскаяС.Е., ДричкоВ.Ф. Влияние органических отходов на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы и поступление тяжелых металлов в растения // Агрохимия. - 2002. - №7. – 5-10 с.
3. Касатиков В.А. Агрогеохимические свойства осадков городских сточных вод и торфоиловых компостов // Агрохимия. – 1996. – №8-9. – 87-96 с.

УДК 631: 452 + 559 + 8.022.3

УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОГО ПЛОДОРОДИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НОВОГО БИОУДОБРЕНИЯ БИГУЭМ

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

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

Плодородие почвы представляет собою комплекс протекающих в ней химических, физических и биологических процессов. Методы повышения эффективного плодородия почв многообразны. Применяя их, мы устраняем отрицательные и усиливаем положительные свойства почвы. Рациональная обработка почвы, применение удобрений и различных мелиора-

ций, севооборот, научная организация территории и другие мероприятия позволяют резко повысить эффективность плодородия почвы [1].

Одним из основополагающих способов, регулирующих уровень почвенного плодородия, является использование органических удобрений, которые чаще всего получают путем компостирования из отходов животноводческих и птицеводческих предприятий. Множество современных способов переработки органического сырья основываются на принципах классического компостирования, однако с учетом регулирования такие способы биопереработки называются уже биоконверсионными, в них понятие «компостирование» трансформируется в «ферментацию».

В отделе биотехнологий ВНИИМЗ была разработана и запатентована осуществляемая методом биоконверсии торфа с отходами животноводства технология получения нового биоудобрения БиГуЭм [2]. С целью улучшения качества и питательности БиГуЭм в него дополнительно были введены различные стимуляторы и среди всех исследуемых видов нового биоудобрения по большинству микробиологических, биохимических и агрохимических показателей нами был выбран наилучший вариант, обозначаемый как БиГуЭм (БС1 + БС2[2]), который в дальнейшем также усовершенствовали введением нового оригинального стимулятора S3 – БиГуЭм S3. Их названия приводятся в зашифрованном виде в связи с патентованием способов получения вариантов биоудобрений.

В 2015 году на картофеле сорта «Жуковский» мелиоративного объекта «Губино» сравнивалось влияние на почву и растения нескольких видов нового биоудобрения БиГуЭм (БиГуЭм, БиГуЭм (БС1+БС2[2]) и БиГуЭм S3), которые вносили локально при посадке клубней из расчета 4 т/га. БиГуЭм в качестве основного удобрения оценивали в сравнении с уже известным и зарекомендовавшим себя компостом многоцелевого назначения КМН в той же рекомендованной дозе 4 т/га. Контролем служил вариант без удобрений (б/у).

Надо отметить, что для улучшения качества будущего урожая посадки картофеля три раза за сезон (по фазам роста) были обработаны жидкофазным биопрепаратом ЖФБ из расчета 2 л/га. Таким образом, все 10 вариантов опыта были условно поделены на 2 группы: без дополнительного использования препарата ЖФБ по общему фону и – с ним.

Вносимые нами органические удобрения очень богаты по своему составу и, как показывает наш опыт, оказывают положительное влияние, как на почву, так и на урожай картофеля сорта «Жуковский» в целом.

При определении микробиологического состава почвы под растениями картофеля интересные данные были получены при подсчете численности амилолитической группы микроорганизмов, которые являются конкурентами растений за минеральные формы азота и тем самым косвенно влияют на будущий урожай.

В нашем опыте (рис.1), наибольшие средние значения этой группы

почвенных микроорганизмов за сезон вегетации были определены в вариантах без применения удобрения (варианты 1 и 6), причем без дополнительного использования по фону ЖФБ (вариант 1) – несколько выше, чем с таковым (вариант 6). Наименьшие показатели были обнаружены в обоих вариантах с применением КМН (варианты 2 и 7) и в варианте с использованием БиГуЭм (БС1 + БС2[2]) (вариант 4).

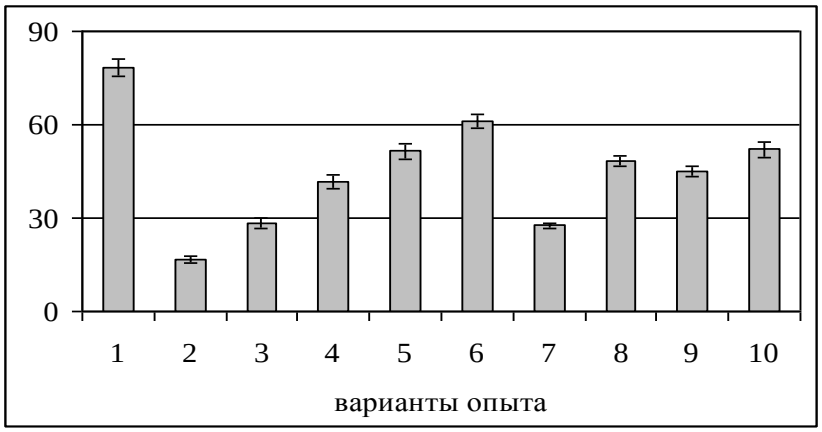


Рисунок 1 – Количество амилолитических микроорганизмов в почве вариантов опыта под картофелем, млн./г (средние значения за сезон)

1– без удобрений, 2 – КМН, 3 – БиГуЭм, 4 – БиГуЭм (БС1 + БС2[2]), 5 – БиГуЭм S3, 6 – без удобрений + ЖФБ, 7 – КМН + ЖФБ, 8 – БиГуЭм + ЖФБ, 9 – БиГуЭм (БС1 + БС2[2]) + ЖФБ, 10 - БиГуЭм S3+ ЖФБ

Такая высокая численность амилолитических микроорганизмов в вариантах без использования органических удобрений обусловлена недостатком элементов питания для роста и полноценного развития растений и поэтому микроорганизмы вынуждены самостоятельно трансформировать высокомолекулярные соединения самой почвы и образовывать тем самым достаточное количество доступных питательных веществ для своего роста и развития. Следует также отметить, что в группе вариантов как по фону БиГуЭм, так и по фону КМН численность обозначенной выше группы микроорганизмов при дополнительном применении ЖФБ была несколько выше, чем в соответствующих вариантах без ЖФБ.

Результатом воздействия человеческого общества на почву является эффективное плодородие, причем основным показателем и конкретным выражением эффективного плодородия почвы является урожайность сельскохозяйственных культур [3], в нашем случае картофеля. В таблице 1 представлены данные по урожайности картофеля сорта «Жуковский».

При подсчете общей урожайности был отмечен вариант с применением БиГуЭм S3 +ЖФБ (вариант 10) – в нем был обнаружен наибольший урожай – 22,05т/га (прибавка относительно контроля б/у составила 36%). Вариант по общей урожайности сопоставим с вариантом БиГуЭм S3 (вариант 5) – 21,56т/га (+ к контролю б/у – 33%). Эти же варианты показали прибавку и относительно второго контроля – КМН: в варианте

опыта БиГуЭм S3 она составила ~ 6 %, а с дополнительным использованием ЖФБ ~ 7%.

Таблица 1 – Урожайность картофеля (т/га) под воздействием видов биоудобрения БиГуЭм

Варианты опыта	Урожайность общая	± к контролю		Урожайность товарная	± к контролю	
		б/у	КМН		б/у	КМН
1. б/у	16,17	–	-4,23	13,07	–	-3,90
2. КМН	20,40	+4,23	–	16,97	+3,90	–
3. БиГуЭм	18,84	+2,67	-1,56	15,40	+2,33	-1,57
4. БиГуЭм (БС1 + БС2[2])	20,51	+4,34	+0,11	15,40	+2,33	-1,57
5. БиГуЭм S3	21,56	+5,39	+1,16	16,16	+3,09	-0,81
6. б/у +ЖФБ	16,19	+0,02	-4,21	11,67	-1,40	-5,30
7. КМН+ЖФБ	21,84	+5,67	+1,44	16,79	+3,72	-0,18
8. БиГуЭм + ЖФБ	19,24	+3,07	-1,16	15,88	+2,81	-1,09
9. БиГуЭм (БС1 + БС2[2]) +ЖФБ	19,31	+3,14	-1,09	15,74	+2,67	-1,23
10. БиГуЭм S3+ЖФБ	22,05	+5,88	+1,65	16,40	+3,33	-0,57
$НСР_{0,5}$	1,073			1,070		

Следует также отметить, что неплохой эффект был получен в двух других вариантах опыта с использованием БиГуЭм: в варианте 3 (БиГуЭм) и в варианте 4 (БиГуЭм (БС1 + БС2[2])). При этом относительно варианта без использования удобрений была получена прибавка ~ 16,5 и 26,8 % соответственно, а относительно контроля КМН наблюдалось снижение ~ на 8 % в варианте 3 и лишь малое повышение (~ 0,5 %) в варианте 4.

Если сравнить эти же варианты с дополнительным применением ЖФБ (варианты 9 и 10), то можно отметить увеличение общей урожайности по отношению к варианту б/у (на 18,8 % в варианте БиГуЭм и 19,2 % в варианте БиГуЭм (БС1 + БС2[2])]), а по отношению к соответствующему варианту с КМН – снижение ~ на 13. Следует предположить, что применение ЖФБ на посадках картофеля в этом году не дало должного результата, что возможно связано как с погодными условиями (холодный температурный режим в течение вегетации, особенно в фазу всходов), так и с применением самодостаточного биоудобрения БиГуЭм.

Товарная урожайность картофеля сорта «Жуковский» (средняя и крупная фракции) оказалась максимальной в обоих вариантах с применением КМН (вариант 2 и вариант 7) – 16,97 и 16,79 т/га соответственно. Практически идентичные результаты были получены в вариантах с использованием удобрения БиГуЭм S3 (вариант 5), в которых, однако, дополнительное применение ЖФБ (вариант 10) также не давало существенного увеличения – 16,16 против 16,40 т/га соответственно.

Прибавка товарного картофеля относительно контроля б/у была отмечена во всех вариантах с применением разновидностей БиГуЭм: ~ на 17% при применении БиГуЭм (вариант 3) и БиГуЭм (БС1 + БС2[2])]) (вариант 4) и ~ на 23 % при использовании БиГуЭм S3 (вариант 5). Кроме того, не было

отмечено прибавки урожайности товарного картофеля в вариантах с опрыскиванием ЖФБ по этим фонам (БиГуЭм, БиГуЭм (БС1 + БС2[2])]), БиГуЭм S3 – варианты 8, 9 и 10) относительно варианта б/у + ЖФБ.

Полученный урожай был также оценен по ключевым показателям качества – нитратонакопление и крахмалистость клубней картофеля. В целом, содержание крахмала в картофельных клубнях вариантов с применением органических удобрений (но без дополнительного применения ЖФБ) было значительно выше относительно варианта б/у (в среднем 12,86 % против 8,73 %).

Ранее отделом биотехнологий было проведено достаточное количество исследований с препаратом ЖФБ, который неизменно оказывал положительное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур и на качество получаемой продукции. То же наблюдали и в нашем опыте: растения картофеля, которые были обработаны три раза за сезон микробиологическим препаратом ЖФБ, сформировали качественные клубни. Лучшим по крахмалистости клубней оказался вариант с использованием БиГуЭм (вариант 3). Отметим, что в аналогичном варианте, но с дополнительным использованием ЖФБ (вариант 8) содержание крахмала было несколько выше, чем без него.

Известно, что предельно допустимое количество (ПДК) содержания нитратов в картофеле, утвержденное Минздравом РФ, не должно превышать 250 мг/кг [4]. Полученная в 2015г. продукция клубней картофеля соответствовала этому требованию: максимальное нитратонакопление было выявлено в варианте б/у (вариант 1) – 127,60 мг/кг, кроме этого в вариантах разновидностей БиГуЭм с дополнительным применением ЖФБ были получены достаточно низкие цифры по этому показателю (наименьшее нитратонакопление 57,40 мг/кг – в варианте БиГуЭм S3 + ЖФБ (вариант 10). Качественные данные картофеля сорта «Жуковский» отображены на рисунке 2.

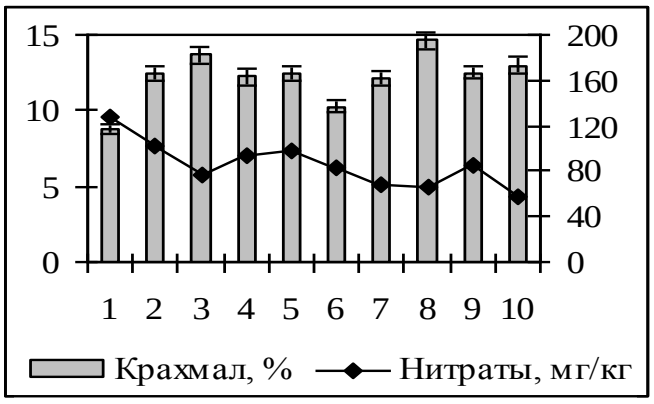


Рисунок 2 – Содержание крахмала и нитратов в клубнях картофеля

Таким образом, по полученным результатам опыта 2015г. можно сделать вывод о положительном влиянии применения под картофелем сорта «Жуковский» трех разновидностей удобрения БиГуЭм. Следует отметить,

что дополнительное использование препарата ЖФБ по фону не оказывало существенной прибавки урожая, хотя в группе вариантов с ЖФБ все же было отмечено некоторое улучшение качества картофеля. Это прежде всего объясняется тем, что биоудобрение БиГуЭм само по себе является богатым по содержанию агрономически полезной микрофлорой и питательными веществами и считается поэтому самодостаточным удобрением. Кроме того, имеются данные, что внесение ЖФБ должно строго регламентироваться, так как в его составе имеется собственный агрессивный микробоценоз ($nx10^{12}$), который оттягивает на себя питательные вещества. Поэтому его применение в конечном итоге может оказаться экономически необоснованным. Лучшим среди опытных вариантов БиГуЭм (в группе без дополнительного применения ЖФБ и с таковым) оказался вариант биоудобрения на основе биостимулятора БиГуЭм S3, в котором была отмечена самая высокая урожайность и улучшенные показатели качества картофеля. Следовательно, применение нового биоудобрения БиГуЭм можно считать перспективным по отношению к удобрению КМН – ранее изученному и отлично себя зарекомендовавшему на рынке органических удобрений, получаемых методом классического компостирования. А полученную на посадках картофеля сорта «Жуковский» достаточно высокую урожайность следует считать «квинтэссенцией» эффективного плодородия, сформированного под воздействием нового биоудобрения БиГуЭм.

Библиографический список

1. Почвоведение: учеб. пособие / под ред. А.С. Фатьянова, С.Н. Тайчинова. – М.: Колос, 1972. – 480 с.
2. Рабинович Г.Ю., Тихомирова Д.В. Патент РФ № 2539781 Способ получения биоудобрения. 2015.
3. Лыков, А.М. Земледелие с почвоведением / А.М. Лыков, Г.И. Баздырев, А.Ф. Сафонов, А.А. Коротков: Учебник. -М.: Колос, 2000. -448с.
4. Система экологически безопасного применения удобрений под овощные культуры на дерново-подзолистых и пойменных почвах Нечерноземной зоны РФ (руководство) / М. Россельхозакадемия, 2010 – 87 с.

УДК 631.87

ПРИМЕНЕНИЕ ТОРФОГУМИНОВОГО КОМПЛЕКСНОГО УДОБРЕНИЯ (ТГКУ) НА ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ ПОДМОСКОВЬЯ

Бородкина Р.А., к.б.н., **Позднякова А.Д.,** к.б.н., **Михеева Т.В.**
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», г.Тверь, Россия

Торфяные почвы представляют собой уникальные природные образования, обладающие потенциально высоким уровнем плодородия. Но даже высокоплодородные торфяные почвы после многолетней эксплуатации их в пропашной системе земледелия потеряли значительную часть своего плодородия из-за «почвоутомления», снижения биологической активности почв, ухудшения ряда физических и химических свойств.

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 .

Значение микроэлементов для роста и развития овощных растений общеизвестно. Для торфяных почв гумидной зоны до настоящего времени гуминовые удобрения не применялись.

Место проведения, объекты исследования

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.

Методика исследования: Технология получения и применения торфо-гуминового комплексного микроудобрения (Бородкина, 1995).

Результаты исследований

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. Выявлено, что обработка семян (вариант1), 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.

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

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 торфяных почвах.

1. Обработка семян моркови, стоговой 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%

2. При обработке почв используют более концентрированный препарат - 0,02% или 0,2%

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.

Библиографический список

Бородкина Р.А., Поздняков А.И. Технология получения и применения торфогуминового комплексного микроудобрения // Методическ. рек.по использ. Мелиорир. Земель в гумидной зоне России. — Расхн, Москва, 1995. — с.128–131

УДК 631.43

ФРАКТАЛЫ: РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ВНЕШНЕГО ТРЕНИЯ ПОЧВ

К.Г. Моисеев, к.с.-х.н.

ФГБНУ Агрофизический научно-исследовательский институт,

Для количественной оценки эффективности применения технологий борьбы с ветровой эрозией и иных мероприятий по охране окружающей среды от дефляции ранее предлагалось (Куртенер, Усков 1988) использовать критерий вида:

$$\eta = 1 - \frac{\tau_i - T_i}{\tau_0 - T_0},$$

где $\tau_i - T_i$ является показателем результатов *i*-й технологической деятельности по защите поверхности от ветровой эрозии; $\tau_0 - T_0$ является показателем потенциальной подверженности поверхности сыпучей среды ветровой эрозии.

Для случаев, когда мероприятия дают положительный защитный эффект, η >1. Для расчета численных значений критерия η необходимо идентифицировать параметры τ и T.

Определение сдвигового напряжения T (как величины, определяющей силовое воздействие ветрового потока на поверхность почвы) известно из задачи о пограничном слое в динамике сплошных сред (Куртенер, Усков, 1988)

При определении сопротивления сдвига τ используют экспериментальные методы всякий раз, когда необходимо определить его величину. Задача априорной оценки величины сопротивления сдвига является актуальной для решения ряда агрономических и технологических задач земледелия, мелиорации почв и механики грунтов (Михин, 1977, Моисеев, 2002, Санников и др., 2006), а также при использовании критерия η для оценки эффективности экологических противоэрозионных технологий.

Коэффициент внешнего трения $tg\varphi$ количественно выражается через отношение сдвигающей силы τ к нормальной силе N (закон Ш.Кулона):

$$tg\varphi = \tau / N \qquad (1)$$

В реальных условиях все тела обладают некоторым собственным весом (нормальная сила $N \neq 0$), сдвигающая сила пропорциональна этому весу. Независимо от величин τ и N характер связи между ними, выражен-

ный величиной $tg\varphi$, не измениться. Ранее, разным исследователями в трибологии предлагались различные априорные модели для расчёта коэффициента внешнего (не молекулярного) трения (Михин, 1977, Моисеев 1998, 2002, Санников и др 2006). Например, модель Лоджа и Хоувелла (Михин, 1977). Коэффициент трения f в этой модели выражается следующим образом:

$$f = \mu \cdot N^{(1-n)\cdot(1-\beta)} \cdot \left(\frac{h+1}{1+hn}\right) \cdot k_i^{'1-n}$$

где $\mu=tg\varphi$; N –нормальная составляющая силы трения; n − показатель степени; β − коэффициент шероховатости поверхности, одинаковый для всех выступов; k_i' – коэффициент, зависящий от геометрических и механических свойств поверхностей; h − коэффициент по Герцу, $h = 0{,}5$. Или модель, предложенная нами ранее (Моисеев, 1998).

Все модели представляют собой показательные функции с целочисленной размерностью при определяющих параметрах модели, и в общем виде даются выражением: $\tau_i = \mu \cdot p_i^n$, где предполагается, что в отдельной области контакта осуществляется предельная сила трения в каждой точке элементарной площади касания где p_i^n − элементарная вертикальная реакция; μ – коэффициент пропорциональности (трения) между кассательными и нормальными напряжениями на контакте; n − показатель степени.

Предлагаемая здесь фрактальная модель расчёта коэффициента трения построена на основе модели 1998г. (Моисеев 1998). При построении модели мы заменяем евклидову размерность степени n модели фрактальной размерностью. Соответственно, и структура модели претерпевает изменения. Построенная модель сохраняет при этом связь с предложенными ранее моделями (как показательная функция).

При сдвиге сыпучей массы коэффициент трения является характеристикой сопротивления структуры и связан с силой трения качения. В реальных условиях максимальное число (равное 3) контактов качения достигается при рыхлом сложении зернистой массы (Моисеев 1998, Санников и др., 2006). В этих условиях сопротивление трения, обусловленное скалыванием углов и зацеплением частиц зернистой массы друг о друга, практически отсутствует. Коэффициент трения сухой зернистой массы зависит и от ее минералогического состава.

Таким образом, тангенциальная составляющая напряжений в сухой сыпучей массе может быть выражена через величины объемного веса (γ), размера частиц (d) и число контактов (s): $\tau = s\gamma^2 \lg d$. Нормальная составляющая напряжений целиком определится величиной собственного веса (плотности ρ) частиц, обусловленного их минеральным составом и сложением (пористостью P, выраженной в долях единицы): $N = \rho(1-P)$; тогда выражение для коэффициента трения с учётом выражений (1) и (1[a]):

$tg\varphi = \frac{s\gamma^2 \cdot \lg d}{\rho \cdot (1-P)}$.Запишем это выражение в виде: $tg\varphi = \frac{\gamma}{\rho} \cdot \frac{1}{(1-P)} \cdot s\gamma \cdot \lg d$. Из фрактальной геометрии известно (Perrier, Bird, 2002; Глобус, 2007;; Джанахмедов и др. 2014; Моисеев, 2015):

$\frac{\gamma}{\rho} = \left(\frac{d_{\max}}{d_{\min}}\right)^{3-D}$ и $1-P = \left(\frac{d_{\max}}{d_{\min}}\right)^{D-3}$, где d_{max} – максимальный размер, d_{min} – минимальный размер частиц сыпучей массы, D – фрактальная размерность порового пространства (объема - евклидова размерность, равная 3) образованного частицами этого размера.

После подстановки и преобразования получаем:

$$tg\varphi = 2 \cdot \left(\left(\frac{d_{\max}}{d_{\min}} \right)^{3-D} - 1 \right) \cdot s\gamma \cdot \lg d$$

или, учитывая, что s =3, имеем:

$$tg\varphi = 6\hat{\gamma} \cdot \left(\left(\frac{d_{\max}}{d_{\min}} \right)^{3-D} - 1 \right) \cdot \lg d \,, \qquad (2)$$

d – Средний диаметр частиц и $\hat{\gamma}$ - объемный вес сухой сыпучей массы в безразмерном выражении (т.е. отнесенный к удельному весу воды при температуре 4°С).

Для идентификации построенной модели использовали мономинеральные фракции сухих почв и грунтов. Коэффициент трения определялся по углу естественного откоса в приборе Знаменского (Месчян, 1974). В рабочем органе прибора сухая зернистая масса ссыпается под действием силы собственного веса, образуя естественный откос, угол наклона которого равен углу внутреннего трения. Тангенс угла внутреннего трения песка и является коэффициентом трения (Моисеев, 2002). В качестве фрактальной модели наиболее полно соответствующей сложению частиц сухой зернистой массы выбрана губка Менгера, фрактальная размерность D= 2,72 (Глобус, 2007, Моисеев 2015).

Результаты экспериментальных исследований, параметры модели и результаты теоретических расчетов по модели представлены в таблице 1.

Граничные условия рабочего диапазона модели (уравнение 2), когда почва при сдвиге ведет себя подобно сыпучей массе, следующие: 1) почва агрегирована; 2) плоскости единичных контактов параллельны плоскости трения; 3) деформация является чисто упругой; 4) площадь касания не зависит от силы трения; 5) трение достигает предельного значения во всех областях контакта одновременно; 6) все области контакта имеют круглую форму. Эти условия соблюдаются, если почва имеет влажность, существенно не влияющую на механическую прочность агрегатов, т.е. такую влажность (меньше нижнего предела пластичности), при которой не происходит среза агрегатов или почва находится в воздушно-сухом состоянии (Моисеев, 1998).

Таблица 1. Экспериментальные данные к расчету коэффициента трения по фрактальной модели – идентификация модели

Наименование	Размер фракции (мм)	Средний диаметр (мм)	*lgd*	Объемный вес сухого грунта γ, г·см$^{-3}$	Коэффициент трения			
					Расчет		Эксперимент	
					tgφ	*φ^o*	*tgφ*	*φ^o*
Слюда	2-.1	1,5	1,18	0,4	0,438	29^{0}08’	0,5317	28
	1-0,5	0,75	0,88	0,46	0,4307	25^{0}30’	0,4877	26
	0,5-0,25	0,375	0,57	0,515	0,3974	19^{0}18’	0,3153	17^{0}30’
Остроугольный кварц	2-.1	1,5	1,18	1,58	1,723	65^{0}34’	2,246	66
	1-0,5	0,75	0,88	1,57	1,472	58^{0}26’	1,4826	56
	0,5-0,25	0,375	0,57	1,5	1,1796	45^{0}34’	1,0355	46
	0,25-0,1	0,175	0,24	1,42	0,441	23^{0}14'	0,5095	27
Окатанный кварц	2-.1	1,5	1,18	1,69	1,844	68^{0}37'	1,804	60
	0,25-0,1	0,175	0,24	1,46	0,4545	22^{0}48'	0,5317	28
Модель шары*	3.-5	4	1,60	0,59	0,767	35^{0}21'	0,6249	32
Чернозём** каменная степь	0,308	0,308	0,49	1,12	0,8336	39^{0}49'	0,8	38^{0}39'

* Применено физическое моделирование – сформированы искусственные агрегаты из кембрийской глины, мультифрактальная размерность структуры =2,87.

** Почва в сухом состоянии ведет себя при сдвиге подобно сыпучей массе.

Область рассматриваемого процесса перемещения частиц зернистой массы (в случаях эрозии), перемешивания строительных смесей (расчет затрат горюче-смазочных материалов), или разрушения откосов строительных сооружений – дамб, каналов и котлованов огранивается требованием сухого состояния зернистой массы. При наличии влаги возникает эффект адгезии, появляются силы, приводящие ко второму члену (величине молекулярного трения - сцепления) в уравнении Кулона, и требование отсутствия сил адгезии на поверхностях контактов сферических частиц является актуальным. Естественно, в нативных почвах такие условия редкость (исключая ситуацию пересушивания верхнего слоя почв и возникновения пыльных бурь), иное дело пыление золошлакоотвалов и терриконов шахт.

В обобщенном виде уравнение (фрактальная модель) для расчета коэффициента внешнего трения сухих сыпучих сред записывается:

$$tg\varphi = M \cdot \frac{\gamma}{\rho_{H_2 0}} \cdot \left(\left(\frac{d\max}{d\min} \right)^{3-D} - 1 \right) \cdot \lg dcp$$

Далее на основе статистик необходимо оценить адекватность и качество построенной модели.

Адекватность построенной модели оценивается на основе проверки достоверности отличия, разброса погрешностей модели (от разброса экспериментальных данных, вызванного природными причинами или особенностями метода измерения). Используется критерий Фишера (Пачепский, 1990). Этот критерий весьма чувствителен к нормальности распределения,

поэтому проводится тестирование на нормальность распределения абсолютных погрешностей модели. Абсолютная погрешность − Δ, модели распределена нормально. Средняя погрешность модели близка к нулю.

Результаты статистических оценок модели следующие: коэффициент корреляции (R) =0,97; доверительный интервал =9,5; Δ(град) =4,11; относительная погрешность модели =11 %. Табличное значение критерия Фишера равно 5,12. Расчетный (фактический) критерий на уровне значимости (p=0.05) равен 149,2; $F_{факт} > F_{табл.}$; нулевая гипотеза о случайной природе связи между расчетными и экспериментально измеренными величинами коэффициента трения отклоняется, признается статистическая значимость и надежность построенной модели.

Предлагаемая модель может быть использована для априорного расчета (на основе фрактальных соотношений параметров структуры сухой сыпучей массы) коэффициента внешнего трения (грунта, почвы, золы) в решении ряда задач агроэкологии и зашиты окружающей среды.

Модель адекватна, относительная ошибка расчета коэффициента трения по модели 11%: эта величина меньше требований строительных норм и правил, предъявляемых к допустимой погрешности (15%) экспериментального определения коэффициента трения.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №16-04-01473-*а.*

Библиографический список

1. Глобус А. М., 2007. Фрактальность некоторых физических свойств почв. В: Физические химические и климатические факторы продуктивности полей. – Сб.тр. АФИ, СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, стр.16-21.
2. Джанахмедов А. Х., Дышин О. А., Джавадов М. Я. 2014. Синергетика и фракталы в трибологии. - Баку: АПОСТРОФФ, 504с.
3. Куртенер Д. А., Усков И. Б. 1988. Управление микроклиматом сельскохозяйственных полей. Л., Гидрометеоиздат, 264с.
4. Месчан С. Р. 1974. Механические свойства грунтов и лабораторные методы их определения. М., Недра, 192с.
5. Михин Н. М. 1977. Внешнее трение твёрдых тел. – М., Наука, 211с.
6. Моисеев К. Г. Фракталы: анализ временных рядов в агрофизике. 2015. «2015 International Year of Soils» Сб. докл. заседаний Санкт-Петербургского отделения общества почвоведов им. В. В. Докучаева. Издательство: ООО "ВВМ" Санкт-Петербург, С.3-13.
7. Моисеев К. Г. 2002. Применение теории подобия к исследованию физико-механических свойств почв: Диссертация на соискание степени кандидата сельскохозяйственных наук. ГНУ АФИ, Санкт-Петербург.
8. Моисеев К. Г. 1998. Метод расчёта коэффициента трения сыпучих масс при структурном сопротивлении сдвигу. В: Агрофизические методы и приборы (в трех томах). Физика почвы (том первый). Сб.тр. АФИ, стр. 111-117
9. Пачепский Я. А. 1990. Математические модели физико-химических процессов в почвах. М, Наука, 188с.
10. Санников А. А, Куцубина Н. В. , Витвинин. А. М. 2006. Надежность машин. Трибология и триботехника в оборудовании лесного комплекса. Учебное пособие. Екатеринбург, Урал. гос. лесотехн. ун-т, 145с.
11. Perrier, E. M. A., Bird, N. R. A. 2002. Modeling soil fragmentation: the pore solid fractal approach. Soil Tillage Res. 64:91-99.

УДК 631.331 : 633.1

СЕЯЛКА ДЛЯ ГРЕБНИСТОГО ЛЕНТОЧНО-РАЗБРОСНОГО СПОСОБА ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Митрофанов Ю. И., к.с.-х.н., **Симонов В.Ф., Лукьянов С.А.**
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», г.Тверь, Россия

В Нечерноземной зоне Российской Федерации основным способом посева зерновых культур является рядовой способ с шириной междурядий 15см. Слабыми сторонами этого способа являются – неравномерность распределения семян по площади питания и глубине посева, излишне глубокая заделка семян при проведении сева по не осевшей почве, недостаточная надежность технологического процесса при повышенном увлажнении и др. На осушаемых землях выбор наиболее эффективной технологии посева зерновых культур, в значительной степени, зависит от их ландшафтных особенностей: почвенной и гидрологической пестроты, сложности почвенного покрова, особенностей водного режима (повышенное увлажнение, участие поверхностных и грунтовых вод в формировании водного режима, наличие блюдец, западин и более мощного снегового покрова, неравномерное просыхание полей и др.)

Применительно к озимым культурам одним из основных недостатков обычного рядового способа посева является то, что он недостаточно эффективно защищает растения ржи от неблагоприятных факторов перезимовки. В осенний период на северо-западе Нечерноземья рост и развитие озимой ржи чаще всего проходит в условиях повышенного увлажнения. Избыток влаги в почве в этот период, особенно в зоне залегания узла кущения, ухудшая условия накопления пластических веществ, а значит и закалки растений, может резко увеличивать количество погибших растений при перезимовке. Как показывают исследования Всероссийского НИИ мелиорированных земель одним из эффективных способов, направленных на повышение устойчивости посевов зерновых культур к неблагоприятным агроэкологическим факторам, является их специальный посев с размещением растений на профилированной поверхности [1-5].

Исследования проводились с гребнистой и грядовой поверхность почвы. В опытах озимая рожь выращивалась на мелко сформированных при посеве грядах и гребнях. Посев проводился переоборудованными рядовыми сеялками СЗ–3,6 и СЗК–3,6 (сеялка с сошниками каткового типа – белорусский вариант). Высота гряд 100-160мм, ширина – 1,4 и 2,2 м; высота гребней – 6-8 см, ширина – 30 см. Вариант с гребнистым профилем поверхности, по характеру размещения семян на поверхности почвы и площади питания растений, представляет собой ленточно-разбросной способ посева. Изучалось два варианта ленточно-разбросного (гребнистого) посева – с уплотнением почвы под гребнем и вдавливанием семян в почву специальны-

ми катками (вариант зерновой гребне-катковой сеялки – СЗГК-3,6) и без уплотнения почвы и вдавливания семян (зерновая гребневая сеялка – СЗГ-3,6). Из рассматриваемых способов посева лучшие агроэкологические условия для произрастания озимой ржи создаются при размещении растений на мелкогребнистой поверхности. В условиях повышенного увлажнения такой посев обладает высокой технологичностью и адаптивностью, узел кущения всегда размещается выше уровня поверхности почвы в межгребневом пространстве, что обеспечивает более высокую зимостойкость посевов ржи, по сравнению с контролем, повышенную защищенность растений от переувлажнения и ледяной корки. Лучшие результаты были получены при использовании для посева сеялки СЗГК-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 формированием мелкогребнистой поверхности (Патент № 2083075, авт.: МитрофановЮ.И., МитрофановаГ.Н., Алексеев А.П.)

Улучшение агрофизических условий в зоне расположения узла кущения под влиянием гребнистой поверхности оказывает благоприятное влияние на рост и развитие растений ржи, сохранность растений. Положительное влияние профилированной поверхности на перезимовку растений было особенно заметным в неблагоприятные годы. При выращивании ржи на профилированной поверхности прибавки урожая, по сравнению с обычным способом посева, по фону РВК составили 0,41-0,66т/га и по культивации – 0,52-0,85т/га. При гребнистом способе посева снижаются засоренность посевов ржи и поражение растений болезнями (снежной плесенью и корневыми гнилями), увеличивается площадь листовой поверхности и фотосинтетический потенциал посевов. При возможном росте урожайности на 12,8-17,5%, прямые затраты на производство 1т зерна уменьшаются на 9,4-11,1%. Аналогичные результаты были получены на озимом тритикале.

При использовании гребнистого способа посева для возделывания яровых зернофуражных культур, особенно овса, проблемы возникали в засушливые годы, когда верхняя часть посевного слоя почвы (0-2см) во время проведения посевных работ быстро просыхала до влажности не позволяющей получать дружные и полноценные всходы. При рассеве на поверхность семена в этих условиях ложатся на сухую почву, катки 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 и ветреной погоде, особенно при запоздании с посевом. Для создания семенам хороших условий для прорастания, как показали наши наблюдения, необходимо перед их рассевом убрать с поверхности сухую почву, чтобы семена ложились на влажную землю. Для решения этой задачи были разработаны и установлены на сеялку СЗГК-3,6 специальные приспособления, позволяющие освобождать ложе для семян от су-

хой почвы и выравнивать поверхность почвы для лучшей работы катка (усовершенствованный вариант гребне – катковой сеялки – СЗГК-3,6У).

Переоборудованная сеялка СЗГК-3,6У состоит из 12 одинаковых посевных секций, равномерно расположенных на раме (4) сеялки (рисунок).

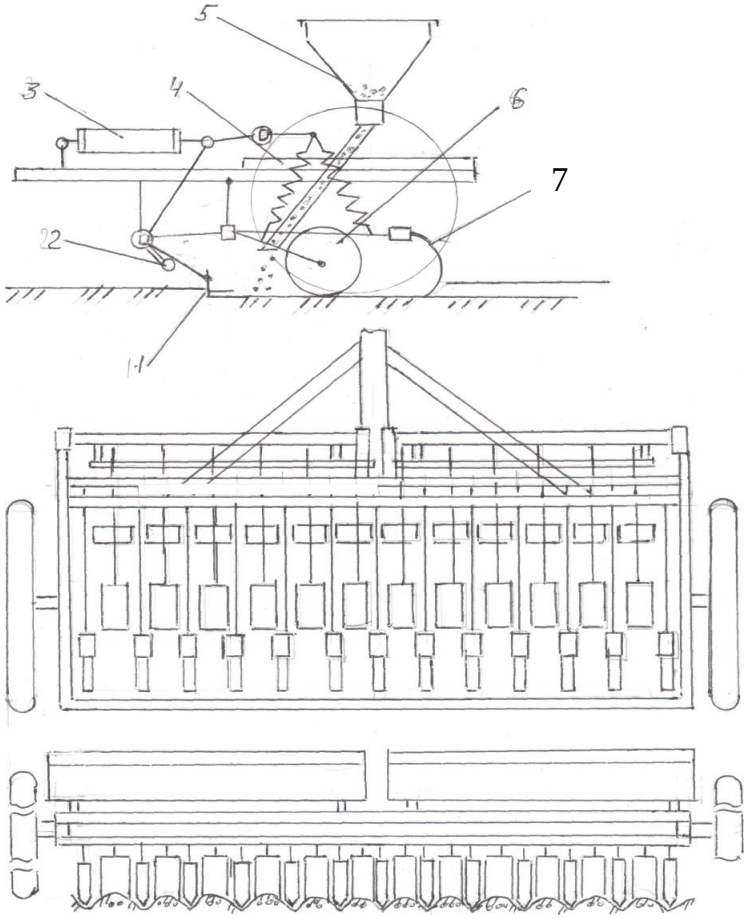


Рисунок. Схема зерновой гребне-катковой сеялки - СЗГК - 3,6 У (усовершенствованный вариант СЗГК-3,6)

1 – приспособление для формирования семенного ложа, 2 – устройство для перевода приспособления в транспортное положение, 3 – гидроцилиндр, 4 – рама, 5 - зернотуковой ящик, 6 - каток, 7 - заделывающая лапа.

Каждая посевная секция состоит из последовательно установленных на раме (4) прикатывающего (6) и заделывающего (7) рабочих органов. Выравнивающая пластина (1) установлена на раме (4) сеялки перед высевающим аппаратом. Пластина (1) установлена шарнирно, с помощью устройства (2) переводится в транспортное положение. Ширина пластины на 2…3 см больше ширины катка (6). Высевающее устройство представляет собой трубу длиной 20 см прямоугольного сечения 80 х 40 мм, установленную перед прикатывающим устройством (6). К каждой трубе присоединены 2 семяпровода. Прикатывающее устройство представляет собой прорезиненный каток диаметром 30 см и шириной 10 см, прикрепленный к короткому поводку сеялки. К длинному поводку сеялки крепится заделывающий рабочий орган, изготовленный из дугообразной культиваторной

лапы прямоугольного поперечного сечения. Лапа устанавливается на поводок таким образом, чтобы угол наклона лапы к почве был 90º.

Технологический процесс сеялки СЗГК-3,6У протекает следующим образом: засыпанные в семенное отделение зернотукового ящика (5) семена стекают через отверстие в дне ящика на высевающие аппараты и лентой ложатся на предварительно подготовленную почву. Благодаря наличию рабочих органов для снятия поверхностного слоя почвы – выравнивающих пластин (1), непосредственно перед рассевом семян, ложе для семян освобождают от пересохшей почвенной пленки путем сдвига почвенного слоя толщиной 1-2 см в междурядье и выравнивают поверхность почвы для лучше работы катков (6). Семена ложатся на влажную и выровненную почву. Следующие за высевающим аппаратом прикатывающие катки (6) вдавливают семена в подготовленное ложе, обеспечивая их плотный контакт с почвой. Дугообразные культивирующие лапы (7) заделывают семена слоем почвы путем нагребания ее с междурядий.

В условиях 2015 года всходы овса при посеве усовершенствованным вариантом гребне-катковой сеялкой (СЗГК-3,6У) появились, по сравнению с первым контролем (СЗ-3,6), раньше на 3-4 дня, а с СЗГК-3,6 (второй контроль) – на 2 дня. Полевая всхожесть семян на контроле составила 67,0%, при посеве СЗГК-3,6 – 81,0 и СЗГК-3,6У – 89,0 или на 8% больше, по сравнению со вторым контролем. Урожайность овса на варианте с усовершенствованным способом посева, по сравнению с первым контролем, увеличилась на 1,01т/га зерна, по отношению ко второму– на 0,45т/га, биологическая – соответственно – на 0,90 и 0,46т/га.

Таким образом, усовершенствованный вариант гребне-катковой сеялки (СЗГК-3,6 У) позволяет существенно повысить адаптивность технологии гребнистого ленточно-разбросного способа посева к засушливым погодным условиям в период проведения посевных работ и эффективность его использования при возделывании яровых зернофуражных культур, особенно овса.

Библиографический список

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.

РАЗДЕЛ III. Кормопроизводство и животноводство на мелиорированных землях

УДК 633.31.: 631.531.011.3

ТРАНСФОРМАЦИЯ ВЫРОЖДЕННЫХ ЛУГОВ В КУЛЬТУРНЫЕ ПАСТБИЩА ПРИЕМАМИ КОРЕННОГО И ПОВЕРХНОСТНОГО УЛУЧШЕНИЯ

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

Дальнейшее развитие животноводства может обеспечить лишь устойчивая кормовая база, удовлетворяющая не только по количеству кормов, но и по питательной ценности. Основная роль в ее укреплении принадлежит культурам богатым белком со сбалансированным аминокислотным составом.

Белок злаковых трав в качественном отношении недостаточно полноценен из-за низкого содержания отдельных незаменимых аминокислот. Восполнить дефицит незаменимых аминокислот могут только многолетние и однолетние бобовые травы и другие высокобелковые культуры. Введение их в рацион животных способствует также повышению усвояемости белков из других неполноценных кормов.

Большинство бобовых трав отличается низким долголетием, и введение их в пастбищные травосмеси не гарантирует стабильного их участия.

В практике улучшения луговых угодий во многих странах применяется сплошное залужение злаковыми или бобово-злаковыми травосмесями и подсев в дернину при минимальной обработке почвы.

Технология трансформации злаковых травостоев в бобово-злаковые основана на наблюдающемся в природных условиях постоянном процессе семенного возобновления луговых сообществ. Особи различных видов появляются в фитоценозе из семян и, при условиях обеспечивающих их выживаемость, формируют наземную часть и корневую систему без обработки почвы.

Ряд исследователей предпринимали попытки проводить подсев по примитивной технологии, предусматривающей высев семян вразброс и заделку их тяжелыми зубовыми боронами. Небольшие нарушения дернины не создают должных условий для развития подсеваемых видов. Более надежные результаты получены в опытах, где подсевали бобовые травы дисковой сеялкой [3].

Благоприятную регенерационную ситуацию создает фрезерование дернины. Эта энергоемкая операция применяется как для сплошной, так и для частичной разработки дернины в зоне подсева трав. Для улучшения лугов созданы специальные сеялки полосного и бороздкового подсева.

Используемая нами сеялка МД-3,6 удовлетворяет агротехническим требованиям, поскольку в бороздках семена попадают на твердое ложе и засыпаются рыхлым слоем почвы на глубину 0,5-1,5см. Уничтожение прежнего травостоя в пределах бороздки подавляет конкуренцию с аборигенной растительностью на начальном этапе. Но вскоре появившиеся всходы начинают испытывать экологический прессинг со стороны аборигенных членов сообщества, конкурируя с ними, прежде всего за свет. Наши опыты и данные других исследователей показывают [1], что для выживания всходов бобовых трав следует подавлять конкуренцию со стороны исходного травостоя на протяжении полутора месяцев после появления всходов.

Всходы и укоренившиеся бобовые травы размещаются на дне бороздки ниже поверхности дернины и поэтому не вытаптываются и не повреждаются при выпасе животных и проходе техники. Травостой можно использовать после подсева трав в обычном пастбищном режиме. Помимо выпаса, конкуренция прежнего травостоя при подсеве бобовых в дернину может быть подавлена путем подкашивания, внесением гербицидов.

В таблице 1 приведены данные наблюдений за формированием пастбищных травостоев при подсеве многолетних бобовых трав в дернину старосеяного культурного пастбища и при перезалужении их бобово-злаковыми травосмесями с включение тимофеевки и овсяницы луговой. Полевую всхожесть и выживаемость определяли подсчетом всходов спустя 30 дней после проведения подсева и в конце вегетации в год подсева выживших растений на постоянных площадках по 0,25 м^2 на каждой делянке.

Таблица 1 – Полевая всхожесть и выживаемость многолетних бобовых трав при подсеве в дернину

Варианты	Высеяно всхожих семян, шт./м^2	Получено всходов, шт./ м^2	Полевая всхожесть, %	Сохранилось растений, шт./ м^2	Выживаемость, %
Подсев бобовых трав в дернину, в год подсева режим использования пастбищный					
Клевер ползучий (3 кг/га)*	350	134	38,0	88	25,1
Клевер луговой (4 кг/га)*	200	116	58,0	74	37,0
Клевер ползучий + клевер луговой (3,5 кг/га)*	280	135	48,0	90	32,1
Перезалужение					
Клевер ползучий (4 кг/га)*	460	168	34,5	102	22,2
Клевер луговой (6 кг/га)*	320	134	42,2	114	35,6
Клевер ползучий + клевер луговой (7 кг/га)*	500	220	44,0	135	27,0

Примечание: * Нормы высева многолетних бобовых трав при 100 %-ной посевной годности

Полевая всхожесть зависит от крупности семян многолетних бобовых трав. Так, семена клевера лугового имели всхожесть 58 %, а мелкие семена клевера ползучего 38 %.

Подсеянные в дернину бобовые травы и прежний травостой конку-

рируют за свет, влагу и питательные вещества. Часть всходов погибает от повреждения вредителями и болезнями, в результате чего от 30 до 40 % всходов не выживают. На улучшенных подсевом бобовых трав делянках к концу вегетации сохраняется 74-90 шт./м^2 особей. Наблюдения показывают, что такого количества особей бобовых трав достаточно для создания травостоев с преобладанием бобового компонента. Оптимальный пищевой и водный режим продуцирует ветвление бобовых трав.

Эффективность подавления конкуренции путем выпаса животных на пастбищных травостоях достаточно высока, и по данным наших наблюдений, превышает показатели выживаемости на подпокровных посевах [2]. Пастбищный режим использования в год подсева бобовых трав в дернину позволяет эффективно подавлять конкуренцию исходного травостоя и создать ценозы с высоким содержанием бобовых трав.

Поэтому подсев бобовых трав в дернину фрезерной сеялкой обеспечивает получение оптимальной густоты растений бобовых трав при высеве малыми нормами.

Следует отметить, что наряду с выпасом нами изучались и другие методы подавления конкуренции исходного травостоя [3]. Но конкретно для пастбищ был рекомендован именно выпас, как самый экологически и экономически целесообразный, не требующий выведения угодий из традиционного использования.

Сравнение приемов улучшения по уровню урожайности, показывает, что по сбору сухого вещества травостои созданные коренным улучшением имели достоверное преимущество перед подсевом бобовых трав в дернину, при этом наибольший уровень урожайности получен на травосмеси с участием злаков и двух клеверов – ползучего и лугового.

Таблица 2 – Урожайность травостоев и биоэнергетическая оценка способов улучшения пастбища

Вариант	Урожайность (в среднем за 3 года), т/га	Сбор обменной энергии, ГДж/га	Затраты энергии, ГДж/га	Энергетический коэффициент
Подсев бобовых в дернину				
Клевер ползучий	5,27	54,8	10,5	5,2
Клевер луговой	5,65	58,8	11,1	5,3
Клевер ползучий + клевер луговой	5,64	55,2	10,8	5,1
Перезалужение				
Злаки + клевер ползучий	6,09	60,6	18,6	3,26
Злаки + клевер луговой	6,59	64,6	19,7	3,28
Злаки + клевер луговой + клевер ползучий	6,83	67,6	20,5	3,3
$НСР_{05}$	0,33			

Важным показателем биоэнергетической оценки способов улучшения пастбищ служит энергетический коэффициент. Наиболее высокий эне-

ргетический коэффициент имели травостои, улучшенные подсевом трав в дернину.

Затраты энергии в среднем за 3 года проведения полевых опытов были относительно высокими при улучшении старовозрастного пастбища перезалужением.

На основании вышеизложенного можно рекомендовать улучшение пастбищ энергосберегающим приемом подсева бобовых трав в дернину.

Библиографический список

1. Алехина Ю.В., Евтушенко М.Д., Стрелков В.Г. Улучшение травостоев культурных пастбищ перезалужением и подсевом в дернину многолетних бобовых трав /Лугопастбищное хозяйство России. Состояние, проблемы, перспективы развития: Тезисы докладов. – Новгород, 1996. – С. 41-44.
2. Алехина Ю.В., Евтушенко М.Д. Создание бобово-злаковых культурных пастбищ //Кормопроизводство. -1998. - №8. – С.7-9.
3. Попов Н.В., Бычинская Р.П. Подсев клевера в дернину //Кормопроизводство. – 1986.- №9. –С. 21-24.

УДК 636.085.5

ОПЫТ СОЗДАНИЯ СЫРЬЕВОГО КОНВЕЙЕРА НА ОСНОВЕ НОВЫХ СОРТОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО

Алехина Ю.В., к.с.-х.н., доцент, **Дрозд Д.А.**, аспирант

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь

Для получения высококачественных и сбалансированных кормов используются многолетние бобовые и злаковые травы. Данные травы можно использовать в чистом виде или в смеси для получения высокопитательной зеленой массы и консервированных кормов.

Среди многолетних бобовых трав наиболее широко применяется клевер луговой, который можно использовать в смесях с различными многолетними злаковыми травами

Клевер луговой является многолетней бобовой травой со средней высотой растения около 70-100 см. Он весьма требователен к условиям влагообеспеченности, наиболее хорошо растет в районах, где на протяжении вегетационного периода выпадает не менее 250-300 мм осадков. Наиболее активно клевер растет при температурах воздуха от 15,5 до 25,5ºС. Высевать клевер под покров не рекомендуется в засушливые годы, так как при этом будет наблюдаться огромный дефицит влаги в корневой системе и более половины растений может погибнуть [1].

У клевера лугового на территории Республики Беларусь распространены две формы – раннеспелый и позднеспелый. На их основе, благодаря работам селекционеров, получен целый спектр сортов различной скороспелости[3]. Это раскрывает широкие возможности для уменьшения напряженности в уборке кормов, удлинив сроки оптимальной уборки с 10-12

до 20-25 дней и более, при этом, не потеряв качественной составляющей урожая. Это является весьма актуальным в условиях Беларуси, где в хозяйствах до 43% потерь качества кормов связаны с поздними сроками уборки трав [4].

Питательная ценность зеленой массы клевера лугового составляет 22,8 корм. ед. на 100 кг и 3 кг перевариваемого протеина, а в сене на аналогичный вес – 52,2 и 8,2 [2]. В 1 кг сухого вещества содержится в среднем 9,3 МДж обменной энергии. На протяжении всего вегетационного периода клевер луговой формирует 1-3укоса, при этом многократное скашивание клевера может привести к его ускоренному выпадению из травостоя. Средняя урожайность клевера лугового составляет около 100-120 ц/га абсолютно сухого вещества.

Тимофеевка луговая это многолетнее рыхлокустовое растение ярового и ярово-озимого типа с мощной мочковатой корневой системой и средней высотой стеблей около 60-100 см. Она хорошо произрастает на умеренно увлажненных почвах глинистого типа и торфяниках, не переносит легкие сухие почвы. Очень требовательна к влаге и способна выдерживать затопление на протяжении 40 дней.

За вегетационный период формирует 3-4 укоса, с урожайностью сена 3-8т/га и более. Питательность 100 кг сена составляет 40,5 корм.ед. и 4,1кг перевариваемого протеина. В среднем 1 кг сухого вещества содержит 9,07 МДж обменной энергии. Срок хозяйственного использования составляет 4-6 лет, но данная культура легко вытесняется другими злаковыми культурами [2].

Овсяница луговая является рыхлокустовым полуверховым злаком озимого типа развития. Так же, как и тимофеевка луговая имеет мочковатую корневую систему, но менее мощную. Овсяница луговая имеет гладкие слабооблиственные стебли высотой от 30 до 120 см. Хорошо переносит осенние заморозки и затопление до 25 дней. Продолжительность хозяйственного использования составляет 6-8 лет.

Овсяница луговая рано отрастает и быстро восстанавливается после укосов, за счет чего может давать 2-3 укоса за год использования. Средняя урожайность сена составляет 3-4 т/га. Питательность 100 кг зеленой массы составляет 26,3 корм. ед. и 2,2 кг перевариваемого протеина. В 1 кг сухого вещества содержится 9,02 Мдж обменной энергии.

Фестулолиум – это многолетняя злаковая трава, полученная путем межродового скрещивания райграса многоукосного (итальянского) или райграса пастбищного с овсяницей луговой или овсяницей тростниковой с использованием биотехнологических методов (эмбриокультуры) и экспериментальной полиплоидии. Фестулолиум приобретает от райграсов способность к интенсивному отрастанию, а от овсяниц – зимостойкость, засухоустойчивость, выносливость к болезням.

Фестулолиум имеет прямостоячий куст зеленого с фиолетовым от-

тенком цвета, высотой около 90-100 см. Семена фестулолиума хорошо прорастают на различных типах почв, но лучше развивается на плодородных, суглинистых и глинистых с проницаемой подпочвой. Наименее пригодны дерново-сильноподзолистые и иллювиально-гумусовые песчаные почвы.

Средняя урожайность фестулолиума составляет 91,7 ц/га абсолютно сухого вещества. Данная культура выдерживает до 6 скашиваний за сезон без выпадения из травостоя. Энергетическая ценность данной культуры составляет 70-85 ГДж/га обменной энергии и 6100-6600 корм. ед./га [5].

Целью исследований было изучить эффективность использования новых сортообразцов клевера лугового, выведенных на кафедре селекции и генетики БГСХА, для создания сырьевого конвейера.

Опыт был заложен на опытном поле БГСХА, расположенном в поселке Чарны Горецкого района Могилевской области. Повторность опыта 4-х кратная, площадь учетной делянки 10 $м^2$, размещение делянок сплошное рендомизированное. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая.

Поскольку более технологичными для заготовки консервированных кормов являются бобово-злаковые смеси сортам клевера подбирался партнер соответствующей скороспелости. Изучались сортобразцы клевера лугового, которые высевались в сочетании со злаковой культурой по схеме: раннеспелые БГСХА-11 и БГСХА-3 с фестулолиум; среднеранние БГСХА-1 и БГСХА-5, среднеспелые БГСХА-4 и БГСХА-2 с овсяницей луговой; среднепоздние БГСХА-9 и ТОС-БГСХА, позднеспелые БГСХА-8 и БГСХА-8А с тимофеевкой луговой. Беспокровный посев осуществили вручную в мае. Фосфорно-калийные удобрения ($Р_{60}К_{90}$) вносили весной в один прием.

Учет урожайности травостоев и фенологические наблюдения велись по общепринятым методикам. Урожайность травостоев в двух укосах значительно отличается (табл.1). К причинам, способствующим данному явлению можно отнести скороспелость сортов, отавность, ботанические особенности, условия роста и развития.

Анализ полученных данных показывает, что раннеспелые образцы в первом укосе были менее урожайными, чем позднеспелые, но показали более высокую отавность. Из раннеспелых травостоев более урожайным оказался травостой с включением клевера лугового БГСХА-11 в сочетании с фестулолиум. Среди среднеранних травостой с участием клевера БГСХА-5 в смеси с овсяницей луговой, хотя и уступил конкуренту в первом укосе, но за счет высокой отавности превзошел в суммарной урожайности за два укоса. Травостой с участием сортообразца БГСХА-2 был вне конкуренции среди среднеспелых. Среди среднепоздних имел существенное преимущество травостой с клевером ТОС-БГСХА. В позднеспелых лучшим был травостой с клевером БГСХА-8А.

Таблица 1 – Урожайность травостоев первого года использования, т/га сухой массы

Вариант		Урожайность, т/га		
		I укос	II укос	Сумма
Раннеспелые травостои	1. БГСХА-11 + фестулолиум	4,82	2,9	7,72
	2. БГСХА-3 + фестулолиум	4,68	2,8	7,48
Среднеранние травостои	3. БГСХА-1 + овсяница луговая	5,15	2,2	7,35
	4. БГСХА-5 + овсяница луговая	4,96	2,9	7,86
Среднеспелые травостои	5. БГСХА-4 + овсяница луговая	4,2	1,65	5,85
	6. БГСХА-2 + овсяница луговая	4,72	2,45	7,17
Среднепоздние травостои	7. БГСХА-9 + тимофеевка луговая	4,48	1,8	6,28
	8. ТОС-БГСХА + тимофеевка луговая	5,5	1,62	7,12
Позднеспелые травостои	9. БГСХА-8 + тимофеевка луговая	6,0	2,1	8,1
	10. БГСХА-8А + тимофеевка луговая	6,4	2,1	8,5
$НСР_{05}$				0,27

Фенологические наблюдения за посевами позволили выявить сроки вхождения травостоев в оптимальную фазу уборки.

Варианты (сорта клевера)	июнь			июль			август			сентябрь
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I
1. БГСХА-11		V							X	
2. БГСХА-3			V						X	
3. БГСХА-1			V						X	
4. БГСХА-5			V						X	
5. БГСХА-4				V					X	
6. БГСХА-2				V					X	
7. БГСХА-9					V				X	
8. ТОС-БГСХА					V				X	
9. БГСХА-8						V			X	
10. БГСХА-8А						V			X	

Рис. 1. Сроки вхождения травостоев в фазу уборки в первом укосе (V) и втором укосе (X)

Раннеспелые травостои в первом укосе вошли в фазу уборки (бутонизация-начало цветения клевера) 5-8 июня, примерно одновременно с ними был готов и травостой с участием сортообразца БГСХА-5. 10 июня начал цвести клевер БГСХА-1. Среднеспелые сортообразцы вошли в фазу уборки одновременно – 12 июня, среднепоздние – 15 июня. Самым последним в фазу уборки вошел травостой с участием клевера БГСХА-8А – 23 июня.

Учитывая урожайность травостоев и то, что в оптимальной фазе уборки они находятся примерно 8-10 дней, считаем целесообразным составить сырьевой конвейер из травостоев трех сроков созревания. Высевая клевера БГСХА-11, БГСХА-2, БГСХА-8А в смеси с многолетними злаковыми травами можно продлить оптимальные сроки уборки до 25-30 дней в каждом из укосов и заготавливать корма высокого качества.

Библиографический список

1. Бугаенко, Н.М. Агробиологические основы семеноводства многолетних бобовых трав: Учеб. пособие / Н.М. Бугаенко, С.В. Янушко. В.И. Петренко и др.; Под ред. А.А. Бойко. – Могилев: Могилев. обл. укрупн. тип., 2007. – 256 с.
2. Дмитриева, С.И. Растения сенокосов и пастбищ. 2-е изд., перераб. и доп. /С.И. Дмитриева, В.Г. Игловиков, Н.С. Конюшников, В.М. Раменская. -М.: Колос. -1982. -248 с., ил.
3. Бушуева В.И. Генофонд клевера лугового и его применение в селекции сортов различных направлений использования /В.И. Бушуева //Вестник Белорус. гос. с.-х. акад. -2006. -№ 3. -С. 66-72.
4. Разумовский Н. Травяные корма дешевле и полезней/Н.Разумовский, И.Пахомов //Белорусское сельское хозяйство. -2011. -№4. -С.23-26.
5. Фестулолиум (краткая информация) [Электронный ресурс]: Великолукская государственная сельскохозяйственная академия – Режим доступа http://www.vgsa.ru/agro-land/quest/page/2051/ – Дата доступа: 21.08.2016.

УДК 631.4 : 633.2 : 631.5

ПРОДУКТИВНОСТЬ СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ КОЗЛЯТНИКА НА ОСУШЕННЫХ ДЕРНОВЫХ ОГЛЕЕННЫХ ПОЧВАХ КНИИСХ

О.А. Анциферова, к.с.-х.н., доцент, **А.А. Басаргина,** студентка
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград, Россия

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на небольшую площадь, Калининградская область отличается разнообразием физико-географических условий [1]. Поэтому базой для внедрения адаптивно-ландшафтных систем земледелия является агроэкологическая оценка почв [2]. Рациональный подбор бобовых культур для различных почвенно-геоморфологических условий позволит повысить продуктивность региональных севооборотов при сохранении почвенного плодородия, внесет вклад в решение проблемы заготовки растительных кормов для интенсивно развивающейся отрасли животноводства.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2015-2016 гг. на опытном поле ФГБНУ «Калининградский НИИ сельского хозяйства». В физико-географическом аспекте участок находится в пределах Полесской моренной равнины и занимает нижнюю часть пологого приречного склона. Почвы осушаются системой закрытого гончарного дренажа со сбросом вод в открытый канал и далее реку Овражка. Целью работы явилось оценка почв и продуктивности опытных посевов козлятника восточного (*Galega orientalis Lam.)* в смеси со злаковыми травами. Для диагностики почв закладывали разрезы и проводили бурение до 100 – 130 см. Из пахотного горизонта образцы отбирали в 4 – 6-кратной повторности. Анализ почвенных образцов почв проводили по методикам: pH_{H2O} и pH_{KCl} потенциометрически, обменный

калий и подвижные фосфаты – по Кирсанову (ГОСТ Р 54650-2011), гумус по Тюрину, содержание CO_2 карбонатов ацидиметрическим методом с пересчетом на $CaCO_3$, плотность сложения методом режущих колец. Все анализы выполнены в 4-кратной повторности. Статистическая обработка данных проведена в Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В геохимическом отношении изученный участок представляет собой трансэлювиально-аккумулятивный элементарный ландшафт (по Б.Б.Полынову - М.А. Глазовской). Почвообразование протекало на моренных валунных карбонатных суглинках под влиянием жестких грунтовых вод. В таких условиях сформировались различные подтипы типа дерново-глеевых почв по классификации 1977г. Различия в морфологическом строении связаны с пространственной и вертикальной микропестротой гранулометрического состава и степенью гидроморфизма, что является отражением различного положения по микрорельефу. Почвенный покров представлен элементарной почвенной структурой (ЭПС) дерново-грунтово-глееватых легко- и среднесуглинистых почв средне- и сильноглееватых в сочетании с дерново-глеевыми почвами замкнутых микропонижений.

В посевах козлятника и злаковых трав изучена катена длиной 140 м, пересекающая все компоненты ЭПС и ЭПА дерново-глеевой почвы. Гумусовый (пахотный) горизонт почв в пределах ЭПС имеет мощность 20 – 25 см. Верхняя граница залегания глееватого горизонта начинается сразу под пахотным слоем. Новообразования в профиле почв представлены мелкими черно-бурые ортштейнами, ржавыми пятнами аморфной гидроокиси железа и марганцевыми стяжениями в глееватых горизонтах. Карбонаты встречаются в двух формах: белесые осколки известняков (первичные карбонаты) и мучнистые скопления и прожилки (карбонатные новообразования).

Мощность гумусового горизонта дерново-глеевой почвы 30-32см., что выше, чем в ЭПС, вследствие более интенсивной гумификации в условиях повышенного увлажнения. Окисленный глеевый горизонт вскрывается с 40см, а редуцированный с 80см. Верховодка в апреле стоит на 80-100см. Иногда наблюдается два слоя верховодки.

Реакция среды в пахотных горизонтах всех почв нейтральная или близкая к нейтральной по данным солевой вытяжки (табл.1). Вниз по профилю с глубины 30 – 40 см pH становится слабощелочным в связи с тем, что почвы сформировались на карбонатных отложениях (рис.1).

Для почв на карбонатных породах необходимо изучать содержание карбонатов в профиле. Это позволит сделать выводы об интенсивности карбонатно-иллювиального процесса в почвенно-климатических условиях таежно-лесной сельскохозяйственной зоны. В процессе почвообразования в условиях застойно-промывного типа водного режима карбонаты выщелочены на глубину 40-50 см.

Таблица 1 - Агрохимические свойства дерновых оглеенных почв КНИИСХ

Показатели	Компоненты ЭПС		ЭПА
	Дерново-среднеглееватая среднесуглинистая	Дерново-сильноглееватая легкосуглинистая	Дерново-глеевая среднесуглинистая
Рельеф	Склон до $1,5^0$	Склон 2 -3^0	Замкнутое микропонижение
pH_{H2O}	7,2	6,8	7,2
pH_{KCl}	6,1	5,7	6,0
Подвижный P_2O_5,мг/кг	385	512	426
Обменный K_2O, мг/кг	301	236	114
Гумус (%) по слоям: 0 – 10 10 – 20 20 - 30	 4,42 3,50 1,59	 3,12 2,17 0,90	 5,19 4,34 3,81

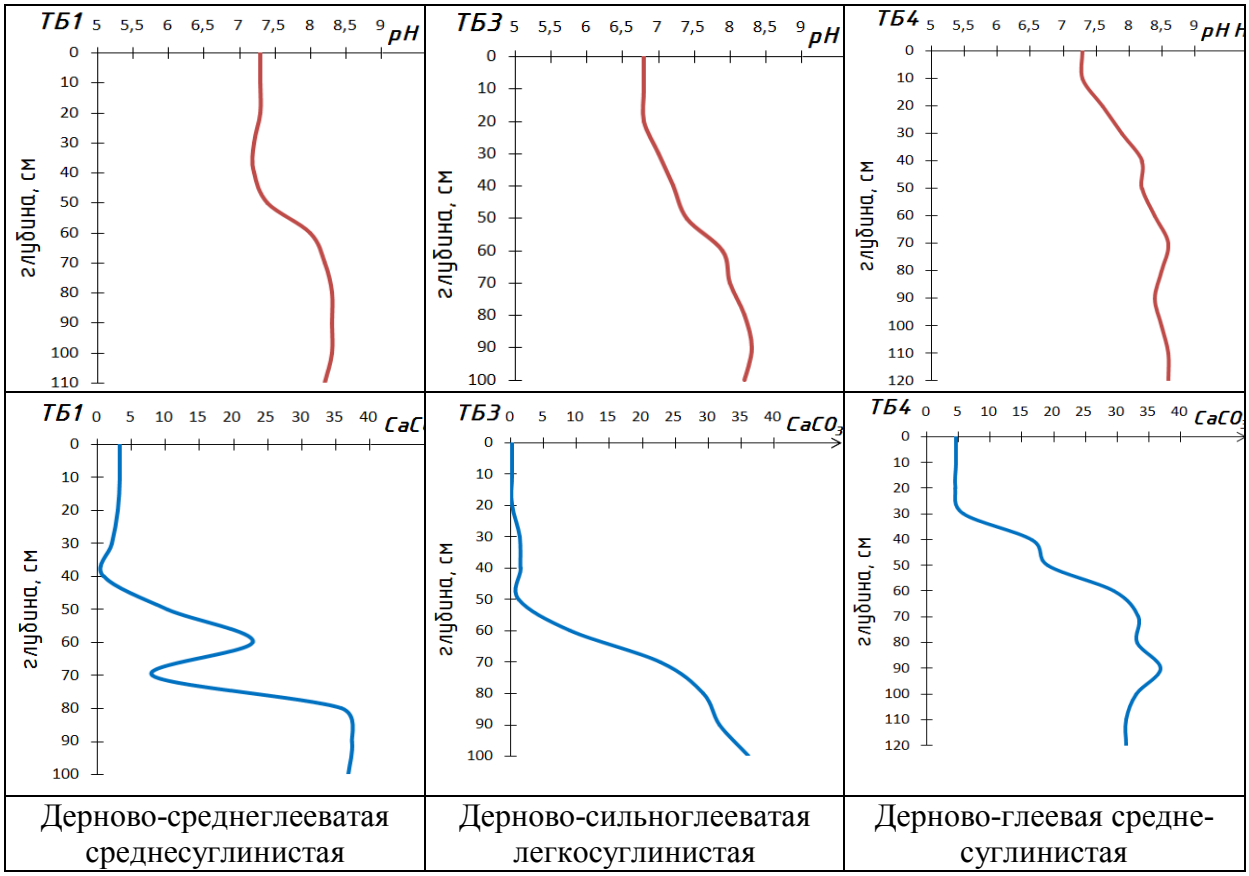


Рис 1. Варьирование значений pH_{H2O} и содержания карбонатов по профилю почв (по данным опорных разрезов)

Интенсивность выщелачивания минимальная в дерново-глеевой почве, профиль которой находится в зоне капиллярной каймы жестких грунтовых вод, что способствует постоянному подтягиванию карбонатов к поверхности. Степень окарбоначенности иллювиальных горизонтов средняя, с глубиной увеличивается до высокой (более 30% $CaCO_3$). Корреляционная взаимосвязь показателя pH_{H20} и содержания $CaCO_3$ высокая (r = 0,8).

Содержание гумуса во всех почвах убывает с глубиной, максимум приурочен к верхнему 10-сантиметровому слою. Пространственные вариации связаны с агрофизическими свойствами. Так в дерново-сильноглееватой легкосуглинистой почве сразу под среднеуплотненным пахотным горизонтом сформировалась сильнооглеенная сильноуплотненная прослойка плужной подошвы, на которой в сырые периоды скапливается слабая верховодка (табл.2). В итоге поверхностного переувлажнения формируется восстановительная обстановка, которая приводит к разрушению гумусовых веществ. Поэтому содержание гумуса в этой почве понижено.

Таблица 2 – Равновесная плотность почв на опытном участке под смешанными посевами козлятника восточного

Почва	Горизонт, глубина, см	Плотность, г/см^3
Дерново-среднеглееватая среднесуглинистая	Ап 0-20	1,29
	B1g 25 – 40	1,35
Дерново-сильноглееватая легкосуглинистая	Ап 0-20	1,43
	B1g 25 – 40	1,53
Дерново-глеевая среднесуглинистая	Ап 0-20	1,16
	B1g 25 – 40	1,44

Количество подвижных фосфатов во всех почвах очень высокое, а обменного калия убывающее по катене: от очень высокого до среднего (табл. 1). В дальнейшем следует учитывать, что для изученных почв наиболее объективные результаты будет давать метод Эгнера-Рима.

В итоге исследований вскрыта пространственная структура почвенного покрова (микрокомбинации). Исследованные почвы сформировались в экологических условиях слабодренированного участка на высококарбонатных породах. Они отличаются от зональных дерново-подзолистых почв повышенным плодородием. Практически по всем базовым показателям (содержание гумуса, питательных элементов, уровню pH, плотности сложения, гранулометрическому составу) дерновые оглеенные почвы наиболее благоприятны для выращивания бобовых культур (клевера, козлятника, люцерны, донника) в условиях Калининградской области. Лимитирующим фактором будет являться степень гидроморфизма, которая выражается вероятностью и длительностью поверхностного затопления, застоем верховодки вблизи пахотного горизонта, уровнем грунтовых вод. Поэтому решающее значение в поддержании плодородия этих почв имеет своевременный отвод поверхностных вод и эффективность работы осушительных систем.

Учеными установлено, что козлятник восточный может выдерживать 12-15 дневное затопление. Особенно опасно для него близкое залегание грунтовых вод [3]. Преимущества выращивания козлятника восточного заключаются в высокой продуктивности зеленой массы, скороспелости, нектаропродуктивности, кормовой ценности, высоких почвозащитных качествах за счет развития мощной корневой системы и симбиотической азотфиксации на фоне многолетнего использования культуры.

Нами изучена продуктивность надземной фитомассы в фазе начала цветения (июнь 2016 г.) в смешанных посевах третьего года пользования. Травосмесь испытывается для создания высокопродуктивных долголетних сенокосов. Задачей нашего исследования было установление степени влияния на урожайность компонентов микрокомбинации, различающихся по гидроморфизму.

При формировании первого укоса козлятник эффективно использует осенне-зимние запасы влаги, поэтому весенняя засуха для него не столь опасна [3, с. 9]. Указывается, что наиболее перспективными для возделывания являются районы, где выпадает не менее 450-500 мм осадков. 2014 г. в Калининградской области выдался засушливым (630мм осадков по метеостанции г. Калининграда). В 2015г. годовая сумма осадков составила 715мм при средней многолетней 780мм [4]. Таким образом, влагообеспеченность посевов даже в засушливый год была достаточной с учетом того, что опытное поле располагается в подчиненном геохимическом ландшафте, принимающем сток с автономных и транзитных участков. Влагозапасы в метровой толще компонентов ЭПС в осенний период характеризовались как удовлетворительные, а в дерново-глеевой почве – хорошие. Это, несмотря на то, что зональные дерново-подзолистые почвы агроландшафтов Полесской равнины испытывали недостаток продуктивной влаги, особенно в октябре – ноябре 2015 г. в связи с засушливой осенью. В зимний период основные потери в растениеводстве озимых культур Калининградской области имели причиной бесснежную и морозную погоду первой декады января. Пополнение влагозапасов произошло только за счет осадков февраля. Март, часть апреля и май в целом были засушливыми, что также неблагоприятно отразилось на продуктивности яровых культур на дерново-подзолистых почвах элювиальных и трансэлювиальных позиций рельефа. Козлятник же отличается хорошей зимо- и морозостойкостью [3], поэтому перезимовка прошла нормально, и в апреле наблюдалось дружное отрастание злаков и козлятника. Застоя воды в 2016 г. в замкнутом микропонижении не было, отмечалось переувлажнение пахотного слоя всех почв и формирование слабой подпахотной верховодки на склоне и микропонижении.

Анализ продуктивности воздушно-сухой фитомассы показал четкую зависимость от степени гидроморфизма почв (табл. 3). Урожайность оказалась максимальной на дерново-среднеглееватой среднесуглинистой почве слабонаклонного участка поля (в среднем около 8 т/га). Наличие плужной подошвы и сильноглееватого горизонта сразу под пахотным во втором компоненте ЭПС приводит к снижению урожайности на 23,3 % общей фитомассы травосмеси и в среднем на 20 % козлятника. Различия выражены только по фитомассе, а по высоте травостоя они несущественны.

В ареале дерново-глеевой почвы козлятник вовсе выпадает, наблюдаются единичные низкорослые растения. Травостой состоит только из злаковых компонентов.

Таблица 3. Урожайность смешанных посевов козлятника восточного (воздушно-сухая масса)

Показатели	Почвы		
	Дерново-среднеглееватая среднесуглинистая	Дерново-сильноглееватая легкосуглинистая	Дерново-глеевая среднесуглинистая
Общая надземная фитомасса, г/м^2	812 ± 22	623 ± 31	249 ± 17
Высота *Galega orientalis*, см	155 ± 8	157 ± 9	-
Масса *Galega orientalis*, г/м^2/% от общей	343 ± 10 42,2	274 ± 14 44,0	-
Масса сеяных злаков (*Phleum pretense, Dactylis glomerata Poa pratensis, Arrhenatherum elatius),* г/м^2 / % от общей	440 ± 11 54,2	309 ± 17 49,6	240 ± 13 96,4
Масса сорняков (*Elytrigia (Agropyron) repens, Taraxacum officinale Cirsium arvense, Solidago gigantea)* г/м^2 / % от общей	29 ± 2 3,6	40 ± 6 6,4	9 ± 3 2,6

Анализ погодных условий в год посева привел к ответу о причинах этого явления. В КНИИСХ практикуются летние посевы бобовых культур в июле. После посева в период всходов август выдался сырым (115 мм осадков). В итоге ливневых осадков произошло временное поверхностное затопление замкнутой микрозападины и длительное стекание внутрипочвенной верховодки. Это и привело к гибели всходов. В итоге общая продуктивность травосмеси резко снизилась.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что дерновые оглеенные почвы (подтипы дерново-глеевых) обладают высоким потенциальным плодородием для возделывания бобовых культур и козлятника восточного в частности. Смешанные посевы козлятника со злаковыми травами отличаются высокой продуктивностью. Факторами, снижающим урожайность, является подпахотная верховодка и плужная подошва. В замкнутых микропонижениях происходит полный выпад козлятника. Поэтому необходимыми мероприятиями являются раскрытие западин, глубокое подпахотное рыхление и щелевание для отвода избыточной влаги. Полученные результаты и рекомендации распространяются на аналогичные изученным почвы, которые встречаются ареалами в условиях низменных слабодренированных равнин на карбонатных отложениях в северной, центральной и восточной частях Калининградской области [5].

Библиографический список

1. Географический атлас Калининградской области / гл. ред. В.В. Орленок. – Калининград: Изд-во КГУ; ЦНИТ, 2002. – 276 с.
2. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство. / Под ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. – Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 784 с.
3. Адаптивная технология возделывания козлятника восточного на корм и семена (рекомендации) / С.Н. Надеждин и др.- Москва: ФГУ РЦСК, 2008. – 48 с.
4. Баринова, Г.Н. Калининградская область. Климат / Г.Н. Баринова. – Калининград, 2002. – 196 с.
5. Анциферова, О.А. Почвы Калининградской области. Учебник / О.А. Анциферова. – Калининград.: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2010. – 240 с.

УДК 631.41

КОЗЛЯТНИК ВОСТОЧНЫЙ В ЦЕНТРАЛЬНО-НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ

Капсамун А.Д., д.с.-х.н., **Ковалев Н.Г.**, ак. РАН, д.с.-х.н., профессор, **Дегтярев В.П.,** ак. РАН, д.б.н., профессор, **Павлючик Е.Н.,** к.с.-х.н., **Иванова Н.Н.,** к.с.-х.н., **Вагунин Д.А.,** к.с.-х.н., **Юлдашев К.С.,** к.б.н.,
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», г.Тверь, Россия

Во Всероссийском научно-исследовательском институте мелиорированных земель (ФГБНУ ВНИИМЗ), в отделе кормопроизводства в 1991-2014 годах на основе научных исследований и обобщения отечественного и зарубежного опыта была разработана технология возделывания козлятника восточного на мелиорированных землях. Данная технология предлагается для внедрения в хозяйствах Центральной Нечерноземной зоны, что позволит значительно увеличить продуктивность животных.

Для ликвидации дефицита белка в кормопроизводстве наряду с выращиванием бобовых трав (клевера, люцерны) с успехом можно использовать козлятник восточный.

Козлятник восточный – многолетнее травянистое растение. По типу корневой системы он относится к стержнекорневым растениям, образующим корневые отпрыски. Корневая система мощная, проникает в почву на глубину 80-125 см. Она состоит из главного стержневого корня и многочисленных боковых ответвлений с густой сетью мелких нитевидных корешков. На главном корне на глубине до 7 см формируется от 2 до 18 отпрысков корневищного типа. Они растут горизонтально до 30 см и более, а затем выходят на поверхность почвы и образуют стебли. Благодаря этой способности к вегетативному размножению травостои козлятника с годами не изреживаются, а наоборот все более загущаются. На надземной части стеблей козлятника ежегодно образуются 3-4 зимующие почки, за счёт которых обеспечивается возобновление растений. Козлятник образует мощный куст с 10-18 стеблями высотой 100-150 см. От клевера и люцерны козлятник отличается долголетием – может произрастать на одном месте 15-20лет, не снижая продуктивности.

Продуктивность козлятника сочетается с его высокой питательностью. В 100 кг сена содержится 57-78 к.ед., силоса – 21 к.ед., зеленой массы – 20-24 к.ед. Выход сухого вещества в зависимости от фазы развития 20-30%. В 1 к.ед. имеется 140-200 г переваримого протеина. В сырой массе листьев аккумулировано 2800 мг витаминов, 700-800 мг хлорофилла, 70 мг/кг каротина, т.е. по содержанию витаминов он превосходит люцерну и клевер. В козлятнике восточном содержатся все аминокислоты, необходимые для нормальной деятельности животных. В зеленой массе козлятника имеются биологически активные вещества, стимулирующие секрецию выделения молока. Не случайно греческое название растения происходит от «гала» - молоко и «агеин» - действовать, то есть растение усиливает секрецию молочных желез. Кроме того, способствует улучшению процессов кровообращения.

Для более объективной оценки кормовых достоинств козлятника восточного (Гале) в качестве монокорма зеленой массы, силоса, сенажа и в составе типовых рационов в отделе кормопроизводства ФГБНУ ВНИИМЗ проведены физиологические опыты на дойных коровах с определением максимальной поедаемости и переваримости, ретенции питательных веществ и их обмена, состояния здоровья, а также выявлен продуктивный потенциал кормов в сравнении с клевером луговым сорта Ранний2.

Судя по поедаемости и по общему потреблению, зеленая масса, силос и сенаж из козлятника восточного по вкусовым качествам и физическим свойствам не уступала клеверу луговому. Обращает на себя внимание высокая концентрация протеина в сухом веществе козлятника (17,7%), по сравнению с клевером луговым (12,05%).

Корм из козлятника имеет высокую поедаемость и переваримость сухого вещества 50-80%, органического вещества – 60-80%, протеина – 70-80%, клетчатки – 60-70%, жира – 50-60%, БЭВ – 60-80 %.

Несмотря на избыточное потребление в кормах сырого протеина, почти 80% азотистых веществ козлятника восточного всасывались в кровь или на 4,87% больше, чем при скармливании клевера лугового. Азотистые вещества, принятые с кормом, использовались лучше коровами, получавшие в рационе зеленую массу, силос, сенаж из козлятника восточного.

Об особенностях обмена азота при скармливании дойным коровам зеленой массы клевера лугового и козлятника восточного можно судить по данным таблицы 1.

Сверхнормативное потребление животными сырого протеина (40% больше нормы) существенно не увеличило содержание азота в кале, более того, у подопытных коров, получивших козлятник восточный, в экскрементах оказалось относительно меньше (0,24г) азотистых веществ, чем у контрольных животных. Эти данные свидетельствуют о том, что белки бобовых растений и особенно козлятника восточного имеют более высокую биодоступность для жвачных животных. Протеин корма и микробиальные

белки, в конечном счете, деполимеризуются и усваиваются в кишечнике в виде аминокислот. Коэффициент переваримости протеина был выше на 7,30%.

Таблица 1. Баланс и использование азота у животных подопытных групп

Показатель	Г р у п п а	
	1 - контрольная	2 - опытная
Принято азота с кормом, г	281,92	376,64
Выделено с калом, г	81,36	81,12
Переварилось, г	200,56	295,52
Коэффициент переваримости, %	71,14	78,46
Выделено с мочой, г	100,45	184,40
Использовано, г	100,11	111,12
Использовано азота: от принятого, %	35,51	29,50
от переваренного, %	49,91	37,60
Выделено с молоком, г	63,82	74,59
Использовано на образование молока:		
от принятого, %	22,64	19,80
от переваренного, %	31,82	25,24
Баланс азота (+), г	36,29	36,53
Усвоено: от принятого, %	12,87	9,70
от переваренного, %	18,09	12,36

Приведенные выше данные указывают на лучшее переваривание клетчатки в рубце коров, получивших корм козлятника восточного, и, более бурное развитие микроорганизмов рубца, по сравнению с контрольными животными.

Таким образом, козлятник восточный может стать важной высокобелковой культурой в кормопроизводстве. Экономическая эффективность выращивания козлятника повышается благодаря снижению затрат за счет сокращения числа технологических операций и минимальной обработки почвы, возделывание без использования азотных удобрений.

На основании вышеизложенных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Козлятник восточный по сравнению с другими многолетними бобовыми культурами имеет наиболее высокий показатель полноценности азотистых и органических веществ.

2. Высокая концентрация в укосной зеленой массе козлятника восточного (протеина >20%) позволяет использовать его для балансирования кормовых рационов без включения дорогостоящих шротов и бобовых семян.

3. Изменение содержания азотистых фракций в рубце коров при скармливании зеленой массы козлятника восточного приводит к активизированию и расщеплению протеина корма с одновременным увеличением синтеза бактериального белка

4. При скармливании козлятника восточного в качестве монокорма, дойные коровы получают избыточное количество белка, интенсивно расщепляющегося микроорганизмами в преджелудках, и снижают уровень его ретенции.

Библиографический список

1. А.Д.Капсамун – Производство и использование кормов из козлятника восточного в рационах молочных коров. /Автореферат дис. доктора сельскохоз. наук.-43с
2. А.Д. Капсамун – Эффективность использования силоса из козлятника восточного в рационах молочных коров / Е.А. Васильева /Сб.статей Международной науч.-тех. конф. ученых.-Минск.-2005.-С.191-193
3. Косолапов В.М. Кормопроизводство – основа сельского хозяйства России// Кормопроизводство. 2010. - №8. – С.3-5.
4. В.Н. Коршунов Эффективность использования азота жвачными при разных его источника /В.Н. Коршунов, Н.В.Курилов, Н.А.Севастьянова и др.// Пищеварение и биосинтез молока у сельскохозяйственных животных: сб.науч.тр. ВНИИФБиП - Боровск, 1992.- С.49-57.
5. Клименко В.П., Трузина Л.А., Косолапов В.П. особенности козлятника восточного как кормовой культуры// Вестник Россельхоз академии.-2010,-№4.- С.53-55
6. Клименко В.П., Косолапов В.М. Приготовление силоса высокого качества из козлятника восточного// Достижения науки и техники АПК. – 2010. - №10.- С.34-37

УДК 631.41

ПРОДУКТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КОРМОВЫХ ТРАВОСМЕСЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТА КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО И ВИДА ЗЛАКОВЫХ ТРАВ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Павлючик Е.Н., к.с.-х.н., **КапсамунА.Д.,** д.с.-х.н., **Иванова Н.Н.,** к.с.-х.н., **ВагунинД.А.,** к.с.-х.н., **СилинаО.С., АмбросимоваН.Н., ЕпифановаН.А.**

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

Резюме. *На основе данных полевого опыта в 2012-2015г. обобщена продуктивность разнопоспевающих трехкомпонентных бобово-злаковых травостоев за три года пользования при возделывании на дерново-подзолистой осушаемой почве Верхневолжья. В травосмесях изучались сорта клевера лугового разных сроков поспевания: ультраранеспелый – Марс, раннеспелые сорта – ВИК 7, Дымковский и позднеспелый – Витязь. Урожайность сухой массы исследуемых травостоев за время наблюдений составила 5,7-9,5т/га. Показано, что возделывание сортов трав разных групп спелости, различающихся периодом вегетации, требованиями к обеспеченности влагой и теплом позволяет получать высокую продуктивность кормовых трав в оптимальные для заготовки кормов фазы развития, при меньшей степени зависимости от негативных климатических явлений.*

Ключевые слова. Бобово-злаковые травосмеси; клевер луговой: Марс, Дымковский, ВИК 7, Витязь; люцерна изменчивая Находка; клевер гибридный Йыгева; злаковые травы - тимофеевка луговая ВИК 9, овсяница луговая Сахаровская, ежа сборная Хлыновская, фестулолиум ВИК 90; выход сухой массы и кормовых единиц многолетних травосмесей.

Многолетние бобово-злаковые травы занимают ведущее место при создании кормовой базы для животноводства и повышении белкового баланса кормов. Использование их широкого видового и сортового набора при возделывании на осушаемых землях, позволяет при высокой продуктивности травостоев получить дешевый и полноценный корм для животных [1,3,7].

Основной задачей исследований является поиск наиболее продуктивных многолетних травосмесей для повышения устойчивости кормопроизводства. На осушаемых почвах Нечерноземья самое широкое применение из бобовых трав имеет клевер луговой, поэтому использование разных сортов клевера лугового актуально, что позволяет продлить сроки уборки трав, рационально использовать кормоуборочную технику, трудовые ресурсы и снизить неблагоприятное воздействие погодных условия на продуктивность кормовых травостоев [2,8].

Введение современных видов и сортов трав в кормопроизводство и адаптация их к местным условиям возделывания – является важным направлением научно-обоснованного кормопроизводства, способного обеспечить животноводство зелёным и сырьевым кормом. Для трав современного поколения свойственна экологическая устойчивость и продуктивность, они способны полнее использовать природные ресурсы, сглаживать негативные явления и обеспечивать производство кормов высокого качества в меньшей степени зависимого от изменений погодных условий.

Известно, что реализованная урожайность кормовых культур составляет не более 20-30% от потенциальной продуктивности. Исследователи считают, что основные причины низкой, нереализованной продуктивности сортов кормовых трав в несбалансированности системы «организм - среда», что выражается в снижении устойчивости интенсивных сортов и неоптимальных условий среды, которые лимитируют реализацию потенциальной продуктивности растений.

Правильный выбор соответствующих адаптированных кормовых растений является решающим фактором в формировании экологически устойчивых и продуктивных агрофитоценозов. Использование их в кормопроизводстве позволяет решить экологические и продукционные проблемы: устойчивую продуктивность по годам, обеспеченность ресурсо- и энергоэкономичности, экологическую безопасность производства высокобелковых кормов при сохранении оптимальных экологических параметров окружающей среды.

Условия, материалы и методы. Исследования проведены на полевом полигоне отдела кормопроизводства ФГБНУ ВНИИМЗ (2012-2015гг.) в Тверской области. Опыт заложен в 2012 году согласно методике ВНИИ кормов им. В.Р.Вильямса [5].

Почва опыта, осушенная дерново-подзолистая суглинистая характеризуется слабокислой реакцией почвенной среды, со средней обеспеченно-

стью легкогидролизуемым азотом, подвижным фосфором и концентрацией обменного калия.

Схема опыта включает многолетние бобово-злаковые травосмеси различной скороспелости, наиболее адаптированные к условиям гумидной зоны Нечерноземья, состоящие из двух бобовых культур и одного злакового компонента.

Объектами исследований являются травосмеси, состоящие из современных и распространённых видов и сортов трав – левера лугового: ультрараннеспелого Марс и раннеспелых сортов Дымковский и ВИК 7 в смеси с люцерной изменчивой Находка, а также позднеспелого клевера лугового Витязь в смеси с клевером гибридным Йыгева. Третьим компонентом в исследуемых сложных травосмесях при участии двух бобовых культур являются злаковые травы: ежа сборная Хлыновская, овсяница луговая Сахаровская, фестулолиум ВИК 90 и тимофеевка луговая ВИК 9.

При создании травосмесей приняты рекомендуемые для осушаемых почв Нечерноземья нормы высева семян, которые в расчёте на 100%-ю посевную годность семян в смесях составили: для клевера лугового, люцерны изменчивой и клевера гибридного – 8кг/га, тимофеевки луговой – 4, овсяницы луговой, ежи сборной – 8кг/га. Агротехника в опыте общепринятая. В качестве минеральных удобрений использовали сложное удобрение азофоску в дозе $N_{45}\,P_{45}K_{45}$. Ежегодно проводились подкормки: ранневесенняя $N_{45}\,P_{45}K_{45}$. Размещение вариантов и повторностей в опытах последовательное. Повторность опыта трехкратная. Размер делянки 192м^2, учётная площадь – 50м^2.

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

Фенологические наблюдения, учёт плотности травостоя, продуктивности кормовой массы, отбор почвенных и растительных образцов для химического анализа проводили по общепринятым методикам [5,6].

Для статистической обработки результатов исследований применялся метод дисперсионного анализа с использованием компьютерных программ [4].

Агроклиматические условия в период вегетации трав в 2013 году по теплообеспеченности были выше среднемноголетних показателей в 1,2-1,6 раза, при выпадении осадков до 1-го укоса на 85-86% от нормы, до 2-го укоса на 40-67% от нормы. В 2014 году также тепла было больше, чем требовалось для роста и развития трав при неравномерном выпадении осадков, когда сильные дожди после засухи перекрывали месячную норму за 1-2 дня. В 2015 году климатические условия по теплообеспеченности были выше среднемноголетних показателей на 35^{o}С, при коэффициенте увлажнения в пределах нормы.

Результаты исследований

Формирование продуктивности кормовых травосмесей определяется режимом скашивания травостоя, видовыми и сортовыми особенностями и складывающимися погодными условиями, характеризующиеся непостоянством.

Видовой состав травосмесей является показателем сохранности травостоев и изменяется в зависимости от года пользования, периода скашивания трав и от их эколого-биологических особенностей.

Анализ ботанического состава при наблюдениях за травосмесями первого года пользования показал, что при первом укосе в смесях преобладали бобовые компоненты – 70-80%, при 2-ом укосе соотношение бобовых растений и злаковых уравновешивается – 40-50% бобовых культур против 50-60% злаковых.

Таблица 1 – Продуктивность сухой массы бобово-злаковых травосмесей 1г.п. при двуукосном использовании, (т/га) 2013г.

Сорт клевера лугового/ вид злаков	Тимофеевка луговая ВИК 9		Овсяница луговая Сахаровская		Ежа сборная Хлыновская		Фестулолиум ВИК 90		В среднем		
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	за 2 укоса
2013г.											
ВИК 7	6,0	2,4	4,8	2,9	4,6	2,4	4,9	2,8	5,1	2,6	7,7
Марс	6,7	3,8	6,5	3,5	5,6	4,2	4,8	3,0	5,9	3,6	9,5
Дымковский	5,7	3,0	5,4	2,5	6,2	3,2	5,9	3,5	5,8	3,1	8,9
Витязь	6,5	3,5	5,1	3,1	6,6	2,6	*6,1*	*3,2*	*6,1*	*3,1*	*9,2*
В среднем	6,2	3,2	5,5	3,0	5,8	3,1	5,4	2,9	5,7	3,1	8,8
За 2 укоса	9,4		8,5		8,9		8,3		8,8		
1-й укос $НСР_{05}$ –1,369; 2-й укос $НСР_{05}$ –0,571; за 2 укоса $НСР_{05}$ –1,478											
2014г.											
ВИК 7	4,0	1,5	3,7	1,6	4,2	2,4	4,1	1,6	4,0	1,8	5,8
Марс	4,4	1,8	3,6	2,3	5,2	1,8	4,7	1,8	4,5	1,9	6,4
Дымковский	4,1	1,9	4,5	2,2	4,4	2,0	3,6	2,0	4,1	2,0	6,1
Витязь	4,7	1,9	4,0	1,8	3,1	1,6	*4,0*	*1,8*	*3,9*	*1,8*	*5,7*
В среднем	4,3	1,8	3,9	2,0	4,3	1,9	4,1	1,8	4,1	1,9	6,0
За 2 укоса	6,1		5,9		6,2		5,9		6,0		
1-й укос $НСР_{05}$ –0,943; 2-й укос $НСР_{05}$ –0,412											
2015г.											
ВИК 7	5,9	3,9	4,3	3,9	4,6	2,5	3,5	3,3	4,6	3,4	8,0
Марс	4,8	4,1	5,2	4,5	5,2	3, 8	5,1	4,0	5,1	4,1	9,2
Дымковский	5,6	4,0	4,9	3,2	4,3	3,2	4,6	3,2	4,8	3,4	8,2
Витязь	5,6	3,5	4,9	3,3	4, 9	2,9	4,4	2,5	*5,0*	*3,0*	*8,0*
В среднем	5,5	3,9	4,8	3,7	4,8	3,1	4,4	3,2	4,9	3,5	8,4
За 2 укоса	9,4		8,5		7,9		7,6		8,4		
1-й укос $НСР_{05}$ –1,543; 2-й укос $НСР_{05}$ – 1,267; за 2 укоса $НСР_{05}$ –1,522											

Отсутствие влаги при повышенной температуре воздуха в межукосный период угнетающе действовали на развитие смесей, снижали и останавливали рост и кустистость трав.

При таких условиях выход сухого вещества сложных бобово-злаковых травосмесей 1г.п. за два укоса в целом по вариантам опыта составил 7,7-9,5т/га. Наибольшей урожайностью сухой массы в 1-ом и 2-ом укосе отличались травосмеси с раннеспелым клевером Марс – 5,9 и 3,6 и позднеспелым Витязь – 6,1 и 3,1т/га.

Оценивая продуктивность травосмесей, в зависимости от злакового компонента, следует отметить, что выше урожай обеспечивали смеси с тимофеевкой луговой – 9,4т/га сухой массы и ежой сборной – 8,9; в пределах 1 т ниже продуктивность смесей с фестулолиумом и с овсяницей луговой.

При оценке изучаемых травосмесей во 2-й год пользования также отмечено, что при 1-м укосе травосмесей в ботаническом составе преобладают злаковые травы – до 70%, а при вторичном скашивании составляющая злаковых трав не превышает 40%. Процент бобовых компонентов увеличился до 60 за счёт активного роста более засухоустойчивой культуры, с глубокопроникающей корневой системой – люцерны изменчивой.

Разнопоспевающие травосмеси 2-го г.п. при 1-ом укосе обеспечили продуктивность сухой массы на уровне 3,9-4,5 т/га. При вторичном скашивании в последней декаде сентября, выход сухой массы сложных травосмесей в 2 раза меньше и составил 1,8-2,0т/га сухой массы, в которой содержалось 1,5-1,7т/га кормовых единиц.

В целом за два укоса продуктивность сухой массы травосмесей разных сортов клевера составила 5,7-6,4т/га. При сравнении продуктивности травосмесей, в зависимости от вида злакового компонента, следует отметить, что наибольший урожай сухой массы обеспечили клевера в смеси с ежой сборной и тимофеевкой луговой – 6,1-6,2т/га, с незначительным перевесом в 0,1-0,2т/га смесей с овсяницей и фестулолиумом.

При формировании продуктивности травосмесей 3-го года пользования отмечено, что в начальный период роста трав выпало большое количество осадков при пониженной температуре, а в межукосный период среднесуточная температура повысилась при отсутствии осадков в отдельные периоды.

При таких условиях отмечено, что при 1-ом укоса бобовые культуры в составе травосмесей составляли 69-87%, при втором укосе – 65-93%. В травостоях 3г.п. освободившуюся нишу после выпадения клевера лугового, вследствие его биологических особенностей, занимает люцерна изменчивая. Соотношение клевера и люцерны в смесях составляет практически равные доли 30-40%.

Бобово-злаковые травосмеси при первичном скашивании в фазу бутонизации - начала цветения бобовых культур формируют урожайность сухой массы 4,6-5,1т/га или 3,9-4,3т/га кормовых единиц. При вторичном

скашивании в первой декаде сентября урожайность травосмесей снижается до уровня 3,0-4,1т/га сухой массы, при содержании 2,6-3,5т/га кормовых единиц.

При двуукосном скашивании на третий год пользования травостоями доля первого укоса составила 55-59%, второго 41-45%. Лучшими по данному показателю показали себя ранне- и среднеспелые травосмеси с наиболее равномерным распределением кормовой массы по укосам.

В целом за два укоса продуктивность сухой массы травосмесей разных сортов клевера составила 8,0-9,2т/га. Следует отметить, что выше продуктивность сформировали смеси клевера в сочетании с тимофеевкой – 9,4т/га сухой массы. При двуукосном скашивании наибольшей продуктивностью отличались травосмеси с клевером Марс – 9,2т/га сухой массы с содержанием кормовых единиц – 7,8т/га.

Сопоставление продуктивности бобово-злаковых травостоев, полученной в полевом эксперименте, показало, что выход сухого вещества смесей в 2-ом году пользования в среднем составил 6,0т/га, что ниже по сравнению с 1г.п. на 2,0т/га, а на 3-ий год пользования продуктивность возросла до уровня 8,4т/га, за счёт активного роста более долговечного бобового компонента.

Экономическая оценка свидетельствуют о том, что исследуемый видовой и сортовой состав многолетних бобово-злаковых травосмесей является дешевым и эффективным источником энергии, рентабельность в первый год пользования составила 88-141%; во 2-ой – 18,4-132,9% и в 3-ий – 57,8-87,7%.

Наиболее выгодным является использование в травосмесях раннеспелого клевера лугового Марс и позднеспелого Витязь, уровень рентабельности их возделывания составляет 120-140% при условном чистом доходе 14-21тыс.руб./га и окупаемости 2,00-2,40руб./на руб. затрат, из злаковых компонентов наиболее выгодно использование в травосмесях злакового компонента тимофеевки луговой, когда при продуктивности 24,9т/га сухой массы получен условный чистый доход 2,16 тыс. руб./га с рентабельностью 57,8%.

Библиографический список

1. Головня А.И. Сравнительная кормовая продуктивность бобовых трав и их смесей со злаками в экстремальных погодных условиях / А.И. Головня, Н.И. Разумейко //Кормопроизводство. -2012. -№ 4. -С.10–12.
2. Роль бобовых культур в совершенствовании полевого травосеяния / Ю. К. Новосёлов, А.С. Шпаков, М.Ю. Новосёлов, В.В. Рудоман //Кормопроизводство. -2010. -№7. -С.19-22.
3. Хисматуллин М.М. Расширение видового набора многолетних трав – необходимое условие повышения эффективности пойменных лугов /М.М. Хисматуллин, П.А. Чекмарёв // Луговое и полевое кормопроизводство. -2012. -№ 2. -С.10–12.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта /Б.А. Доспехов. -М.: Колос, 1978. -351 с.
5. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. -М.: Агропромиздат, 1997. -27 с.

6. Методические рекомендации по рациональному использованию осушаемых земель в Нечернозёмной зоне России. -М.: Россельхозакадемия, 1997. -76 с.
7. Возделывание и использование перспективных сортов клевера лугового в кормопроизводстве Центральных районов Нечернозёмной зоны России /В.М. Косолапов, А.С. Шпаков, Ю.К. Новосёлов и др. -М.: РЦСК, 2009. -36 с.
8. Тюлин В. А. Формирование устойчивой продуктивности бобово-злаковых и злаковых травостоев /В.А. Тюлин. -Тверь: ТГСХА, 2000. -223 с.

УДК: 631, 631.41

КОЗЛЯТНИК ВОСТОЧНЫЙ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ В УСЛОВИЯХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

Д.А. Вагунин., к.с.-х.н., **А.Д. Капсамун.,** д.с.-х.н., **Н.Н. Иванова** к.с.-х.н., **Е.Н. Павлючик.,** к.с.-х.н., **Н.Н.Амбросимова, Н.А. Епифанова**
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», г. Тверь, Россия

Выращивание многолетних трав позволяет получить сбалансированный по основным элементам питания корм примерно в 1,5-2 раза дешевле, чем из однолетних трав, и в 3-3,5 раза, чем из кукурузы на зелёный корм и силос. Сеяные травостои, созданные на основе прогрессивных полностью завершенных технологий, отличаются лучшей устойчивостью к неблагоприятным условиям, большей отзывчивостью на интенсивные приёмы ухода и более высокой урожайностью [3].

Многолетние бобовые и их смеси со злаковыми наиболее полно отвечают требованиям современного кормопроизводства. Во-первых, корм из них самый дешёвый. Во-вторых, многолетние бобовые-злаковые травы наиболее полно сбалансированы по элементам питания животных. В-третьих, многолетние травы обладают высочайшим средоулучшающим потенциалом и являются одним из лучших предшественников для интенсивных культур, устойчивы к стрессовым ситуациям, следовательно, характеризуются равномерной продуктивностью по годам. Стабильность кормовой базы животноводства в значительной мере определяется долей многолетних трав в структуре кормового клина [5].

С агротехнической точки зрения такая культура как козлятник восточный выгоден тем, что восстанавливает структуру почвы, повышает ее плодородие за счет обогащения биологическим азотом и органическим веществом, способствует очищению полей от сорняков, возбудителей болезней и вредителей сельскохозяйственных культур, является хорошим предшественником в севообороте и имеет стабильное семеноводство. [1]

Возделывание козлятника восточного оказывает положительное влияние на гумусовое состояние почвы. При этом темпы накопления гумусовых соединений зависят от продолжительности его использования и количества поступающих растительных остатков. Козлятник восточный благодаря хорошо развитой корневищно-стержневой корневой системе способен

усваивать из глубоких горизонтов почвы минеральные элементы из труднодоступных соединений и переводить их в усвояемую для растений форму. Биогенное накопление кальция и магния в пожнивных и корневых остатках козлятника восточного оказывает положительное влияние на кислотно-основные свойства почвы [4,2].

Методика проведения исследований

Полевые исследования проводятся на мелиоративном объекте "Губино", расположенном на экспериментальной базе ФГБНУ Всероссийского НИИ мелиорированных земель в 2016г. Почвенный покров представлен в основном полугидроморфными минеральными почвами, сформированными на двучленных отложениях разной мощности от 30–40 см до 80–120 см. Особенности гидрологического режима почв и соответственно почвенно-мелиоративные условия определяются в основном составом двучленных отложений. Тип водного питания смешанный. Застой влаги на поверхности почв и в корнеобитаемом слое происходит за счет водоупорных свойств нижней части пахотного и подзолистого горизонтов ($k_ф$ не превышает здесь 0,20 м/сутки) УГВ 0,9-1,6 м. Почва участка дерново-подзолистая, супесчаная, на 3х почвенных разностях (глубокооглеенная, глееватая, глеевая). Реакция почвенного раствора на контроле – среднекислая pH 4,5-5,0. Удельная масса почвы 2,59 г/см^3. Преобладающими почвообразующими породами являются маломощные двучлены (более 60-70 %). Междренные расстояния регулирующей сети 18-40 м, глубина закладки дрен колеблется от 0,8 до 1,1 метра. Содержание гумуса 1,4-1,9. Площадь опыта 6,8 га, размещение вариантов рендомизированное, в три яруса, повторность трехкратная. Посев беспокровный. Использование двухукосное. Агротехника общепринятая.

Результаты исследований

При формировании урожайности многолетних травостоев 2 года пользования немаловажное значение имеют погодные условия. В умеренно влажном и теплом (ГТК = 1,52) 2015 году урожайность варьировала от 4,3-8,1т/га. Наибольший выход сухого вещества, отмечен на посева козлятника восточного в смеси со злаками, составив от 5,0-8,0 т/га. При возделывании козлятника восточного беспокровном посеве густота стояния стеблей во 2 год жизни составляла в 1 укосе от 14шт./м^2 в смеси с злаками до 141 шт./м^2 в чистых посевах, во втором укосе от 12 шт./м^2 в смеси до 172 шт /м^2 в варианте 5. В целом, более продуктивные травостои на основе козлятника восточного были на глееватой почве, сбор сухого вещества был выше на 0,8-1,1 т/га. По сортовым особенностям козлятник восточный сорта Кривич в чистом посеве обеспечивает наибольший выход сухого вещества с га.

Сравнительное изучение травосмесей и сортов многолетних бобовых трав показало, что наиболее интенсивным ростом обладал козлятник восточный сорта Гале в чистом посеве, высота которого к моменту скашивания достигала 38-52 см.

Одним из важных условий в формировании урожая кормовых культур является водообеспечение посевов. Оптимальным для роста и развития кормовых культур считается выпадение 300-400мм осадков за вегетационный период.

Характерными особенностями динамики влажности изучаемой почвы следует считать, что максимальные величины приходятся на верхний 0-40см слой, этот же слой отличается и наибольшим размахом изменчивости данного параметра в течение вегетационного периода. Известно, что эффективность осадков, как основного источника влаги в почве зависит от того, в какой период они выпадают: необходимо, чтобы растения получали потребное количество воды в наиболее ответственные периоды их жизни. Нижний предел допустимой для растений влаги в почве, при достижении, которого может произойти устойчивое увядание растения, зависит от сосущей силы его корней и характера почвы.

Влажность верхнего (0-40) слоя почвы в 2015 году изменялась от 4,5 до 16,9%. В начальный период развития влагообеспеченность фитоценозов находилась на уровне 50,0-70,0% от ППВ и была благоприятной для роста и развития трав в цикле отрастания. С конца июня до начала августа установилась жаркая и засушливая погода. Влагообеспеченность упала ниже 60% от ППВ, что отразилось на росте и развитие трав. Уровень грунтовых вод снизился с 25 мая по 26 июня ниже 1,4м от поверхности земли на всех типах почв. Начиная с середины августа, когда прошли обильные осадки, влагообеспеченность посевов вернулась на уровень 60-75%, но УГВ по прежнему оставался не выше 1,4 м.

Не менее важным показателем при эксплуатации травостоев является объемная масса почвы. От объемной массы почвы зависит распространение корневой системы растений, водный, воздушный и тепловой режимы почв, а значит, и продуктивность сельскохозяйственных растений.

В пахотном слое почвы 0-20 см, по сравнению с предыдущим годом, произошло незначительное уплотнение верхнего горизонта, вызванное воздействием сельскохозяйственной техники. Объемная масса варьируется в пределах 1,0-1,2 г/см³, что соответствует оптимальной плотности для большинства сельскохозяйственных культур. В подпахотных горизонтах плотность увеличивается до 1,5 г/см³.

Основными агрохимическими факторами плодородия являются: гумусное состояние, кислотные свойства, питательный режим. Вынос из почвы питательных веществ с урожаем зависит от биологических особенностей возделываемых луговых культур и условий внешней среды. Использование питательных веществ из почвы сильно варьирует в зависимости от типа почв, реакции почвенного раствора, гранулометрического состава, биологических особенностей культуры, содержания элементов питания в почве.

Таблица 1 – Химический состав почвы под козлятником восточным в смеси со злаковыми травами, 2015 г

Почва	Вариант	pH	Мг/кг			Мг - эквивалент/100г почвы		гумус, %
			P_2O_5	K_2O	N лг	Ca	Mg	
Глубокооглеенная	1	5,3	167,5	138,0	43	5,1	0,9	2,6
	2	4,9	174,5	140,5	33	3,2	0,9	1,8
	3	5,2	162,0	128,5	35	3,8	1,2	1,0
	4	4,9	127,0	54,0	39	3,3	0,6	1,7
	5	5,0	103,0	84,5	30	2,9	0,7	1,9
	6	4,5	90,0	111,5	54	3,0	0,7	2,4
	7	5,3	72,5	66,0	30	3,8	0,8	1,3
Глееватая	1	5,0	85,5	107,0	35	4,6	0,5	2,6
	2	5,5	104,5	134,0	39	5,6	1,7	1,3
	3	5,2	106,0	70,5	44	5,2	1,0	1,9
	4	5,1	80,0	50,5	46	5,3	0,9	1,9
	5	4,9	72,5	59,0	52	4,9	1,1	2,1
	6	5,6	85,0	55,5	57	7,1	0,8	3,2
	7	4,9	93,0	63,5	49	4,9	1,0	2,8
Глеевая	1	4,7	100,0	55,5	47	4,1	0,6	1,9
	2	4,6	106,0	86,0	44	4,0	0,5	2,1
	3	4,2	105,0	95,0	39	2,4	0,5	2,2
	4	4,4	103,0	89,0	45	2,9	0,5	1,9
	5	4,2	113,0	99,5	46	2,7	0,7	2,5
	6	4,4	156,5	118,0	47	3,1	0,4	2,3
	7	4,6	185,0	128,0	44	3,6	0,6	1,7

В 2015 году кислотность почвы на всех вариантах опыта находилась в пределах pH 4,2-5,6, что достаточно для нормального роста и развития трав. По содержанию гумуса почвы слобогумусированные <3%. Содержание подвижного фосфора на вариантах опыта изменяется от среднего 72,5 мг/кг до повышенного 185,0мг/кг. Обеспеченность почв обменным калием от низкой 50,5мг/кг до повышенной 140,5мг/кг. Содержание важных для развития растений микроэлементов кальция и магния изменяясь от 2,9 до 5,6 мг-экв./100г и 0,4 до 1,7 мг-экв/100г соответственно. Легкогидролизуемый азот является основным резервом доступных для растений веществ. Он содержится в легкоразлагаемом органическом веществе: послеуборочных остатках, органических удобрениях, детрите. Существенное количество азота поступает в почвы с атмосферными осадками – до 10-15кг/га в год, который используется растениями. В наших исследованиях наличие в почве легкогидролизуемого азота от 30 до 57мг/кг.

Библиографический список

1. Гаревская М.А., Гузнов Г.Я. Возделывание козлятника восточного на корм и семена в Нижегородской области: рекомендации. -Нижний Новгород, 1997. – 25с.
2. Кшникаткина А.Н. Козлятник восточный. -Пенза, 2001. – 287с.
3. Морозов Н.А. Зональные технологии возделывания основных кормовых культур в

Амурской области /Н.А.Морозов, А.П.Емельянов, Т.М. Слободяник, В.М. Катюшков. - Благовещенск: изд-во ДальГАУ. - 2005. - 101 с.
4. Надежкин С.М., Кшникаткина А.Н. Влияние многолетних трав на плодородие черноземных почв // Интродукция нетрадиционных и редких с.-х. растений: Материалы Всероссийской науч.-произв. конф., - Пенза, 1998. Т. 4. - С. 74-76.
5. Харьков, Г.Д. Многолетние травы основной источник белковых кормов / Г.Д. Харьков //Кормопроизводство. -2001. - № 3. -С.15-20.

УДК631.5+631.8+601

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЕВ

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

Изучение биохимического состава растений активно проводились учеными как в интенсивных, так и экстенсивных технологиях [2, 3, 7, 8].

В настоящее время установлены нормы содержания отдельных питательных веществ в кормах, в % на сухую массу: сырого протеина 13,0-15,0; сырой клетчатки – 20,0-25,0; сырой золы – 8,0-10,0; водорастворимых углеводов 10,0-15,0; фосфора – 0,25-0,35; кальция 0,3 - 0,5; калия – 0,5-1,0 На 1 к.ед. должно приходиться 100-110 граммов протеина.

Представляют интерес нитратные, нитритные формы азота, входящие в состав протеина. Нитритный азот – это яд для животных. Скармливание корма с содержанием нитритного азота недопустимо. Корма, богатые нитратами, особенно при недостатке углеводов, в пищеварительном тракте животных не перевариваются микрофлорой рубца до конечного продукта – аммиака. Большинство исследователей сходятся во мнении, что критический уровень нитратов в корме в пересчёте на $N\text{-}NO_3$ 0,07-0,20%, что составляет 0,3-0,9% NO_3 или 5-1,5 KNO_3 от сухого вещества корма. У зарубежных авторов встречаются данные, что критическим уровнем токсичности нитрата является – 0,34% $N\text{-}NO_3$ от сухого вещества. Однако, по литературным данным, вредное влияние нитратов может проявиться как при более низких, так и при более высоких уровнях содержания их в кормах. Летальными дозами нитратов для животных следует считать 0,3-1,5% KNO_3 от сухого вещества корма. Было установлено предельно допустимое количество нитратов в травах: 0,2% $N\text{-}NO_3$ или 0,6% NO_3 в сухом веществе трав. Предельно допустимая концентрация в РФ - 200 мг нитратов (NO_3) на 1 кг зеленого корма.

Одни и те же уровни вносимых удобрений могут привести к различной концентрации нитратов в травах. В опытах ВИУА было установлено, что азотные удобрения в дозе N400-500 в вегетационный период часто приводили к проявлению в пастбищном корме нитратного азота в количестве, превышающем допустимую в зоотехнии норму. По другим данным [2] дозы азота до 360 кг/га при условии хорошего влагообеспечения и пра-

вильного распределения всей дозы в течение вегетации(не более 60-80кг азота за один раз) не вызвало опасного (более 0,2% сухого вещества) уровня их концентрации.

Внесение азота свыше 240 кг на 1га не всегда приводит к опасному накоплению нитратов. В северной Ирландии при внесении азота до 672 кг на 1 га в корме повышалось содержание минеральных веществ, протеина и нитратов, но даже при самых высоких дозах удобрений количество $N\text{-}NO_3$ не достигало токсичного для животных уровня. В предгорьях Альп содержание нитратного азота даже при 400 кг азота на 1 га не достигало 0,2%, а при 300 кг азота не превышало 0,11%. В Англии потенциально токсичное содержание нитратного азота в райграсе пастбищном при многоукосном использовании наблюдалось при внесении 560кг азота на 1га.

Анализ данных качества корма из злаковых трав свидетельствует о том, что биохимический состав травы зависит от доз минеральных удобрений, срока скашивания, видового состава травостоя. Изменяются в зависимости от выше перечисленных факторов не только количественные показатели, иначе складываются и взаимосвязи, закономерности изменения показателей качества корма.

Содержание сырого протеина в фазу начала цветения колебалось от 7,7% до 18,2%; в начале выметывания 9,7-18,8%; в начале трубкования 13,9-25,0; соответственно сырой клетчатки 25,7-34,8%; 23,2-33,7%; 21,4-31,3%; сырой золы 4,5-9,4%; 5,7-10,9%; 5,3-10,2%. Обобщенные данные подтверждают, что чем моложе трава, тем больше в ней сырого протеина, сырой золы, меньше клетчатки. Подобную тенденцию наблюдаем по содержанию в корме Mn, Zn.Опасность загрязнения нитратами отмечается у молодых растений (содержание NO_3 достигает 31033 мг на 1 кг корма). Больше всего железа содержалось в старовозрастной зеленой массе (70-500 мг в 1 кг корма).

Еще Д.Н.Прянишников [4] рассматривал возможность образования нитратных и нитритных форм азота при определенных агротехнических и физиологических условиях развития растений. В нашем опыте при 2, 3, 4-х укосах и внесении $N_{240}P_{80}K_{150}$ в избыточно-влажный вегетационный период первого года пользования злаковой смеси содержание $N\text{-}NO_3$ было наименьшим и колебалось от следов до 1901 мг/кг,что, видимо, связано с потерями азота за счет его вымывания из корнеобитаемого слоя почвы.

Во второй год пользования концентрация $N\text{-}NO_3$ в траве была при всех уровнях весенней подкормки выше, чем в первый год и при дозе N_{240} превышала допустимую концентрацию при скашивании растений в фазу начала выхода в трубку.

В наиболее благоприятные годы для роста и развития травостоев содержание нитратов в травах первого укоса было выше допустимого предела 500мг/кг зеленой массы на фоне N_{240} при уборке трав в фазы начала цветения и начала колошения, а на фонах N_{240} и N_{160} при скашивании трав

в фазу начала выхода в трубку. На пятый год исследований, концентрация нитратов в старовозрастных травостоях заметно повышалась при самом интенсивном режиме скашивания и достигала ПДК весной, особенно при внесении 240 и 160кг/га азота (таб. 1) В Нечерноземной зоне при применении азотного удобрения в дозе N_{160} содержание нитратов в сухом веществе пастбищного корма составляло 0,19-0,26%. Доза азота 480кг/га может повысить уровень $N\text{-}NO_3$ в растениях до 0,39-0,60%,но в случае дробного внесения такого количество азота уровень $N\text{-}NO_3$ не превышал 0,10-0,20% от сухого вещества. Доза азотного удобрения N_{120} вызывала увеличение $N\text{-}NO_3$ в травах до 0,07%, доза N_{480} – до 0,20% от сухого вещества.

Таблица 1 – Содержание сахаров, нитратов ($N0_3$) в корме первого укоса

Фазы учёта	Весенняя доза азота по$P_{80}K_{75}$	Нитраты, мг/кг	Сахара, %
Фазаначалацветения	-	237,7	10,7
	РК	219,3	7,8
	240	5586,8	8,5
	120	2201,2	8,7
	160	2687,4	8,7
	144	1767,0	9,5
Фазаначалавыколашивания	-	343,0	12,2
	РК	369,6	11,7
	240	8327,2	9,7
	80	973,6	11,1
	160	4128,3	9,5
	120	2076,8	9,9
Фаза начала выхода в трубку	-	327,1	12,9
	РК	459,7	11,9
	240	16347,0	8,8
	60	2570,8	11,8
	160	6140,2	9,1
	96	2943,0	10,3

При первом укосе злаковой смеси с преобладанием ежи сборной в начале ее выметывания, когда на формирование второго и третьего укосов остается соответственно 45 и 55 дней, дозу азотного удобрения 240 кг/га можно распределить равными долями под каждый укос или давать повышенное количество азота (80-120 кг/га) под первый, 80кг/га под второй, 40кг/га под третий укос. При соблюдении этих условий содержание нитратов в травах не достигает критического уровня (0,9 сухого вещества корма, или 30 г в рационе на 100 кг живой массы), когда начинается образование метгемоглобина в крови животных и возможны клинические признаки их отравления.

Это установлено для ежовых травостоев, т.к. в повышении концентрации нитратных соединений в травах играет роль ботанический состав.

В злаковом травостое самое высокое содержание нитратов было отмечено в овсянице луговой – 0,049%.

В нашем эксперименте по мере возрастания доз минеральных удобрений в корме возрастает содержание сырого протеина и нитратов (рис. 1). На диаграмме отчетливо видно, что между содержанием сырого протеина и нитратов существует взаимосвязь – чем больше протеина, тем больше количество нитратов, особенно при повышенном уровне минерального питания. Причина в том, что минеральный азот, поглощенный растением в больших количествах не успевает "утилизироваться" и накапливается в растительных тканях в небелковой форме.

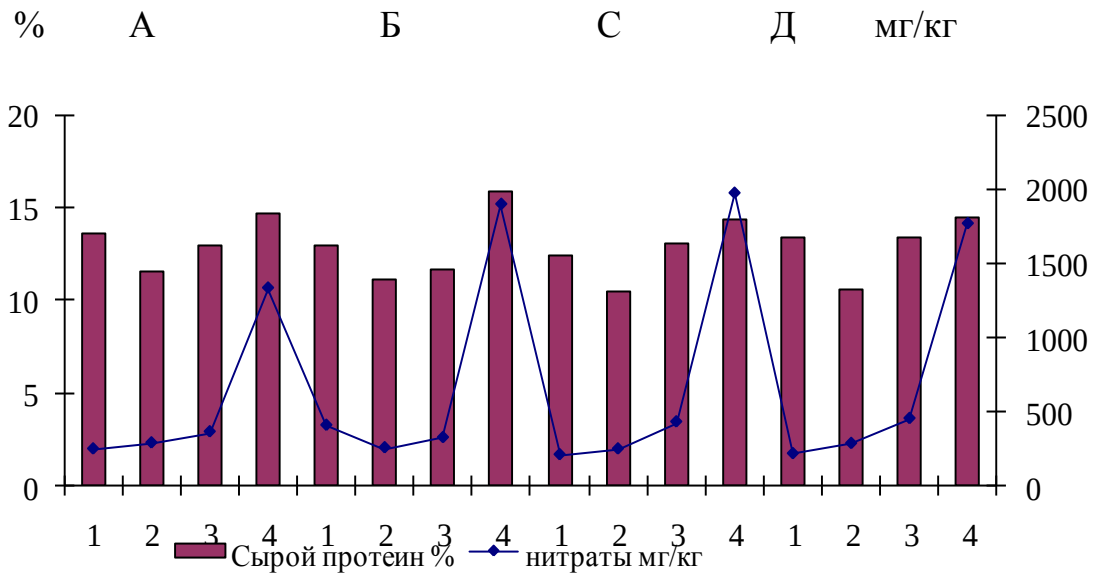


Рис. 1. Содержание сырого протеина и нитратов в злаковых травосмесях при внесении возрастающих доз минеральных удобрений, в среднем загода

А – ежа сборная+овсяница луговая; В – ежа сборная+овсяница луговая+ тимофеевка луговая; С - ежа сборная+тимофеевка луговая; Д - овсяница луговая+тимофеевка луговая; 1…4 дозы минеральных удобрений.

Содержание нитратов в траве при равномерном распределении N_{240} под укос также неодинаково. При двуукосном использовании в менее благоприятные периоды, первого, второго, пятого годов пользования большее количество их,соответственно 354, 486 и 7072мг/кг приходилось на первые укосы. При этом же режиме скашивания концентрация их в траве в благоприятные 3-й и 4-й годы пользования была примерно одинакова в обоих укосах и колебалась от 1282 до 1724мг/кг. При 4-х укосном использовании в траве отмечалось содержание нитратов в большем количестве в весенние и осенние периоды. В Голландии 400-500 кг/га азота в год приводит тоже к высоким уровням $N\text{-}NO_3$ в пастбищном корме. Исследования пяти уровней азотного питания 90,150, 210, 270, 340 кг на фоне $P_{60}K_{150}$ показали, что при внесении $N_{90\text{-}210}$ содержание нитратов в сухом веществе первого укоса со-

ставляло 0,04-0,05%,при $N_{270-340}$ – 0,09-0,19%. То же самое наблюдалось и во втором укосе. Внесение 340 кг/га азота увеличивало количество нитратного азота в сене первого укоса в пять раз по сравнению с фоновым уровнем. Почти во всех вариантах при трехукосном использовании травостоя нитратов находилось больше, чем при двухукосном. Разовая доза азота без опасности накопления нитратов находится на уровне $N_{100-150}$. И даже азот в количестве до 200 кг на 1га можно вносить за один прием.

По данным пяти лет нашего опыта наблюдается тенденция уменьшения концентрации сахара в корме с увеличением доз азота и с проведением укоса в более позднюю фазу развития. В сравнении с нитратами ход синтеза легкорастворимых углеводов в большей мере определяется условиями года. Так к четвертому году больше сахаров на удобренных делянках было в фазу цветения. В этот год отмечен наибольший уровень урожайности. Среднесуточный прирост урожая сухой массы при весенней дозе N_{120} к фазе начала цветения составил 218,3 кг/га, а на следующий год 82,4кг/га.

Накопление сахара в травяном корме во вторую половину лета при внесении минерального азота в равных дозах под укосы снижается. Отметим, что в первый год опыта при двухукосном использовании и четырехукосном осенью сахара содержалось в траве больше, чем весной. В этом году в травостое еще сохранился бобовый компонент. Злаки были представлены в основном овсяницей луговой и тимофеевкой луговой, в отличии от последних лет опыта, где доминантом была ежа сборная. В других исследованиях процент содержания водорастворимых углеводов в корме также уменьшается от первого стравливания к четвертому по мере повышения среднесуточной температуры и увеличивается в пятом при снижении ее.

Сахаров больше всего как в контрольных вариантах, так и в вариантах с азотом накапливалось в траве третьего года пользования. В фазу начала выхода в трубку ниже 10,3% оно не опускалось. В работах ТСХА более высокое содержание углеводов было отмечено в органах запаса при скашивании в конце выхода в трубку [1]; в то же время травостой при 2-3 кратном отчуждении имеет преимущество по содержанию водорастворимых углеводов в сравнении с 4-укосным.

При программировании урожаев сельскохозяйственных культур балансовым методом мы исследуем биохимический состав растений и содержание элементов питания в почве. Между тем, сорные растения выносят из почвы элементы питания по количеству сопоставимые с выносом культурными растениями. Так, без применения гербицидов при высоком уровне засорения сорные растения потребляют 65% азота, 44% фосфора и 56% калия внесенных удобрений. Поступление элементов питания в растения зависит от позиционной доступности минеральных удобрений, которая определяется глубиной и способом их заделки [5, 6]. Для установления её влияния на мятликовые культурные и сорные растения была заложена серия мелко деляночных и стационарных опытов. Почвы опытных участков

были представлены дерново-среднеподзолистыми супесчаными почвами с содержанием гумуса 2,0…2,8 %, фосфора – 150…220 мг/кг, калия – 90…120 мг/кг почвы.

В опыте 2 была выбрана следующая градация глубины заделки удобрений: 1) без внесения удобрений – контроль - (0), 2) поверхностное применение удобрений перед посевом (Г-0), 3) заделка удобрений экраном на глубину 5 см (Г-5), 4) заделка удобрений экраном на глубину 10 см (Г-10), 5) заделка удобрений экраном на глубину 20 см (Г-20), 6) перемешивание минеральных удобрений со слоем почвы 5 см (П – 0-5), 7) перемешивание удобрений со слоем почвы 10 см (П – 0-10), 8) перемешивание удобрений со слоем почвы 20 см (П-0-20).

Эффективность применения удобрений зависит от компонентов агрофитоценоза. Конкурентная борьба за элементы питания проявляется в способности растений усваивать их из почвы с большей концентрацией, которая создаётся при внесении удобрений на разную глубину. Нами установлен критический период в потреблении элементов питания ячменя. Для этого был проведен химический анализ растений ячменя в следующие фазы ячменя: начало всходов – первый учёт (1у), всходы - начало кущения второй учёт (2у), начало кущения – полное кущения (3у), конец кущения – начало выхода в трубку (4у), полная спелость при уборке (5у). Результаты анализовпоказывают, что содержание азота в фазу всходов был больше при заделке минеральных удобрений экраном на глубину 10 см, несколько меньше при внесении их экраном на глубину 5 см и при поверхностном внесении, еще меньше при перемешивании NPK со слоем почвы 0-10 см.

Позиционная доступность минеральных удобрений оказала существенное влияние на рост и развитие ячменя, его засоренность. При внесении удобрений на глубину 20 см и перемешивании их с этим слоем вынос азота был несколько меньше и соответствовал содержанию азота на вариантах без внесения удобрений.

По мере роста растений содержание азота в надземной части сорняков снижается и в среднем к фазе полного кущения ячменя составляет 3,2% против 3,4% во время всходов. В фазу полного кущения ячменя (3у) наибольший вынос азота сорняками наблюдается при внесении удобрений в слой почвы 10см без перемешивания или же с перемешиванием их со слоем почвы 0-10см.

К фазе выхода в трубку ячменя азота в сорняках становится еще меньше и составляет 2,8%. Наибольший вынос отмечается на вариантах с внесением удобрений на глубину 10см. К фазе выхода в трубку ячменя азота в сорняках становится еще меньше и составляет 2,8%. Наибольший вынос отмечается на вариантах с внесением удобрений на глубину 10см. Анализ результатов показывает последовательное поглощение элементов питания по мере развития корневой системы растений и использование питательных веществ из более глубоких горизонтов почвы.

На рисунке 2 представлены данные по содержанию калия в сорных растениях в разные фазы, закономерности которых аналогичны результатам по содержанию азота. Наблюдаются некоторые различия в количестве калия в начальные фазы развития сорняков и увеличении его содержания при внесении удобрений на глубину 10см.

Корреляционный анализ выявил тесную прямую зависимость между выносом элементов питания сорняками в начальные фазы роста и их массой в конце вегетации. При этом коэффициент корреляции (R) составляет 0,80...0,95. Следовательно, преимущество в росте и развитии получают те сорняки, где позиционная доступность элементов питания лучше в начальные фазы роста и развития.

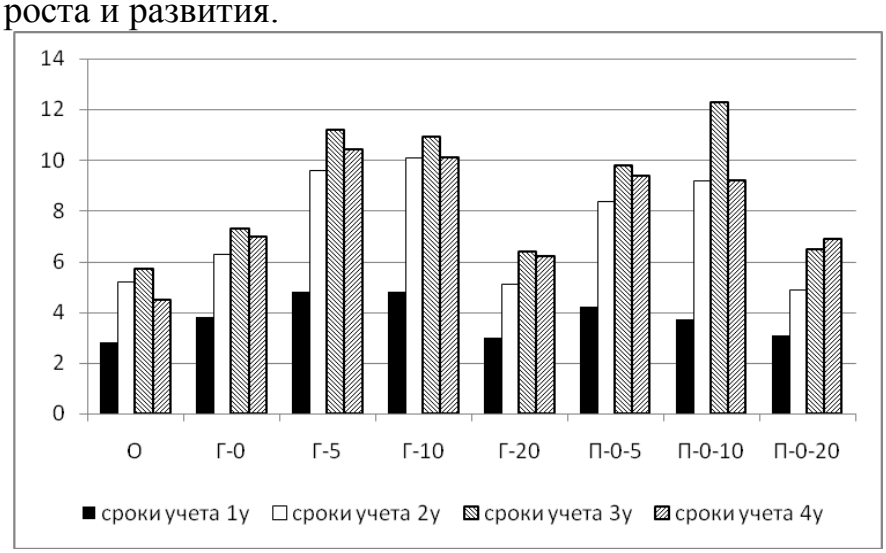


Рис. 2 Динамика накопления калия сухой массой сорных растений в посевах ячменя, (%)

Критический период питания азотом и калием у сорняков приходится на одни и те же фазы их развития – полные всходы-начало интенсивного роста, что можно объяснить требованиями калия в начале роста большинства видов сорняков.

Разноглубинное внесение удобрений создает разную позиционную доступность элементов питания из минеральных туков для сорных растений. Элементы питания из минеральных удобрений используются сорняками в начале вегетационного периода эффективнее, если удобрения размещаются поверхностно или на глубину до 5см. Установлено видовое различие потребления элементов питания в зависимости от позиционной их доступности для сорняков. Рост и развитие сорных растений зависит от времени поступления элементов питания из удобрений: чем раньше элементы питания поступают в растения, тем интенсивнее рост сорняков.

Заключение

1. Установлены взаимосвязи данных биохимического состава для различных травостоев в разные периоды вегетации. Выявлены корреляционно-регрессионные связи показателей качества с дозами NPK, урожайно-

стью, доминирующим видом травостоя, позволяющие рассчитать по фазам развития и периода вегетации содержание одних питательных веществ в корме (из бобово-злаковых травостоев) по наличию других.

2. Биохимический состав травы злакового травостоя зависит от доз минеральных удобрений, срока скашивания и видового состава. Внесение повышенных доз минеральных удобрений и использование травостоев в ранние фазы развития вызывает опасность накопления в травяной массе небелковых форм азота.

3. При высоком уровне засорения сорные растения потребляют элементы питания по количеству сопоставимые с культурными растениями – 65% азота, 44% фосфора и 56% калия внесенных удобрений.

4. В отличии от сорняков растения ячменя интенсивнее поглощают элементы питания из удобрений при их размещении экраном на глубину 10см или же перемешивании со слоем почвы 10 см. Позиционная доступность азота в фазу всходов - кущения определяет величину урожайности ячменя, а калий требуется больше в фазу кущения.

Библиографический список

1. Андреев, Н.Г. Продуктивность, кормовая ценность люцерны и потребление ею питательных веществ при орошении и внесении макроудобрений и Мо // Андреев Н.Г., Максимов В.М., Кобозев И.В. Известия ТСХА, 1977. - Вып. 1. - С. 55-64.
2. Афанасьев Р.А. Азотные удобрения на орошаемых пастбищах Нечерноземной зоны РСФСР /Афанасьев Р.А. /Научн. тр. ВИУА,1980. - Вып. 58. - С. 19-25.
3. Державина,Г.П. Химический состав травы интенсивно удобряемого злакового пастбища /Державина Г.П., Ковалев В.Ф. /Труды ЦИНАО, 1976.-Вып. 4, ч. 1.-С. 151-155.
4. Прянишников, Д.Н. Об удобрении полей и севооборотах / Прянишников, Д.Н. -М.: Изд. МСХ РСФСР, 1962. -255 с.
5. Сутягин В.П. Агроэкологические аспекты продукционного процесса в растениеводстве/ Сутягин В.П., Тюлин В.А. -Тверь, Изд. «Агросфера», 2009. - 332 с.
6. Сутягин, В.П. Принципы формирования устойчивости агрофитоценозов адаптивно-ландшафтного земледелия / В.П. Сутягин. -Тверь, Изд. ТГСХА «Агросфера». 2007. - 286 с.
7. Тюлъдюков, В.А. Биохимический состав многолетних трав при различных режимах удобрений и скашивания /Тюлъдюков В.А., Тюлин В.А. // Доклады ТСХА. - 1998. - 269. - С. 103-110.
8. Филимонов, Д. А. Азотные удобрения на сенокосах и пастбищах/ Филимонов Д. А.. - М.: Агропромиздат, 1985. - 176 с.

УДК 633.37

ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ СОРТА НЕСТЕРКА

Шпургалова В.А., аспирантка
УО «БГСХА», г. Горки, Республика Беларусь

Одним из стратегических направлений развития сельского хозяйства Республики Беларусь, является переход от техногенно-химической к адап-

тивной интенсификации сельскохозяйственного производства. В связи с этим уделяется большое внимание многолетним бобовым травам. Они оказывают существенное влияние не только на сохранение и воспроизводство плодородия почв, но и на значительную экономию энергетических и трудовых ресурсов, а также являются источником дешёвых высокопитательных кормов для животноводства.

Среди многолетних бобовых трав особого внимания заслуживает галега восточная, которая является относительно новой, но очень перспективной кормовой культурой [1].В отличие от большинства многолетних бобовых трав, галега восточная может произрастать в течении 20 лет без изреживания (при соблюдении технологии возделывания). По питательности и полноценности зеленая масса галеги восточной не уступает традиционным культурам [2].

Галегавосточная относится к кормовым культурам универсального использования. Из нее готовят различные виды кормов: сено, сенаж, силос, травяную муку и зеленый корм. Особенно эффективно использование галеги восточной в системе непрерывного зеленого конвейера в качестве зеленой подкормки. Установлено, что наиболее высокой питательной ценностью галега обладает в фазе бутонизации начала цветения. Благодаря биологическим особенностям роста и развития галега формирует травостой в самые ранние сроки весной и самые поздние осенью, а скашивание ее в фазе бутонизации начала цветения в системе зеленого конвейера становится еще более эффективным. Из нее получают высокопитательную подкормку богатую витаминами именно в тот период, когда в кормлении животных остро ощущается ее дефицит. Травостой у галеги весной формируется на 15-20 дней раньше, чем у клевера лугового и люцерны и уже к середине мая его высота достигает 40-50 см, а осенью благодаря холодостойкости галегивегетирует до середины октября, являясь при этом источником самого позднего зеленого питательного корма для животных.

В естественных условиях галега лучше произрастает на суглинистых почвах с достаточным увлажнением, богатых элементами питания, где она формирует мощную корневую систему, приобретает насыщенную зеленую окраску и может достигать 2 метровой высоты. На низкоплодородных почвах бедных перегноем, где без внесения удобрений высота растения не превышает 1 м, листья мелкие, светло-зеленые; корневая система – слаборазвитая [2].

В настоящее время создано 4 селекционных сорта галеги восточной, среди которых наиболее выделяется сорт Нестерка, так как он является наиболее адаптированным к природно-климатическим условиям Республики Беларусь.

Для изучения хозяйственно-биологической характеристики сорта Нестерка, заложен опыт на учебно-опытном поле «Тушково-1» в УО «БГСХА». При этом проверяется степень влияния орошения на интенсивность развития галегивосточной. Опыт выполняется по следующей схеме: вариант 1 –

контроль; вариант 2 – нижняя граница оптимальной влажности почвы 0,8 НВ (поливная норма 20мм для 1-ого года развития и 25мм для 2-го); вариант 3 – нижняя граница оптимальной влажности почвы 0,7 НВ (поливная норма 30мм для 1-го и последующих годов развития). Опыт заложен в четырехкратной повторности с площадью учётной делянки 115,5м^2.

Почва на участке дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком пылеватом лёссовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком на глубине около 1,0 м. Плотность в слое 0-40 см составляет 1,24 г/см^3, наименьшая влагоёмкость 20,0 %.

Опыт был заложен в 2015 году. Одним из показателей, характеризующих метеорологические условия, является ГТК Селянинова. Согласно Селянинова при значениях ГТК более 1,6 период вегетации считается влажным; при 1,3-1,6 оптимальным по увлажнению; при 1,0-1,3 слабозасушливым; при 0,7-1,0 засушливым; при 0,4-0,7 очень засушливым; меньше 0,4 сухим. На основании данного показателя, можно сделать вывод о том, что ГТК для 2015 года составил 0,83 и данный год является засушливым [3]. Также за весь вегетационный период наблюдалось 7 ЕЗП. Под ЕЗП понимается период продолжительностью 10-15 дней без осадков или с осадками менее 5 мм в сутки [4].

В течении всего вегетационного периода велись наблюдения за динамикой роста и развития галеги восточной сорта Нестерка. Первые всходы появились через 15 дней после посева, а через 30 дней при определенииполевой всхожести было установлено, что в среднем на 1 м^2 опытных делянок взошло 23 растения.

Интенсивность прироста галеги восточной определялась путем измерения высоты растений через каждые 5-7 дней. Среднесуточный прирост галеги восточной на контроле составил 0,24 см, на варианте 0,8 НВ – 0,92см, а на варианте 0,7 НВ – 0,98см. Интенсивность роста и развития галеги восточной первого года жизни приведена на рисунке 1.

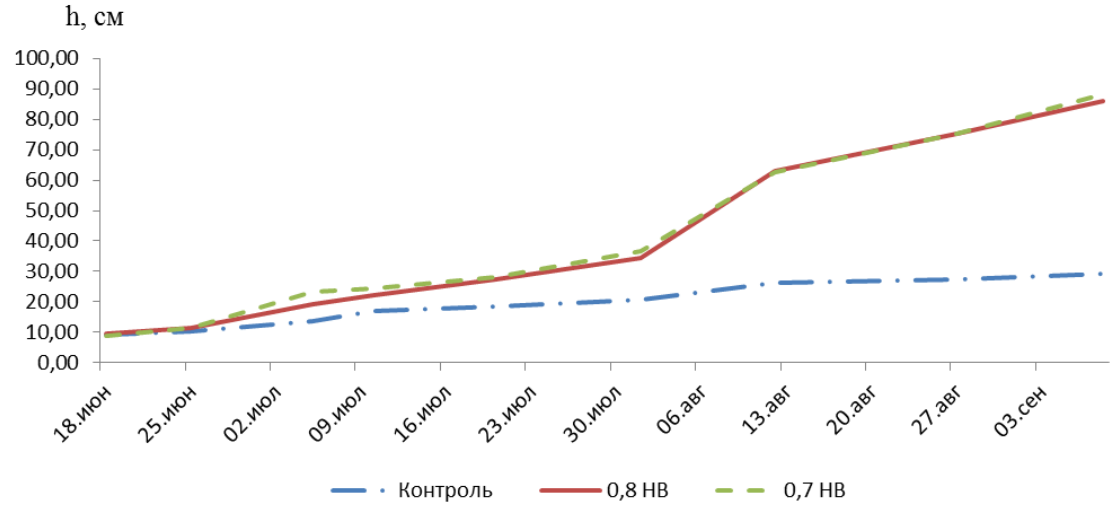


Рис. 1 – Динамика роста и развития галеги восточной первого года жизни

Применение орошения различными поливными нормами оказало существенное влияние на развитие корневой системы галеги восточной. В конце вегетационного периода были взять образцы корневой системы галегивостоной с различных вариантов опыта и проанализирована их средняя масса и количество клубеньков. Результаты анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние различных режимов орошения на развитие корневой системы галеги восточной в 1-ый год жизни

Варианты опыта	Масса корней, г/м^2	Количество клубеньков, шт/м^2	Масса клубенька, г/м^2
Контроль	130	52	13
0,7НВ	200	125	20
0,8НВ	180	135	18
$НСР_{0,5}$	19,0		1,7

Как видно из таблицы 1, на вариантах с орошением корневая система имеет большую массу корней по сравнению с контролем, значительно большее количество азотофиксирующих клубеньков.

В конце вегетационного периода галеги восточной сорта Нестерка перового года жизни был выполнен укос и определена урожайность зеленой массы и облиственность растений (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние различий режимов орошения на урожайность и облиственностьгалеги восточной в 1-ый год жизни

Варианты опыта	Урожайность зел. массы, кг/м^2	Облиственность, %	Содержание сухого вещества, %	Урожайность зел. массы, ц/га	±к контролю
Контроль	0,3	42,0	20,7	30	-
0,7НВ	1,8	62,1	23,0	180	150
0,8НВ	2,3	58,0	22,5	230	200

Данные таблицы 2 показывают, что применение орошения позволило получить значительную прибавку зеленой массы и увеличило степень облиственности растений.

Выводы:

1.Галегавосточная является перспективной во всестороннем изучении многолетних бобовых трав.

2. Применение орошения в значительной степени стимулирует рост и развитие растений. Орошаемые варианты в засушливый 2015 год развивались в 3,8 раза интенсивнее по сравнению с вариантом без орошения.

3. Орошение так же оказало влияние на развитие корневой системы. Корневая система на орошаемых вариантах оказалась более мощной по сравнению с вариантом без орошения.

4. Проанализировав вышеприведенные данные, орошение поливной нормой 30 мм позволило получить прибавку 150 ц/га, а при орошении поливной нормой 20 мм – 200 ц/га.

Библиографический список

1. Бушуева, В.И. Галега восточная: монография. -2-е изд., доп. В.И.Бушуева, Г.И.Таранухо. – Минск: Экоперспектива, 2009. – 204 с.
2. Зенькова, Н.Н. Биолого-технологические основы возделывания и использование галеги восточной: монография./ Н.Н Зенькова – УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». -2008. -167 с.
3. Голченко М.Г Влагообеспеченность и орошение земель в Белорусии. -Мн.: Ураджай, 1976. -190 с.
4. Рекомендации по орошению земель в условиях Могилёвской области. – Горки, 1988 – 86 с.

УДК 631

ПРИЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОЙ БИОПРОДУКТИВНОСТИ ПАСТБИЩНЫХ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ С УЧАСТИЕМ РАЙГРАСА ПАСТБИЩНОГО И ФЕСТУЛОЛИУМА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Иванова Н.Н., к.с.-х.н., **КапсамунА.Д.,** д.с.-х.н., **Павлючик Е.Н.,** к.с.-х.н., **ВагунинД.А.,** к.с.-х.н., **АмбросимоваН.Н., ЕпифановаН.А., ЖимаеваИ.В.**

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

В условиях осушаемых земель гумидной зоны наиболее продуктивными кормовыми культурами являются многолетние травы. Животноводству они дают корма, растениеводству – эффективные севообороты, земледелию – повышение плодородия почвы [1]. Реализация потенциальной продуктивности многолетних трав во многом зависит от наличия видов и сортов, обладающих высокой экологической устойчивостью, способных полнее использовать биоклиматический потенциал осушаемых земель [2]. Цель наших исследований – изучить приемы получения устойчивой биопродуктивности пастбищных травосмесей на основе райграса пастбищного и фестулолиума, созданных в условиях осушаемых почв Нечерноземья.

Исследования проводились в полевом опыте на агроэкологическом полигоне ФГБНУ ВНИИМЗ, заложенном в 2012году. Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, осушенная закрытым гончарным дренажем. Глубина залегания дрен 0,8-1,0м, расстояние между дренами 20-22метра. Окультуренность участка средняя. Расположение вариантов поперек к расположению дрен, рендомизированное. Размер делянки 172,8м^2 . Повторение трёхкратное.

Сорта трав подобраны с учетом их потенциальной продуктивности и устойчивого долголетия в условиях осушаемых почв, а именно: райграс пастбищный *ВИК66*, фестулолиум *ВИК90*, люцерна изменчивая *Находка*, лядвенец рогатый *Солнышко*, клевер ползучий *ВИК70*, овсяница красная *Сигма*, клевер луговой *ВИК 7*, тимофеевка луговая *ВИК 9*, овсяница луговая *Сахаровская.* Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Биопродуктивность бобово-злаковых пастбищных травостоев, т/га

Видовой состав травостоя	Нормы высева, кг/га	Биопродуктивность пастбищных травостоев, т/га			Прибавка зеленой массы, т/га, ±
		зеленая масса, т/га	сухая масса, т/га	кормовые ед., т/га	
1.Клевер луговой + клевер ползучий + тимофеевка + овсяница луговая (традиционная травосмесь)	5+2+6+6	27,1	6,64	4,98	-
2.Райграс пастбищный + фестулолиум (контроль)	9+9	25,2	6,79	5,09	-1,9
3.Райграс пастбищный + клевер ползучий	12+3	27,6	6,89	5,17	+0,5
4.Райграс пастбищный + клевер ползучий	9+3	29,5	6,66	4,99	+2,4
5.Райграс пастбищный + клевер ползучий + люцерна изменчивая	8+6+3	41,9	8,32	6,24	+14,8
6.Райграс пастбищный + клевер ползучий + лядвенец рогатый	8+6+3	40,8	8,42	6,32	+13,7
7.Райграс пастбищный + клевер ползучий + люцерна изменчивая + тимофеевка луговая	8+6+6+3	35,4	7,79	5,84	+8,3
8.Райграс пастбищный + клевер ползучий + овсяница красная	8+3+3	28,9	7,45	5,58	+1,8
9.Фестулолиум + клевер ползучий	12+3	27,9	5,95	4,46	+0,8
10.Фестулолиум+клевер ползучий	9+3	30,0	5,80	4,35	+2,9
11.Фестулолиум + клевер ползучий + люцерна изменчивая	8+6+3	38,0	7,97	5,98	+10,9
12.Фестулолиум + клевер ползучий + лядвенец рогатый	8+6+3	34,7	7,26	5,44	+7,6
13.Фестулолиум + клевер ползучий + люцерна изменчивая + тимофеевка луговая	8+6+6+3	34,9	7,25	5,44	+7,8
14.Фестулолиум + клевер ползучий + овсяница красная	8+3+3	27,0	7,06	5,25	-0,1
НСР005		2,61	2,34	2,30	

Использование травостоев осуществлялось по принципу среднего загона (фаза кущения-начала выхода в трубку злаковых трав и ветвления бобовых), за сезон проведено 4 цикла имитации стравливания травостоя – метод скашивания.

Все запланированные наблюдения, учеты и измерения выполнялись с соблюдением требований методик полевого опыта, принятых в луговодстве и земледелии [3,4].

Погодные условия в годы проведения исследований были довольно разнообразными и существенно различались по температурному режиму и условиям увлажнения. Отдельные отрезки за время вегетирования пастбищных трав были как избыточного, так и недостаточного увлажнения.

Наблюдения за ростом и развитием пастбищных травостоев установили: начало отрастания пастбищных травостоев 4-го г.ж. весной отмечено 4 мая. Быстрота отрастания с колебаниями 2-3 дней зависела от видовых особенностей трав и обеспеченности почвы влагой. Из злаковых трав первой начала отрастать овсяница луговая, из бобовых видов первым вегетировать стал лядвенец рогатый. Овсяница луговая, райграс пастбищный, фестулолиум вступили в фазу начала кущения раньше, чем тимофеевка луговая. Овсяница красная начала кустится на 2 дня позже других злаковых трав. После проведения дефолиации быстрее других злаковых трав трогается овсяница красная, а из бобовых – клевер ползучий. Интенсивность ростовых процессов растений в смесях зависила не столько от влияния компонентов, сколько от погодных условий.

Наиболее ценные по ботаническому составу травостои сформировались при посеве четырехкомпонентных травосмесей как на основе райграса пастбищного, так и на основе фестулолиума с включением люцерны изменчивой и дополнением травосмеси тимофеевкой луговой, характеризующиеся более оптимальным соотношением содержания бобовых и злакововых видов трав при низким проценте (5,8;7,3%) внедрения несеянных видов. Положительное влияние включения в травосмесь тимофеевки луговой с целью уплотнения отразилось на снижении засоренности травостоя в четырехкомпонентных ценозах по сравнению с трехкомпонентными, что и предусматривалось при создании пастбищных травостоев. Райграс пастбищный и фестулолиум – наиболее фитоценотически активными были в трехкомпонентных с включением в состав бобового вида – лядвенца рогатого сорта Солнышко, так и в двухвидовых травостоях с клевером ползучим ВИК70, что указывает на хорошую совместимость этих видов трав. Люцерна изменчивая оказывала угнетающее влияние на участие как райграса пастбищного, так и на участие фестулолиума.

Особенности формирования травостоев различными видами и сортами пастбищных трав оказывали влияние на их продуктивность.

Существенной прибавкой урожая, отличались травостои, в составе которых люцерна изменчивая Находка и лядвенец рогатый Солнышко, обеспечившие сбор с 1га 34,7-41,9 тонн зеленой массы, 7,26-8,42 тонн сухой массы, 5,4-6,32 тонн кормовых единиц, против 27,1 тонн зеленой массы, 6,64 тонн сухой массы, 4,98 тонн кормовых единиц, полученные традиционной травосмесью.

Изучение влияния включения бобовых видов (люцерны изменчивой Находка и лядвенца рогатого Солнышко) на урожайность пастбища показывает, что включение их в состав травосмеси повышает урожайность травостоев. Урожайность таких травостоев в сравнении с контролем повышалась на 1,8-16,7т/га зеленой массы или на 7,0-66,3%. Средняя урожайность зеленой массы травостоев, созданных на основе райграса пастбищного, в зависимости от влияния введения в травосмесь бобовых видов, увеличи-

лась на 8,8т/га, или на 35%, фестулолиумовых на 6,9т/га, или на 27,3%. По мере увеличения доли участия бобовых возрастает и продуктивность травостоев.

Таким образом:

- введение в травосмесь тимофеевки луговой оказывает положительное влияние на снижении засоренности травостоя в четырехкомпонентных ценозах по сравнению с трехкомпонентными;

- включение в состав травосмеси бобовых видов (люцерны изменчивой Находка и лядвенца рогатого Солнышко) достоверно повышает урожайность пастбищных травостоев на 1,8-16,7т/га зеленой массы или на 7,0-66,3%;

- максимальные урожаи зеленой массы, сборы сухой массы и кормовых единиц обеспечили 3-х видовые травостои с участием райграса пастбищного ВИК 66 и фестулолиума ВИК 90 в сочетании с клевером ползучим ВИК 70 с включением дополнительных бобовых компонентов – лядвенца рогатого Солнышко и люцерны изменчивой Находка. Такие пастбищные фитоценозы обладают высокой степенью адаптации к конкретным климатическим и почвенно-мелиоративным условиям Нечерноземья.

Библиографический список

1. Косолапов В.М., Трофимов И.А, Трофимова Л.С., Яковлева Е.П Многофункциональное кормопроизводство России. //Кормопроизводство. -2011. - №10. С. 3-5.
2. Ковалев Н.Г., Кобзин А.Г., Тюлин В.А., Иванова Н.Н.,Павлючик Е.Н. Оптимальные видовые составы кормовых агроценозов на основе новых сортов многолетних трав и технологии кормопроизводства, адаптированные к гидромелиоративному, состоянию осушаемых угодий. Методические рекомендации - Тверь: Тверской печатник, 2010. - 15с.
3. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / под ред. Ю.К. Новоселова и др. – М.:ВИК. -1987. -198с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: 5-е изд., доп. и перераб.- М.: Агропромиздат. -351с.

УДК 631.12

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИЛОСА ИЗ КУКУРУЗЫ С ДОБАВКОЙ КОМПОСТА МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ В РАЦИОНАХ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ

Юлдашев К.С., к.б.н., **Ковалев Н.Г.,** академик РАН, д.т.н., профессор,
Сорокина В.А.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», г.Тверь, Россия

В последние годы в отделе биотехнологии ВНИИМЗ проводятся поисковые работы по изучению местного нетрадиционного органического сырья с целью обогащения и применения его в качестве кормовых добавок для сельскохозяйственных животных и птиц. Большой интерес в этом отношении представляют природные залежи сапропеля, торфа, а также отхо-

ды различной промышленности (опилки) и сельскохозяйственных предприятий (навоз, птичий помёт, солома и т.д.).

Опыты, проведенные в отделе, направленные на улучшение свойств получаемых удобрений, показали возможность использования в процессе биоферментации минеральных компонентов и получение удобрений с заданными агрохимическими свойствами без нарушения хода процесса и основных экологобиологических свойств продукта.

Показано, что для производства биопродуктов (удобрений, кормовых добавок) методом биоферментации в качестве органического сырья можно использовать отходы животноводства – остатки кормов, отходы силосных, сенажных траншей, некачественное сено, солому, отбросы убойных цехов и др., что позволяет расширить ассортимент сырья, организовать безотходное производство в хозяйстве, экологизировать обстановку.

В опытах последних лет была разработана технология закладки силоса из кукурузы с добавкой КМН. В литературе встречаются сообщения об использовании навоза в качестве добавки к зеленой массе при силосовании, при этом получается силос хорошего качества. Как правило, фекальная масса дурно пахнет из-за присутствия в ней кишечных газов. Очевидно, запах остается и в силосе. КМН не имеет неприятного запаха и возможно его использование при силосовании более целесообразно, чем навоза.

С целью изучения возможности обогащения силосуемой кукурузной массы питательными веществами КМН при закладке силоса из кукурузы добавлялся КМН в количестве 20% по массе.

Силос с добавкой КМН заложен в учхозе «Сахарово» в силосной траншее ёмкостью 500т. Опытный образец силоса заложен был в торцовой части траншеи в количестве 20т.

Смешивание силосуемой массы с КМН проводили вручную: добавляли КМН лопатой, послойно. Исследуемая масса силосуемой зелени и в смеси с КМН заложена для анализа в полихлорвиниловые мешки. В один мешок – контрольная масса, в другой – смесь с КМН. Мешки завязаны и уложены в траншею на глубину 1м от поверхности заполненной траншеи.

Пробы силосуемой массы (контрольной и опытной) отправлены на анализ в день силосования.

При открытии ямы были извлечены мешки с готовым силосом и средние пробы из них снова были отправлены в лабораторию на анализ с целью определения общей кислотности, молочной, уксусной и масляной кислот, а также – на полный зоотехнический анализ с определением питательных веществ, золы, а в ней – минеральных веществ.

Для более объективной оценки кормовых достоинств силоса из кукурузы с добавкой КМН в отделе биотехнологии института был проведен опыт на дойных коровах с определением максимальной поедаемости, состояния здоровья, а также выявлен продуктивный потенциал опытных вариантов силосов.

Опыт проведен методом сбалансированных групп-аналогов, по 40-45 коров в каждой группе. Взяты 2 группы, закрепленные за разными доярками, имеющие на начало опыта по возможности равные удои. Опыт проведен по следующей схеме.

Схема опыта

Группы	Число животных	Характеристика рационов	
		Предварительный период	Учетный период
Контрольная	43	общехозяйственный	общехозяйственный
Опытная	43	общехозяйственный	Рацион тот же, обычный силос замен силосом с КМН
Продолжительность, дней		15	30

В процессе проведения опыта были выполнены следующие наблюдения и учеты:

1. Постоянное наблюдение за состоянием здоровья и поведения животных.
2. Определена поедаемость силоса путем взвешивания перед кормлением и остатков кормов 1 раз в день (нормирование групповое).
3. Удой коров (валовой) определялся по каждой группе животных ежедневно. Индивидуальный учет удоя молока от каждой коровы с определением жирности молока определялся один раз в предварительный период и один раз в учетный период
4. Результаты опыта оценивались по данным анализов силосуемой массы и силоса, поедаемости и продуктивности коров.

Результаты исследований химического состава КМН показывают, что использование КМН при закладке силоса из кукурузы значительно снижает содержание масленой кислоты и увеличивает количество молочной (табл.1).

Таблица 1 – Химический состав опытных вариантов силоса

Наименование корма	Показатели								
	сухое в-во	корм. ед.	обм. энер.	пер. пр.	сыр. жир	сыр. клетч.	Ca	P	каротин
Силос кукурузный	270	0,20	2,8	17,1	10,01	76,1	1,8	0,4	20
Силос кукурузный +20% КМН	325	0,32	3,34	24,1	11,7	99,6	4,6	1,1	23

Данные химического состава силоса свидетельствуют о том, что опытный силос превосходит по питательным веществам контрольный вариант.

Так, по обменной энергии опытный силос превосходит на 0,54МДж, по кормовым единицам на 0,12 корм.ед.

Увеличение количества сырой клетчатки обусловлено наличием в составе КМН остатков сена и соломы. Кальция в опытном силосе больше на 2,8г; фосфора на 0,7г. Силос опытной партии по содержанию каротина превосходит контрольный на 15%. Из показателей продуктивности коров (табл.2) видно, валовой надой коров в контрольной группе составил

2979кг, а в опытной – 2961кг. Жирность молока коров контрольной группы была 3,64%, опытной – 3,65%.

Таблица 2 – Продуктивность подопытных животных

Показатели	Периоды			
	предварительный		учетный	
	контроль	опыт	контроль	опыт
Продолжительность, дней	15	15	30	30
Количество, голов	15	15	15	15
Валовой надой, кг	2979	2961	5913	6390
Надой на 1 гол.,кг/сут.	13,24	13,16	13,14	14,20
Жирность, %	3,64	3,65	3,65	3,91
Молочный жир, кг	108,4	108,1	215,2	249,8
Затраты корма, к.ед.	2700	2700	5400	5400
На 1 кг молока	0,910	0,912	0,913	0,840

Это говорит о том, что коровы были отобраны с одинаковой молочной продуктивностью. В результате скармливания контрольной группе коров силоса из кукурузы, а опытной с добавлением 20% КМН, валовой надой молока возрос на 477кг, жирность молока превзошла в опытной группе на 0,27%. Отсюда следует, что увеличился молочный жир, который в контрольной группе составил 215,2кг, а в опытной – 249,8кг. При всех увеличениях молочной продуктивности коров опытной группы затраты корма не увеличились и в обеих группах составил 5400к.ед.

Выводы. Добавление к кукурузной массе 20% КМН перед силосованием значительно повышает качество получаемого силоса, улучшает поедаемость корма и, как следствие, приводит к увеличению надоев и жирности молока.

Библиографический список

1. Ковалев Н.Г.,Малинин Б.М. и др. Способ приготовления компоста. Патент на изобретение № 2141461
2. Ковалев Н.Г., Рабинович Г.Ю., Сульман Э.М. Биоконверсия органического сырья в удобрения и кормовые добавки
3. Малинин Б.М., Ломакин А.М., Юлдашев К.С.Компост многоцелевого назначения в птицеводстве.
4. Малинин Б.М., Ломакин А.М., Юлдашев К.С.Компост многоцелевого назначения в рационе бычков.
5. Малинин Б.М., Юлдашев К.С., Капсамун А.Д.Роль микроорганизмов в утилизации отходов животноводства

УДК 636.22/28

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ КОРОВ ПО ТИПУ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ В СТАДЕ ЗАО ПЗ «КАЛИНИНСКОЕ»

Абылкасымов Д., д.с.-х.н., профессор, **Бугров П.С.,** *ТГСХА, г.Тверь,*
Юлдашев К.С., к.б.н., *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь*

Желая добиться быстрого повышения молочной продуктивности у отечественного скота, селекционеры обращают основное внимание на

удой, совершенно забывая при этом об экстерьере животного, а между тем, форма и функция домашних животных нераздельны. Внешний вид и продуктивность представляют единое целое и являются выражением обмена веществ (Н.И.Стрекозов, 1997).

Глазомерная оценка заключается в наружном осмотре животного. При этом обращается внимание на общий вид и гармоничность сложения, а затем рассматриваются отдельные признаки, характеризующие достоинство и недостатки.

При создании высокопродуктивных стад, наряду с селекцией по молочной продуктивности, большое внимание следует уделять экстерьеру животных, поскольку одним из направлений повышения рентабельности отрасли является увеличение срока производственного использования высокопродуктивных коров.

Нами комиссионно проведено исследование – оценка типа телосложения коров в стаде ЗАО П/З «Калининское», где разводят высококровных по голштинской породе черно-пестрый скот со средним удоем более 8000кг молока. Всего было оценено 563 коровы разных возрастов. В выборку не вошли коровы с явными недостатками, пороками и больные.

Анализ результатов проведенной линейной оценки экстерьера показал достоверное различие между первотелками и коровами старших возрастов (табл.1).

Взрослые коровы (III и старше лактации) превосходили коров-первотелок по большинству линейных признаков: глубине туловища (+0,6 балла), крепости телосложения (+0,5 балла), молочной форме (+0,5 балла), ширине таза (+0,6 балла) и отдельным экстерьерным признакам, характеризующих качественные свойства вымени.

С возрастом коров изменились в худшую сторону такие показатели вымени, как прикрепление передних долей вымени (-0,7 балла), положение дна вымени (-1,8 балла) и длина сосков (-0,7 балла). Коровы первого отела не отставали от полновозрастных коров по признакам высоты в крестце (рост), положения таза, высоты прикрепления задних долей вымени, а также первотелки выглядели лучше по постановке задних конечностей и углу копыт.

Коровы второго отела по большинству признаков линейной экстерьерной оценки занимали промежуточное положение между первотелками и полновозрастными коровами. Относительно первотелок у коров II отела незначительно изменились такие показатели экстерьера, как глубина туловища (+0,4 балла), ширина таза (+0,3 балла), молочные формы (+0,5 балла), длина передних долей вымени (+0,5 балла). Такие изменения, очевидно, связаны с ростом и развитием некоторых частей тела у растущих молодых коров. Также у коров II лактации в отрицательную сторону изменились такие признаки линейной системы, как положение таза (-0,4 балла), прикрепление передних долей вымени (-0,3 балла) и положение дна вымени (-0,9

балла). Это, по-видимому, обусловлено функцией данных признаков

По 5 комплексным признакам коровы разных возрастов различались незначительно. С возрастом коров в худшую сторону изменились комплексные признаки «Вымя» и «Общий вид». У полновозрастных коров оценки за данные признаки ниже, соответственно, на 1,9 и 1,0 балла, чем у коров второго отела, и 1,1 и 0,2 балла, чем у коров первого отела.Общая оценка, установленная на основании оценки комплекса признаков и их весовых коэффициентов, у коров разных отелов различаются также ненамного.

Таблица 1 – Показатели линейных и комплексных признаков экстерьера коров I – III и старше лактации в стаде ЗАО п/з «Калининское»

Показатели		Возраст, в отелах					
		I (n=268)		II (n=109)		III и старше (n=186)	
		M±m, балл	Cv, %	M±m, балл	Cv, %	M±m, балл	Cv, %
Рост		6,0±0,07	18,5	5,9±0,10	18,1	5,5±0,08	19,4
Глубина туловища		5,2±0,05	14,9	5,6±0,07	13,7	5,8±0,07	15,5
Крепость телосложения		4,2±0,06	21,9	4,5±0,09	21,1	4,7±0,08	22,0
Молочные формы		5,1±0,07	23,0	5,6±0,11	19,9	5,7±0,08	20,0
Длина крестца		5,4±0,04	12,4	5,4±0,06	11,6	5,6±0,06	13,8
Положение таза		5,3±0,08	24,8	4,9±0,13	27,6	5,0±0,09	25,0
Ширина таза		5,4±0,06	17,1	5,7±0,10	17,6	6,0±0,08	17,9
Обмускуленность		4,2±0,07	28,8	4,2±0,12	29,7	4,4±0,09	29,3
Постановка задних ног		5,0±0,04	12,1	5,0±0,06	11,9	5,2±0,05	14,2
Угол копыта		4,3±0,06	23,4	4,0±0,09	24,7	4,1±0,07	24,7
Прикрепление передних долей вымени		4,2±0,08	31,8	3,9±0,11	29,0	3,5±0,08	32,3
Длина передних долей вымени		5,4±0,07	21,8	5,9±0,10	17,8	5,8±0,09	20,8
Высота прикрепления задних долей вымени		5,4±0,06	17,7	5,0±0,09	18,8	4,9±0,08	21,1
Ширина задних долей вымени		5,1±0,07	23,0	5,2±0,11	21,9	5,5±0,09	22,4
Борозда вымени		4,6±0,07	23,1	4,8±0,11	25,1	4,7±0,09	26,1
Положение дна вымени		6,1±0,10	25,6	5,2±0,12	24,9	4,3±0,11	34,3
Расположение передних сосков		4,8±0,09	29,0	4,7±0,12	26,3	5,0±0,09	25,5
Длина сосков		5,0±0,06	19,7	5,3±0,08	15,1	5,7±0,08	19,4
Компл-ные признаки	ОТ	81,1±0,47	9,5	81,7±0,81	10,3	80,9±0,58	9,8
	МТ	80,3±0,45	9,1	80,8±0,78	10,1	79,9±0,60	10,2
	Н	84,3±0,47	9,1	83,5±0,69	8,7	85,2±0,46	7,3
	В	77,8±0,45	9,4	78,6±0,71	9,4	76,7±0,64	11,3
	ОВ	78,6±0,44	9,1	79,4±0,69	9,0	78,4±0,50	8,8
	ОЦ	79,6±0,30	6,2	80,2±0,52	6,8	79,2±0,39	6,7

Следует отметить, что оценка коров по комплексу признаков имеет более низкую изменчивость, чем оценка животных за отдельные линейные

признаки. Так, степень разнообразия линейных признаков колеблется от 11,6 (длина крестца) до 34,3% (положение дна вымени), а по комплексу признаков от 8,7 (ноги) до 11,3% (вымя). Это означает, что стадо более однородное по комплексу признаков. В этой связи при отборе быков для племенного использования и закрепления в стаде, в большей степени подходят результаты линейной оценки, чем результаты классификации дочерей по комплексу признаков. Для этого целесообразно использовать линейный профиль быка, который показывает, по какому признаку бык является улучшателем, а какие признаки данный производитель может ухудшить.

Одним из главных факторов, от которых зависит успех селекции в популяции животных, является уровень генетической изменчивости в общей фенотипической изменчивости любого признака, в том числе и линейных признаков экстерьера, связанных с продуктивностью и продолжительностью хозяйственного использования. В зарубежных странах с развитым животноводством оценке экстерьерного типа животного уделяется самое пристальное внимание. В Канаде, например, оценка типа коров приравнивается к оценке продуктивных качеств, поскольку уровень наследуемости и повторяемости оценок признаков типа имеют примерно одинаковые величины с показателем молочной продуктивности.

С проведением оценки телосложения дочерей быков-производителей определили связь признаков экстерьера с молочной продуктивностью (табл. 2). Фенотипические корреляции между линейными оценками признаков типа и удоем за 305 дней лактации рассчитывались по первотелкам (n=117), коровам второго отела (n=63), 3-го и старше (n=143).

Таблица 2 – Коэффициенты фенотипической корреляции между удоем и признаками экстерьера

Признаки экстерьера	Коэффициент фенотапической корреляции		
	1-ая лактация n=117	2-ая лактация n=63	3-ая лактация n=143
Рост (размер)	0,260±0,056**	0,054±0,126	0,075±0,081
Глубина туловища	0,103±0,092	0,485±0,097***	0,265±0,078***
Крепость телосложения	0,221±0,090*	0,106±0,125	0,141±0,082
Молочные формы	0,373±0,080***	0,219±0,120	0,301±0,076***
Прикрепление передних долей вымени	-0,095±0,092	-0,065±0,126	-0,073±0,083
Высота прикрепления задних долей вымени	0,082±0,092	0,103±0,125	0,073±0,083
Борозда вымени	0,112±0,090	0,124±0,124	0,131±0,082
Положение дна вымени	-0,182±0,090*	-0,142±0,124	0,106±0,082
Комплексная оценка: выраженность молочного типа вымени	0,175±0,090* 0,310±0,084***	0,245±0,119* 0,294±0,115*	0,290±0,076***0,201±0,080**
Общая оценка типа	0,141±0,090	0,110±0,125	0,301±0,075***

*p<0,05 ** p<0,01 *** p< 0,001

У животных всех возрастов выявлена положительная связь между удоем и ростом (0,054-0,260), глубиной туловища (0,103-0,485), крепостью телосложения (0,106-0,221), молочной формой (0,219-0,373), прикреплением задних долей вымени (0,073-0,103), бороздой вымени (0,112-0,131). Отмечена достоверная положительная связь между удоем и признаками комплексной оценки: выраженностью молочного типа (0,175-0,294), выменем (0,201-0,310). Отрицательная зависимость с удоем наблюдалась по показателям прикрепления передних долей вымени (-0,065-0,095), положением дна вымени (-0,182 до +0,106). Общая оценка типа с удоем коррелирует в пределах 0,110-0,310, причем с возрастом в лактациях эта связь усиливается.

У взрослых животных по сравнению с первотелками отмечено усиление фенотипической связи удоя с признаками, характеризующими объем вымени: дно (относительно скакательных суставов), борозда и высота.

Изученные фенотипические корреляции между линейными оценками признаков типа и удоем свидетельствуют об их надежности при селекции животных по продуктивности. Положительная достоверная связь общей оценки типа с удоем ($p<0,05$) при отборе по типу позволяет увеличить эффект селекции по молочной продуктивности. Отбор коров по типу должен способствовать их более продолжительному и эффективному использованию в стаде.

Таблица 3 – Коэффициенты наследуемости признаков экстерьера*

Признаки экстерьера	Коэффициенты наследуемости:	
	в двух.племен.-ных. стадах Тверской области	в популяции голштинов США
1. Рост (размер)	0,181	0,42
2. Крепость телосложения	0,096	0,31
3. Молочные формы	0,070	0,29
4. Глубина туловища	0,107	0,37
5. Положение таза	0,123	0,33
6. Ширина таза	0,086	0,26
7. Прикрепление передней части вымени	0,098	0,29
8. Высота прикрепления задней части вымени	0,153	0,28
9. Ширина задних долей вымени	0,084	0,23
10. Борозда вымени	0,071	0,24
11. Положение дна вымени	0,128	0,28
Молочый тип	0,064	
Общая оценка типа	0,090	0,29

* - по 6 быкам и 348 коровам.

В результате исследований установили, что уровень фенотипической изменчивости по большинству экстерьерных признаков составляет 20-40 %. При оценке первотелок в двух племенных хозяйствах методом однофакторного дисперсионного анализа групп полусибсов по отцу, рассчитывали коэффициенты наследуемости линейных экстерьерных признаков у 348 дочерей, от 6 быков-производителей. Эти коэффициенты колебались в

пределах 0,06-0,18 (6-18%), находились на уровне значений, рассчитанных для племенных стад Ленинградской области (Ж. Логинов, Н.Шишкина, 1997г.) и были существенно ниже, чем в популяции голштинской породы США по данным за 1996 год.

При оценке коров-первотелок в стаде племзавода удалось проследить связь линейных показателей в парах «мать-дочь». Как видно из таблицы 4, взаимосвязь линейных признаков экстерьера представлена в виде корреляционной связи в парах (n = 43).

Таблица 4 – Взаимосвязь линейных показателей экстерьера в парах "мать-дочь" (n=43)

Признаки экстерьера		$r \pm m_r$.
1. Рост		0,189±0,147
2. Глубина туловища		0,240±0,143
3. Крепость телосложения		0,293±0,139*
4. Молочные формы		0,238±0,144
5. Длина крестца		0,141±0,149
6. Положение таза		0,363±0,132*
7. Ширина таза		0,190±0,147
8. Обмускуленность		0,097±0,151
9. Постановка задних ног		0,123±0,150
10. Угол копыта		0,065±0,152
11. Прикрепление передних долей вымени		0,098±0,151
12. Длина передних долей вымени		0,278±9,140*
13. Высота прикрепления задних долей вымени		0,183±0,147
14. Ширина задних долей вымени		0,020±0,152
15. Борозда вымени		0,109±0,152
16. Положение дна вымени		0,245±0,143
17. Расположение передних сосков		0,040±0,152
18; Длина сосков		0,053±0,152
Комплексная оценка	ОТ -объем туловища	0,050±0,152
	МТ - молочный тип	0,157±0,149
	Н - ноги	0,046±0,152
	В - вымя	0,252±0,143
	ОВ - общий вид	0,040±0,152
ОЦ - общая оценка типа		0,175±0,148

Из-за немногочисленной выборки большинство коэффициентов корреляции не были статистически достоверными. Они колебались в пределах 0,020-0,363.

Наиболее наследуемыми являются показатели, связанные со скелетными характеристиками животных, такие как рост (0,189±0,147), глубина туловища (0,240±0,143), крепость телосложения (0,293±0,139), положение и ширина таза (0,393±0,132), молочные формы (0,238±0,144), а также показатели, характеризующие форму и прочность прикрепления вымени: длина передних долей вымени (0,279±0,140), положение дна вымени (0,245± 0,143).

Из комплексных признаков экстерьера наиболее высокая корреляционная связь отмечена в показателях «вымя» (0,252±0,143) и «выраженность молочных признаков» (0,157±0,149). Таким образом, при осуществлении целенаправленной селекции по линейным показателям через линейный экстерьерный профиль используемых в стадах быков-производителей, имеются все предпосылки для повышения доли генетической изменчивости по этим признакам.

В связи с этим экстерьерная оценка, осуществляющая отбор по фенотипу животных, отражает и их генотип, созданные условия среды способствуют достаточно полной реализации генетической информации родителей впотомстве. При этом его необходимо использовать при оценке животных не только молочных, но и мясных и комбинированных пород, что требует дальнейшего его изучения и внедрения в производственную практику.

УДК 636.22/28.034

МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ РЕМОНТНЫХ ТЕЛОК

Д. Абылкасымов, д.с.-х.н., профессор, *Тверская ГСХА, г.Тверь*
Л.В. Ионова, *ОАО «Московское» по племенной работе*
К.С. Юлдашев, к.б.н., *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь*

Вырастить здоровых и хорошо развитых животных, способных в последствии реализовать обусловленный наследственностью потенциал молочной продуктивности, можно только тогда, когда вся система выращивания основывается на закономерностях роста и развития молодняка, формировании у него всех основных функций организма, что требует корректировку систем кормления и содержания животных в зависимости от их потребностей животных в разные периоды жизни.

Система выращивания только тогда может считаться рациональной, когда позволит добиться полноценного развития животных (желательно, в кратчайшие сроки) и их высокой продуктивности на протяжении длительного периода использования. Для подтверждения этого тезиса были исследованы показатели, характеризующие систему выращивания молодняка в ПЗ ЗАО «Калининское» с месячного возраста до 12 месяцев.

Характеристика исследуемого поголовья животных по скорости и интенсивности роста приведена в таблице 1.

Результаты оценки животных по скорости роста в разные периоды их онтогенеза свидетельствуют: животные II и III групп достоверно ($p>0,999$) превосходили по живой массе сверстниц I группы во все контрольные периоды (1-6 месяцев и 6-12 месяцев). При этом животные III группы также достоверно превосходили по этому показателю телок II группы. Таким образом, в хозяйстве наблюдается четкая тенденция: более

массивные животные в ранний период онтогенеза (1 месяц) сохраняли свое преимущество по живой массе вплоть до годовалого возраста.

Таблица 1 – Характеристика показателей выращивания животных сформированных групп

Группа	Поголовье, гол	Живая масса в возрасте 1 месяц, кг M±m	Живая масса в возрасте 6 месяц, кг M±m	Живая масса в возрасте 12месяц, кг M±m	Абсолютный прирост в среднем за 1 мес. (1-6 мес.), кг	Абсолютный прирост в среднем за 1 мес. (6-12 мес.), кг	Среднесуточный прирост в среднем за 1 мес. (1-6 мес.), г	Среднесуточный прирост в среднем за 1 мес. (6-12 мес.), г
I	456	44±0,16	159±1,05	299±1,65	23±0,21	46±0,25	758±6,87	765±5,76
II	1003	51±0,06***	172±0,54***	315±0,95***	24±0,08***	49±0,14***	790±3,42***	785±3,37**
III	486	58±0,14***	194±0,81***	343±1,19***	27±0,15***	53±0,18***	894±4,91***	813±4,53***

Примечание: * - P> 0,95; ** - P > 0,99; *** - P > 0,999

Этот вывод подтверждается и анализом показателей скорости телок: как по абсолютному, так и по среднесуточному приросту живой массы, животные III группы достоверно превосходили телок II и I групп, а особи II группы имели более высокие показатели скорости роста по сравнению с животными I группы. Совершенно противоположная картина выявлена при анализе значений интенсивности роста телок в сформированных группах животных (табл. 2): во все периоды выращивания телки с меньшей живой массой росли с большей интенсивностью, чем их более массивные сверстницы во все периоды выращивания.

Таблица 2 – Интенсивность роста телок

Группа	Число, гол	Относительный прирост, в среднем за 1 мес. (1-6 мес.),%	Относительный прирост,в среднем за 1 мес. (6-12 мес.),%
I	456	113±0,52	61±0,38
II	1003	108±0,20***	59±0,18***
III	486	108±0,26***	55±0,28***

Примечание: * - P> 0,95; ** - P > 0,99; *** - P > 0,999

Интенсивное использование коров непосредственно связано с выращиванием ремонтного молодняка. Известно, что отставание в развитии телок сдерживает не только воспроизводство маточного поголовья, но и дальнейшую реализацию потенциала молочной продуктивности скота.

Известно, чтобы получить от коров 5 тыс. кг молока за лактацию, необходимо иметь среднесуточный прирост ремонтных телок не менее 500г,

чтобы повысить удой до 6 тыс.кг и более, требуется не менее 600г ежесуточного прироста живой массы молодняка (Прохоров И.П., 2009; Фантин В.М. и др., 1999; Карликова Г.Г., 2004; Василенко С.В., 2013).

В исследованиях была проанализирована зависимость показателей молочной продуктивности первотелок от скорости и интенсивности их роста в период выращивания.

Таблица 3 – Влияние скорости и интенсивности роста молодняка на последующую молочную продуктивность первотелок

Группа	Поголовье, гол	Удой за 305 дней, кг	Массовая доля жира,%	Выход молочного жира, кг	Массовая доля белка, %	Выход молочного белка, кг
I	243	6891±70	3,81±0,02	262,8±2,83	3,15±0,02	217,0±2,26
II	635	7154±42**	3,76±0,01*	268,5±1,66	3,13±0,01	224,1±1,36**
III	286	7310±61***	3,76±0,02*	274,8±2,47**	3,15±0,02	230,2±1,95***

Примечание: * - P> 0,95; ** - P > 0,99; *** - P > 0,999

Как видно из таблицы 3, с увеличением скорости роста телок при выращивании наблюдается повышение уровня их удоя за 305 дней первой лактации. Так, первотелки I группы уступали своим сверстницам II и III групп по удою на 263 и 419 кг молока, соответственно (разница достоверна). При этом, животные III группы достоверно (P>0,95) превосходили особей II группы по анализируемому показателю на 156 кг. Однако, животные I группы превосходили сверстниц по показателю жирномолочности: на 0,05% (P>0,95). По показателям белковомолочности животные разных групп не различались. Следовательно, следует проводить выранжировку молодняка (на уровне 5-7%) по скорости роста с тем, чтобы обеспечить дальнейший прогресс животных на этапе выращивания; на последующую молочную продуктивность скорость роста молодняка оказывает достоверное влияния.

УДК 636.22/.28.082

ПРИЧИНЫ ВЫБЫТИЯ МАТОЧНОГО ПОГОЛОВЬЯ В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Шаркаева Г.А., к.с.-х.н., **Шаркаев В.И.,** к.с.-х.н., **Жилкина А.И.,** **Сударев Н. П.,** д.с.-х.н.

ФГБНУ ВНИИплем, Московская обл., п.Лесные Поляны

В период с 2005 года по 2015 год наблюдается равномерное снижение относительной численности выбывших коров по причине низкой продуктивности с 27,1% в 2005 году до 14,2% в 2015 году (табл. 1).

Таблица 1 – Выбытие коров и первотелок в хозяйствах Российской Федерации (по данным бонитировки)

Причины выбытия	2005 г.		2010 г.		2015 г.	
	коровы	в т.ч. первотелки	коровы	в т.ч. первотелки	коровы	в т.ч. первотелки
всего, гол.	599041	95647	528012	99719	482290	94435
%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
низкая продуктивность, гол.	162259	34053	105809	20994	68679	13503
%	27,1	35,6	20,0	21,1	14,2	14,3
гинекологические и яловость, гол.	141307	20092	129467	23470	110671	20625
%	23,6	21,0	24,5	23,5	22,9	21,8
вымени, гол.	74609	8999	68676	9711	59212	8565
%	12,5	9,4	13,0	9,7	12,3	9,1
конечностей, гол.	63852	10100	73680	14204	64436	12903
%	10,7	10,6	14,0	14,2	13,4	13,7
травмы, несчастные случаи, гол.	31630	5063	27160	6311	29570	7166
%	5,3	5,3	5,14	6,3	6,1	7,6
туберкулез, гол.	2117	243	470	26	38	1
%	0,4	0,25	0,09	0,03	0,008	0,001
бруцеллез, гол.	123	14	84	19	2	1
%	0,02	0,01	0,02	0,02	0,0004	0,001
лейкоз, гол.	26782	2185	9907	948	5741	467
%	4,5	2,3	1,9	1,0	1,2	0,5
прочие причины, гол.	95868	14842	112539	24000	143603	31162
%	16,0	15,5	21,3	24,1	29,8	33,0
средний возраст выбывших коров в отелах	3,9		3,6		3,5	

Самая большая выбраковка по низкой продуктивности в абсолютных и относительных показателях была в 2005 году и составила по коровам 162259 гол. или 27,1% и по первотелкам 34053 гол. или 35,6%. По причине выбытия гинекологические и яловость наблюдаем стабильный процент выбраковки, который у коров колеблется от 22,9% до 24,5%, у первотелок – 21,0% до 23,5%. Необходимо отметить, что в период с 2005 по 2015гг. наблюдается снижение количества выбывших коров по инфекционным заболеваниям. И если в 2005 году таких животных было 2734 гол. или 0,45%, то в 2015 году животных, выбывших по инфекционным причинам, составило 378 гол. или 0,08%. Кроме того, относительная численность коров, выбывших по причинам туберкулеза и бруцеллеза, к 2015 году снизилась до 0,008% и 0,0004%, соответственно. В 2015 году по причинам туберкулеза и бруцеллеза выбыло по одной первотелке [1,2,3].

В 2005 году по причине лейкоза выбыло 26782 гол.коров или 4,5% , из них первотелок 2185 гол. или 2,3%, тогда как и в 2010 году, и в 2015 году наблюдаем резкое снижение численности животных, выбывших по при-

чине лейкоза как в абсолютных, так и относительных показателях и составило 9907 гол. или 1,9% и 5741 гол. или 1,2%, соответственно.

Самый высокий показатель относительной численности выбывших коров и первотелок в 2015 году был по прочим причинам – 29,8 и 33%, соответственно, причем он был достаточно высок и в 2005, и 2010 гг. Причина роста этого признака по нашему мнению в том, что под этим показателем скрывается выбытие в связи с нарушениями обмена веществ. А в связи с тем, что в среднем продуктивность по подконтрольному поголовью увеличилась с 3973 кг молока жирностью 3,73% за 305 дней лактации в 2005 году до 5991 кг молока жирностью 3,87% в 2015 году, то есть имеются достаточные основания говорить о повышении интенсивности обмена веществ у отечественного молочного скота [1,2,3].

Самый низкий показатель относительной численности выбывших коров по причине низкой продуктивности по основным породам в 2015 году в хозяйствах Российской Федерации был в айрширской породе и составил 8,51% (табл. 2), самый высокий в симментальской породе – 24,79%.

Таблица 2 – Причины выбытия коров в 2015 году по основным породам, разводимым в Российской Федерации

Порода	всего, гол.	низкая продуктивность, гол.	гинекологические и яловость, гол.	вымени, гол.	конечностей, гол.	травмы, несчастные случаи, гол.	инфекционные			лейкоз, гол.
							всего	туберкулез, гол.	бруцеллез, гол.	
Айрширская, гол.	14987	1276	3494	1996	2045	859	2	2	-	58
%	100	8,51	23,31	13,32	13,65	5,73	0,01	0,01	0,00	0,39
Красная степная, гол.	20483	4047	3997	2415	1825	1086	64	-	-	275
%	100	19,76	19,51	11,79	8,91	5,30	0,31	0,00	0,00	1,34
Красно-пестрая, гол.	26629	3652	7223	3785	3043	1303	4	4	-	188
%	100	13,71	27,12	14,21	11,43	4,89	0,02	0,02	0,00	0,71
Симментальская, гол.	29266	7256	6412	3921	2661	1601	9	2	-	86
%	100	24,79	21,91	13,40	9,09	5,47	0,03	0,01	0,00	0,29
Холмогорская, гол.	31981	7088	7991	4276	4388	1966	3	-	-	584
%	100	22,16	24,99	13,37	13,72	6,15	0,01	0,00	0,00	1,83
Черно-пестрая, гол.	261102	35315	63327	33287	37482	15238	278	30	2	3574
%	100	13,53	24,25	12,75	14,36	5,84	0,11	0,01	0,00	1,37
Голштинская, гол.	75378	6476	12711	6847	10231	6092	13	-	-	415
%	100	8,59	16,86	9,08	13,57	8,08	0,02	0,00	0,00	0,55
Ярославская, гол.	9346	927	2439	1277	1499	519	-	-	-	1
%	100	9,92	26,10	13,66	16,04	5,55	0,00	0,00	0,00	0,01

По причине гинекологические и яловость относительная численность выбывших коров колеблется в 2015 году от 16,86% по голштинской породе до 27,12% по красно-пестрой породе. Самые высокие показатели выбывших животных в относительных показателях по заболеваниям вымени в красно-пестрой породе – 14,21%, конечностей в ярославской – 16,04%, травмы и несчастные случаи в голшинской – 8,08%.

По инфекционным заболеваниям в 2015 году выбыло в относительных показателях до десятых долей процента. Причем, по причине бруцеллеза нет выбытия ни одной головы коров, а по причине туберкулеза есть выбывшие коровы в айрширской, красно-пестрой, симментальской и черно-пестрой породах – 2 гол., 4 гол., 2 гол. и 30 гол., соответственно.

Выбытие коров по причине лейкоза в 2015 году в абсолютных и относительных показателях колеблется от одной головы или 0,01% в ярославской породе до 3574 голов или 1,37% в черно-пестрой породе. По причине лейкоза в 2015 году не было выбывших коров в бестужевской, истобенской, красной горбатовской, красной эстонской, тагильской, монбельярской и суксунскойпородах, якутском скоте и горном скоте Дагестана.

Таким образом, за последние десять лет к 2015 году относительная численность животных выбывших по причине низкой продуктивности по сравнению с 2005 году уменьшилась почти в два раза. Снизилось число животных выбывающих по инфекционным заболеваниям и лейкозу. В 2015 году в стадах Российской Федерации нет животных выбывших по инфекционным заболеваниям, в том числе по туберкулезу и бруцеллезу и по лейкозу в породах, которые были получены от местного аборигенного скота – бестужевской, истобенской, красной горбатовской, тагильской, якутском скоте и горном скоте Дагестана.

Библиографический список

1. Дунин И.М., Шаркаев В.И., Шаркаева Г.А.//Сборник: Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2005 год) Лесные Поляны, 2006. С. 246.
2. Дунин И.М., Шаркаев В.И., Шаркаева Г.А. // Сборник: Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2010 год) Лесные Поляны, 2011. С. 282.
3. Шаркаев В.И., Шаркаева Г.А. // Сборник: Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2015год) Лесные Поляны, 2016. С. 252.

РАЗДЕЛ IV. Мелиорация агроландшафтов

УДК 631.0.41: 634.93

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОМПЛЕКСНОЙ МЕЛИОРАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ

Рулев А.С., член-кор. РАН, д.с.-х.н., **Рулева О.В.,** д.с.-х.н., профессор
ФГБНУ "Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН", г. Волгоград, Россия

Экосистемный подход известен в экологии давно и используется при изучении совокупностей организмов и неживых компонентов среды, находящихся в тесной взаимосвязи. Экосистемы имеют условные границы, определяемые круговоротом основных биогенных элементов, рассматриваемых в определенном пространственно-временном масштабе. В пределах экосистемного подхода можно различать структурные направления, занимающиеся изучением строения и их функционирования. Но структура экосистемы не может рассматриваться как простая иерархическая система из нескольких уровней организации, так как при этом за её пределами оказываются неживые компоненты. Объединить в понятие экосистемы её живые и неживые составляющие можно, только подчеркнув ту особую роль, которая принадлежит процессам их взаимодействия, то есть, по словам Линдемана "... систему физико-химико-биологических процессов, протекающих в пределах некоторой пространственно-временной единицы любого ранга" [1, с. 7]. В агролесомелиорации единицей такого ранга является экосистема межполосного пространства с возделываемой сельскохозяйственной культурой. Для агролесосистем вообще свойственны адаптивность, долговечность, экологичность, нарастание мелиоративного эффекта во времени, что эволюционно характерно для биосистем. Поэтому в системе лесных полос межполосная клетка рассматривается как экосистема растительного сообщества с четко выраженными границами, хотя проведение границ между экосистемами до некоторой степени условно, так как между ними обязательно существует обмен веществом и энергией. Кроме того, в нашем случае, фактор, постоянно воздействующий на фитоценоз на протяжении всего периода вегетации – лесные полосы, которые способствуют формированию сообщества, отличного от растений открытого пространства. К межполосной экосистеме могут быть использованы подходы и методы оптики мутных сред [2]. В механике сплошной среды (мутной, жидкой и т.д.), рассматривающей движение больших совокупностей атомов и молекул, в большинстве видов не принимается во внимание атомное и молекулярное строение вещества: оно считается непрерывной средой. В статистическом смысле оно означает переход к средним величинам, то есть замене истинных флуктуирующих величин статистически средними [3]. Для удобства моделирования взаимодействия растительного сообщества, раз-

вивающегося под влиянием лесной полосы, и объяснения физической сущности этого явления, необходимо применить термодинамику, так как экосистема межполосного пространства относится к макроскопическим физическим системам.

В отличие от классической термодинамики биологические объекты являются предметом изучения термодинамики неравновесных или необратимых процессов. В термодинамике неравновесных процессов системы, в которых протекают неравновесные процессы, рассматриваются непрерывные среды, а их параметры состояния как полевые переменные, то есть непрерывные функции координат и времени. Количественное описание неравновесных процессов при таком методе заключается в составлении уравнений баланса и феноменологических уравнений рассматриваемых процессов для элементов объемов на основе закона сохранения массы, импульса и энергии через градиенты термодинамических параметров, а также уравнения баланса энтропии.

В своих исследованиях изучали систему растение – почва как интегральный показатель, совокупности рассмотренных в уравнении процессов, идущих на построение органического вещества растения, и измеряли его на разных этапах развития онтогенеза, в целом как депо и накопитель всех энергетических и обменных процессов. Для изучения биологических объектов, в том числе агроценозов и почвенного покрова, используется системный подход, который без классического описательного, накопительного этапа, основанного на фактических, эмпирических построениях, невозможно использовать.

Комплексная мелиорация агроландшафтов невозможна без знания процессов, в основе которых лежит использование энергии, способности ее трансформации в различных формах.

В ландшафте имеется большое количество компонентов с характерными для них свойствами, которые при оптимизации его структурно-функционального состояния необходимо сопоставлять, уравновешивать и приводить к общему объективному знаменателю. Таким обобщающим критерием может служить термодинамическая характеристика объектов с определением физической и информационной энтропии [4, 5].

Энергетика почв связана не только с радиацией, но и с биогеохимической аккумуляцией и миграцией веществ. Эффективное положительное воздействие на геохимические процессы оказывает лесомелиоративное обустройство территории, обеспечивающее регулирование пространственного перераспределения веществ, повышение плодородия почвы, синергетический эффект при применении целого ряда других мелиоративных мероприятий. В действии ЗЛН на свойства почв геохимически сопряженных территорий проявляются процессы как механической, так и биологической аккумуляции веществ.

Исследования, проведенные на территории агроландшафтных катен (с лесными полосами и без) на юге Хоперско-Бузулукской равнины с южными черноземами и темно-каштановыми почвами, свидетельствуют о том, что мощность гумусового горизонта почвы под лесными полосами в 1,1-1,5 раза выше, чем на открытой территории, с максимумом влияния ЗЛН в основном на водораздельных элементарных геохимических ландшафтах (ЭГЛ).

Превышение средневзвешенного содержания гумуса в горизонте $A+B_1$ почвы под лесными полосами, по сравнению с приполосной зоной поля, достигает 1,1-1,2.

В таблице 1 приведены данные по двум составляющим термодинамическую характеристику темно-каштановой почвы под лесной полосой и в поле по элементарным ландшафтным фациям.

Таблица 1 – Запас аккумулятивной энергии в горизонте $A+B_1$ темно-каштановой почвы, ккал/га

ЭГЛ	Поле		Лесная полоса	
	энергия, связанная с минеральной частью, $п.\cdot10^{11}$	энергия, связанная с гумусом, $п.\cdot10^{9}$	энергия, связанная с минеральной частью, $п.\cdot10^{11}$	энергия, связанная с гумусом, $п.\cdot10^{9}$
Водораздельный	2,09	1,38	2,64	2,09
Трансэллювиальный	1,76	1,10	2,20	1,55
Трансаккумулятивный	1,92-2,25	1,24-1,78	2,31-2,47	1,65-2,07

Гумусовая составляющая энергии твердой фазы почвы намного (на два порядка) меньше, чем энергия, связанная с минеральной частью. Здесь представлены данные по энергетике почв с участием мощности гумусового горизонта. Считаем это оправданным, т.к. именно с гумусовым горизонтом в большей мере связано плодородие почвы, ее продуктивность, и на его мощности заметно сказывается влияние ЗЛН. Кстати, отсюда и разница в величинах энергии, аккумулированной в кристаллических решетках почвы на разных ЭГЛ. Что же касается влияния ЗЛН на элементы термодинамики почвы, то оно сказывается, конечно, прежде всего, на гумусовой составляющей энтальпии. Гумусовая составляющая энтальпии в гумусовом горизонте под лесной полосой в 1,5-1,2 раза выше, чем в поле, с максимумом на водораздельном ЭГЛ.

Снижение энтропии свидетельствует о выраженной почвомелиорирующей роли ЗЛН, а степень этого снижения – о действенности лесомелиорации в цепи сопряженных ЭГЛ (таблица 2).

При этом, если оценивать потоки энтропии под влиянием лишь биологической аккумуляции органического вещества, то можно видеть, что наибольшая эффективность лесомелиорации наблюдается на водораздельной территории. Здесь же наибольший удельный вес в общей энтропии внешней составляющей. Изменение энтропии, связанное с действием ЗЛН

(d_1S) при сочетании биологической аккумуляции вещества с механической на склоне приближается к таковой на водораздельной территории, а в условиях супераквального ЭГЛ – даже ниже ее. Соответственно вырастает относительная эффективность лесомелиорации на подчиненных ЭГЛ.

Таблица 2 – Энтропийная характеристика гумусовой составляющей прироста энергии в горизонте $A+B_1$ почвы под влиянием ЗЛН

ЭГЛ	-ΔH	$dS=d_1S+d_2S$	$\|dS_1\| / \|dS\|$
Водораздельный	53	0,78=-0,18+0,96	0,23
Трансэлювиальный	33	0,79=-0,11+0,90	0,14
Трансаккумулятивный	31 20	0,82=-0,11+0,93 1,07=-0,07+1,14	0,13 0,07

Условные обозначения: ΔH – прирост энергии, кал/г;
dS – изменение энтропии, кал/г·град.;
d_1S – внешний поток энтропии, d_2S – внутренняя энтропия.

На основе материалов выявленных закономерностей пространственной изменчивости почв сопряженных территорий и энерго-энтропийного анализа с учетом доли различных ЭГЛ в каждом конкретном агроландшафте определяется необходимая площадь ЗЛН.

Непременным условием приближения агролесоландшафтов к оптимуму является возрастание энтальпии, уменьшение потока энтропии в почве при достижении высокой биопродуктивности на всей его площади (т.е. включая площадь, планируемую для создания ЗЛН).

Библиографический список

1. Гиляров А.М. Популяционная экология: учеб. пособие / А.М. Гиляров. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – С. 5-23.
2. Росс, Ю.К. К теории альбедо растительного покрова / Ю.К. Росс // Научные сообщения института геологии и географии АН ЛитССР. – 1962. - № 13. – С. 151-155.
3. Сысуев, В.В. Моделирование процессов в ландшафтно-геохимических системах / В.В. Сысуев. – М.: Наука, 1986. – С. 15-124.
4. Физика. Большой энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров. – 4-е изд. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1999. – 944 с.
5. Химическая энциклопедия в 5-ти томах. Т. 2. -М.: Советская энциклопедия, -1990. - 1334 с.

УДК 631.347

МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО ДОЖДЕВАНИЯ ДЛЯ ДМ «ФРЕГАТ»

Рыжко Н.Ф., д.т.н., **Рыжко С.Н., Карпова О.В., Ботов С.В.**

ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» («ВолжНИИГиМ»), г. Энгельс, Россия

Дождевальная машина «Фрегат» является наиболее распространённой в мелиоративном комплексе страны и имеет ряд значительных преимуществ. В то же время многочисленные исследования работы многоопорных ДМ «Фрегат» показали, что потери воды на испарение и снос

ветром в среднем составляют 10…15 %, а в дневные часы могут достигать 20…30 % и более [1, 2]. Значительные потери воды обусловлены большой высотой подъема дождевого облака при поливе среднеструйными дождевальными аппаратами (до 4…8 м над поверхностью почвы) и сносом дождя при ветре.

Исследования работы ДМ «Фрегат» показали, что равномерность полива при ветре низкая, (коэффициент эффективного полива уменьшается с 0,70 до 0,53…0,45), что также вызвано большой высотой подъёма струй и их сносом при ветре [3].

Дождевальные аппараты в конце трубопровода ДМ «Фрегат» формируют дождевое облако с большой средней и действительной интенсивностью дождя (0,6…0,8 и 2,6…3,0 мм/мин соответственно), диаметр капель в конце струи увеличивается до 2,5…3,5 мм. Такой дождь оказывает значительное энергетическое воздействие на почву, разрушая и уплотняя ее верхний слой, и не позволяет выдавать оптимальные поливные нормы без стока [4].

Для снижения потерь воды на испарение и снос, для повышения равномерности полива при ветре и уменьшения энергетического воздействия дождя на почву на дождевальных машинах отечественного и иностранного производства применяют устройства приповерхностного дождевания (УПД), которые позволяют снизить высоту установки дождевателей относительно трубопровода машины.

Исследованиями установлено, что известные устройства приповерхностного дождевания российского производства недостаточно надёжны в работе (в зимний период при отсутствии слива воды из насадки возможны разрывы чугунных угольников), так же они сложны в изготовлении, трудоёмки при монтаже и регулировке, имеют значительную стоимость и требуют совершенствования. Дождевальная насадка должна обеспечивать слив воды после полива.

Целью модернизации устройства приповерхностного дождевания является снижение трудовых затрат при регулировании высоты установки дождевателя, улучшение качества полива и повышение надежности его работы.

Устройства приповерхностного дождевания в начале машины (рис. 1), состоит из напорного рукава 1, переходника 2 с кронштейном 3 и патрубка 4 с фиксатором 5. На переходнике 2 устройства приповерхностного дождевания устанавливается дождевальная насадка с дефлектором «обратный конус» 6 с углом вылета струи 20^{o} к горизонту (фиг. 1 б). Дождевальная насадка кругового полива с дефлектором «обратный конус», состоит из корпуса 1 с коническим дефлектором 2, который выполнен в виде обратного конуса. Дефлектор 2 установлен на двух ножках 3.

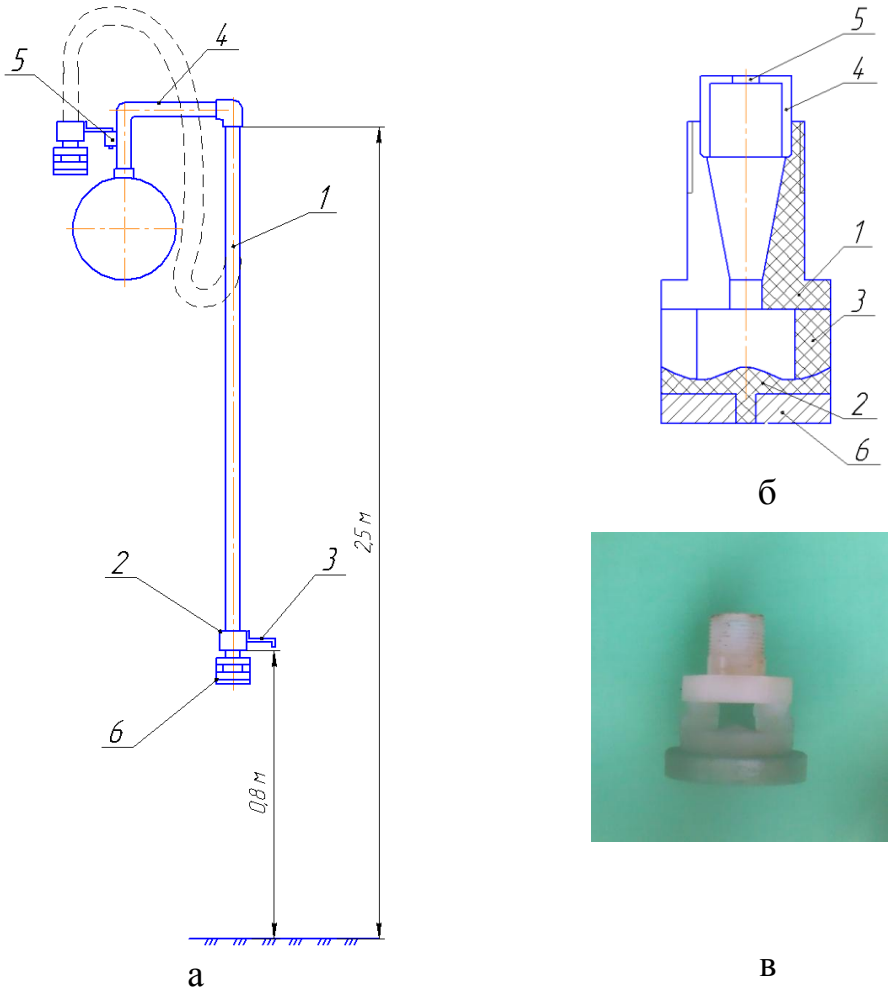
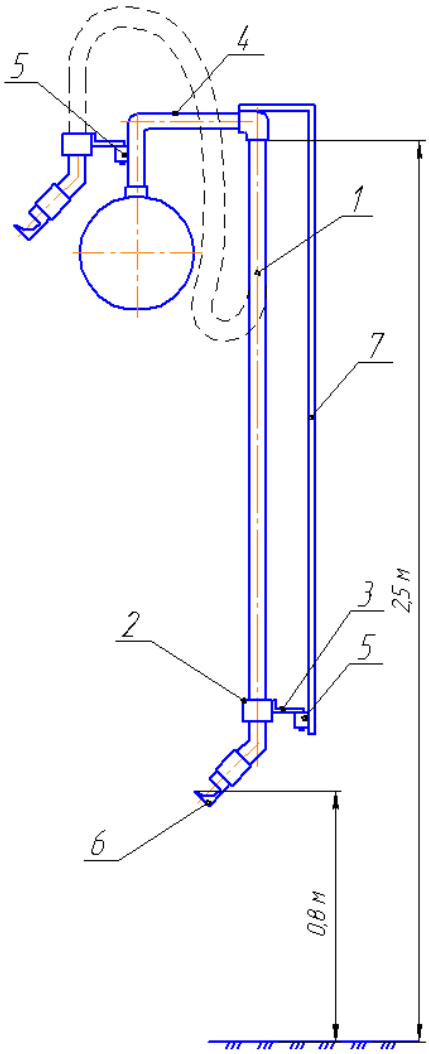


Рис. 1. Устройство приповерхностного дождевания (а) и дождевальная насадка с дефлектором «обратный конус» (б, в)

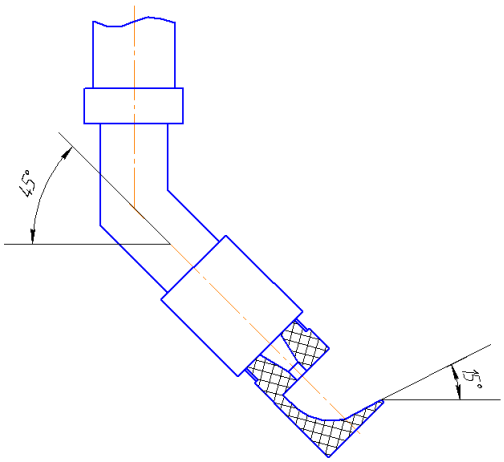
Для настройки дождевальной насадки на требуемый расход воды и качественный распыл в корпус 1 под натягом устанавливается дюза 4 с калиброванным отверстием 5. В нижней части корпуса насадки выполнена коническая резьба, которая позволяет монтировать насадку в муфту устройства приповерхностного полива. При работе дождевальной насадки вода проходит через сопло и попадает на конус, где равномерно распределяется. Струя вначале движется вниз, а затем благодаря обратному конусу разворачивается на 110^{o} и сходит вверх под углом 20^{o} к горизонту.

Дождевальная насадка с дефлектором «обратный конус» (рис. 1б) снабжена грузом 6 для обеспечения её вертикального положения при поливе. Металлический круг наворачивается на дефлектор насадки. Исследования показали, что при расходе воды 0,1…0,8 л/с (диаметр сопла 2,5…6 мм) вес груза должен быть порядка 0,8 кг, а при расходе воды 0,9…2,1 л/с (диаметр сопла 7…10 мм) вес груза должен быть порядка 1,0 кг.

Устройства приповерхностного дождевания, установленные во второй половине машины и в районе тележек 3 (рис. 2), состоят из напорного рукава 1, переходника 2 с кронштейном 3 и патрубка 4 с фиксатором 5.



а



б

в

Рис. 2. Устройство приповерхностного дождевания (а) и секторная насадка (б, в)

В переходнике 2 устанавливается секторная насадка 6. Переходник 2 изготовлен под углом 45°, что обеспечивает угол вылета струи секторной насадки 15° к горизонту (рис. 2 б). На патрубке 4 с фиксатором 5 устанавливается рычаг 7 с фиксатором 5.Устройства приповерхностного дождевания обеспечивают легкое регулирование высоты установки дождевателей от 0,8 до 2,5 м, по мере роста высокостебельных сельскохозяйственных культур путем монтажа кронштейна 3 с переходником 2 и дождевальной насадкой с дефлектором «обратный конус»6 на патрубок 4 с фиксатором 5 (рис. 1). В районе тележек и во второй половине машины устройства приповерхностного дождевания обеспечивают регулирование высоты установки дождевателей путем монтажа кронштейна 3 с переходником 2 и с секторной насадкой 6 на патрубок 4 с фиксатором 5 (рис.2).

Преимущество предлагаемого устройства приповерхностного дождевания дождевальной машины состоит в том, что обеспечивают легкое регулирование высоты установки дождевателей от 0,8 до 2,5 м, по мере роста

высокостебельных сельскохозяйственных культур, при этом снижаются потери воды на испарение и снос и повышается равномерность полива при ветре.

Повышается надежность работы устройства приповерхностного дождевания за счет слива воды после окончания полива и отсутствия разрушения чугунных угольников. Секторные насадки в районе тележек обеспечивают полив в сторону противоположную движения машины, что снижает попадание воды под колеса тележек, уменьшает глубину колеи после полива и не вызывает их буксование.

Применение во второй половине трубопровода секторных насадок обеспечивает увеличение радиуса полива и ширины захвата дождем, при этом снижается интенсивность дождя и повышается норма полива до стока.

Выводы. Разработано устройство приповер дождевания (УПД) , где в качестве водовода используется гибкий напорный рукав, который обеспечивает простое регулирование высоты установки дождевателя от 0,8 до 2,5 м над поверх почвы. В начале машины УПД снабжены дождевальными насадка с дефлектором «обратный конус», которая обеспечивает слив воды после полива, не создает реактивный момент при поливе и улучшает агротехнические показатели полива. Применение во второй половине машины и в районе тележек устройства приповерхностного дождевания с секторными насадками устанавливаемых по учащенной схеме в шахматном порядке расширяют зону захвата и снижает среднюю интенсивность дождя. Устройства приповерхностного дождевания с секторными насадками в районе тележек снижают попадание дождя под колёса и повышают проходимость дождевальной машины. Модернизированные УПД позволяют снизить материалоёмкость и его стоимость; упростить процесс изготовления и регулирования высоты установки дождевателей, повысить надёжность его работы.

Библиографический список

1 Рыжко, Н.Ф. Совершенствование дождеобразующих устройств для многоопорных дождевальных машин /Рыжко Н.Ф. -ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», -Саратов, 2009. -176 с.

2 Слюсаренко, В.В. Новые технические решения для модернизации дождевальных машин «Фрегат» и результаты их внедрения / В.В. Слюсаренко, Н.Ф. Рыжко // Известия Самарского ГАУ. -2011. -№ 3. -С. 16-20.

3 Нагорный, В.А. Повышение эффективности полива ДМ «Фрегат» при использовании новых дождеобразующих устройств / В.А. Нагорный, Н.Ф. Рыжко // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. -2009. -№ 2. -С. 54-56.

4 Рыжко, Н.Ф. Применение дефлекторных насадок и дождевальных аппаратов из полимерных материалов на ДМ «Фрегат» и «Волжанка» /Н.Ф. Рыжко, В.Л. Угнавый, Н.В. Рыжко / Проблемы мелиорации и пути их решения: сб. науч. тр.: [по матер. юбил. конф., посвящ. 65-летию Энгельсск. ОМС и 35-летию ГУ «ВолжНИИГиМ»] / ГУ «ВолжНИИГиМ». – М., 2001. -Кн. 1. -С. 142-147.

УДК 631.616

РАСЧЕТ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫХ НОРМ ОРОШЕНИЯ ПО АГРОЛАНДШАФТНЫМ ЗОНАМ ПОВОЛЖЬЯ С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Л.Г. Романова, к.с.-х.н.,

ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации», г. Энгельс, Саратовская область, Российская Федерация;
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

Н. А. Тимофеева,

ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации», г. Энгельс, Саратовская область, Россия

Результаты многолетних исследований ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» по изучению режимов орошения сельхозкультур позволили разработать программу для ПЭВМ по расчету экологически обоснованных норм орошения по агроландшафтным зонам Поволжья. На основе разработанной методики и программы были рассчитаны экологически безопасные оросительные нормы сельскохозяйственных культур по основным зонам Поволжья. Нормы орошения на посевах сельскохозяйственных культур в сложных и разнообразных климатических условиях Поволжья должны обеспечить не только получение высоких урожаев, но и сохранить благоприятное мелиоративное состояние агроландшафта. Чтобы ограничить фильтрацию воды за пределы корнеобитаемого слоя почвы, необходимо строгое нормирование водоподачи в соответствии с водопотреблением по фазам роста и развития сельскохозяйственных культур. Режим орошения имеет тесную связь с почвенно-гидрологическими условиями орошаемой территории, водно-физическими свойствами почв, биологическими особенностями растений, фазами их роста и развития, способами и техникой полива. При назначении поливов необходимо учитывать «критические» периоды развития растений, когда недополив может привести к резкому снижению продуктивности сельскохозяйственных культур. Теоретически обоснованные и практически проверенные поливные нормы составили 300 – 350 м^3/га в начале вегетации и не более 450 – 500 м^3/га в период максимального водопотребления. На полях с близким уровнем грунтовых вод (2 – 3 м) поливные нормы не должны превышать 250 - 350 м^3/га, исключающие инфильтрацию. Влагообеспеченность посевов в продолжение всего периода вегетации была благоприятной для роста и развития растений.

Ключевые слова: *орошаемые земли, агроландшафты, мелиорация, оросительные нормы, влагозапасы, имитационное моделирование.*

The results of years of research FSBI «Volzhniigim» for the study of irrigation regimes of crops is allowed to develop a program for PC for the calculation of environmentally sound standards of irrigation in agrolandscape zones of the Volga region. Based on the developed methods and programmes were designed ecologically safe irrigation norms of agricultural crops in the main zones of the Volga region. The norm of irrigation on agricultural crops in complex and diverse climatic conditions of the Volga region should provide not only high yields but also to maintain a favorable reclamation state agricultural landscape. To limit the filtering of water beyond the root zone of the soil, must be strict rationing of water supply in accordance with the water consumption in phases of growth and development of crops. Irrigation regime has a close relationship with soil and hydrological conditions of the irrigated site, water-physical soil properties, the biological characteristics of plants, the phases of their growth and development, methods and techniques of irrigation. If the purpose of irrigation

must be considered "critical" periods of development of plants when insufficient watering can lead to sharp reduction of productivity of agricultural crops. Theoretically grounded and practically tested rules of irrigation amounted to 300 – 350 m3/ha at the beginning of the growing season and not more than 450 – 500 m3/ha in the period of maximum water use. On fields with close groundwater level (2-3 m) of irrigation norms should not exceed 250 - 350 m3/ha, excluding infiltration. The moisture supply of crops during the whole vegetation period was favorable for the growth and development of plants.

Key words: *irrigated land, agricultural lands, irrigation, irrigation norms, moisture reserves, simulation.*

Введение. Многолетние исследования ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» по режиму орошения основных сельскохозяйственных культур в регионе Поволжья позволили разработать экологически обоснованные поливные и оросительные нормы, учитывающие изменение потребности растений во влаге в различные периоды вегетации, весенние влагозапасы и атмосферные осадки, а также водно-физические свойства почв конкретного орошаемого массива и поля. Расчет и корректировка норм водопотребления при орошении строится на основе имитационного моделирования на ПЭВМ с использованием всех необходимых характеристик конкретного орошаемого массива.

Наиболее современным способом расчета режима орошения (оросительных и поливных норм) является имитационное моделирование, позволяющее учитывать все многообразие факторов, определяющих эколого-экономически целесообразные оросительные и поливные нормы сельхозкультур в конкретных условиях, оперативно проводить расчеты и управлять поливами.

Материалы и методы. Результаты многолетних исследований ВолжНИИГиМ по изучению режимов орошения сельхозкультур позволили разработать программу для ПЭВМ по расчету экологически обоснованных норм орошения по агроландшафтным зонам Поволжья [1,3,4,7,10]. В основу расчетов положено решение уравнения водного баланса корнеобитаемого слоя почвы. Приходные элементы водного баланса берутся по результатам наблюдений метеостанций основных зон Поволжья, а основной расходный элемент – суммарное водопотребление (суммарное испарение) рассчитывается по методике А.М. и С.М. Алпатьевых, усовершенствованной и адаптированной ВолжНИИГиМ к местным условиям [2,3,5,6]. Расчет производится с учетом дифференциации нижнего предела увлажнения посевов по фазам роста и развития, и поддержание его в необходимом диапазоне (60-85% НВ) в активном корнеобитаемом слое – в соответствии с изменяющейся в период вегетации потребностью растений во влаге, с учетом основных водно-физических, физико-химических характеристик и мелиоративным состоянием преобладающих типов почв Поволжья. Наиболее высокий уровень увлажнения посевов (80-85% НВ) поддерживается в «критические» периоды развития растений лишь в засушливые годы; в годы умеренного атмосферного увлажнения и влажные – в пределах 65-75%

НВ. Поливные нормы для хорошо гумусированных почв тяжелого и среднего мехсостава дифференцированы по периодам вегетации: 25-30 мм в начале роста и не более 50мм в период наибольшего водопотребления.

Мощность активного корнеобитаемого слоя изменяется в зависимости от фазы роста сельхозкультур и мехсостава почв от 30 до 80см. При расчетах принимается, что не менее 15-25% от величины суммарного испарения покрывается за счет исходных влагозапасов почвы.

Расчетная поливная норма не должна превышать эрозионно-допустимую (экологически безопасную норму). При близком залегании грунтовых вод делается корректировка поливной нормы.

Использование невысоких поливных нормы значительно сокращает поверхностный сток и инфильтрационные потери.

Результаты и обсуждение. На основе разработанной методики и программы были рассчитаны экологически безопасные оросительные нормы сельхозкультур по основным зонам Поволжья [2,3,9]. Нормы водопотребления основных сельхозкультур по агроландшафтным зонам Поволжья в годы различной обеспеченности дефицита водопотребления приведены в таблице 1.

Более подробно режим орошения основных сельхозкультур засушливой зоны Поволжья приведен ниже:

- для яровых колосовых в засушливой год в фазы кущения и трубкования влажность почвы необходимо поддерживать на уровне 80 % НВ, снижая до 70 % НВ в фазу колошения и цветения и до 60 % НВ – при наливе зерна;

- для озимых (пшеница, рожь) наиболее эффективен режим орошения с поддержанием предполивной влажности почвы в период всходов и кущения 80 % НВ, в последующие фазы – 70-75% НВ и при наливе зерна – 60% НВ. Нормы поливов на посевах зерновых культур составляют 300-350м^3/га в фазы кущения и налива, 400-450м^3/га в фазу трубкования и 500м^3/га – в фазу колошения;

- на посевах кукурузы и сорго, возделываемых на силос, максимальное водопотребление наблюдается во второй половине вегетации (от 15 листьев до выметывания метелки – 80% НВ в остальные фазы развития – 70-75 % НВ). Нормы полива здесь изменяются от 300-400м^3/га – в первой половине вегетации, до 500-600м^3/га – во второй половине;

- на посевах люцерны, выращиваемой на зеленую массу и сено, наибольшее водопотребление наблюдается в фазу бутонизации – цветения. В этот период влажность почвы должна быть не ниже 75-80 % НВ, остальные периоды – 70-75% НВ. Режим орошения люцерны на семена предполагает влажность на уровне 70-75% НВ – до начала цветения и снижение ее в последующие периоды до 60-65% НВ. Поливные нормы на посевах люцерны и ее смесей составляют на начало отрастания – 300-350м^3/га, в период максимального водопотребления – 400-500м^3/га;

- на посевах многолетних травосмесей и культурных пастбищах влажность почвы в период бутонизации бобовых и колошения злаковых трав не должна быть ниже 80 % НВ, в последующие фазы – 70-75 % НВ;

- режим орошения сои на зерно: 70 % НВ в начальные периоды, 80% НВ – от бутонизации до налива зерна и 70% НВ – в последующие фазы. Рациональная норма полива сои колеблется от 300 до 550 $м^3$/га.

Таблица 1 – Нормы водопотребности сельскохозяйственных культур по ландшафтным зонам Поволжья в годы различной обеспеченности дефицита водного баланса, мм (данные ВолжНИИГиМ)

Агроландшафтная зона	Провинция	Административная область	Культура							
			озимая пшеница	яровая пшеница	соя	кукуруза на силос	мн. травы на силос	суданская трава на сено	сахарная свекла	картофель средний
Острозасушливый год (95 % обеспеченность ДВБ) / среднезасушливый год (75 % обеспеченность ДВБ) / среднемноголетний год (50 % обеспеченность ДВБ)										
Лесостепная	Приволжская	Самарская	180/120/90	190/140/90	180/120/80	200/140/100	400/300/200	230/180/120	240/170/120	200/150/100
		Саратовская	170/120/80	180/140/90	200/150/100	210/160/100	400/300/200	240/180/120	240/170/120	200/150/100
	Кинельско-Камская	Самарская	160/140/100	190/150/100	180/120/80	200/140/100	400/300/200	230/180/120	240/170/120	200/150/100
Степная и сухостепная	Самаро-Иргизская	Самарская	180/140/100	221/160/120	240/160/120	220/160/120	450/400/300	240/190/130	280/200/170	250/200/150
		Саратовская	200/140/110	210/170/130	240/160/120	250/190/140	450/400/300	270/220/160	280/200/170	250/200/150
	Волго-Узенская	Саратовская	200/150/120	220/170/140	240/160/120	250/200/150	450/450/300	280/230/160	280/200/170	250/200/150
	Хопер-Медвидицкая	Волгоградская	200/150/120	230/180/130	270/220/180	270/220/180	450/400/350	300/220/190	340/280/230	300/250/200
	Южно-Приволжская	Волгоградская	200/150/100	220/170/100	250/200/160	250/190/140	450/400/300	270/240/160	280/200/170	250/200/150
	Нижне-Донская	Волгоградская	220/180/140	240/200/140	270/220/180	270/220/180	500/450/350	300/240/190	340/280/230	300/250/200
Полупустынная	Волго-Уральская	Волгоградская	210/160/120	240/180/120	270/220/180	270/220/180	450/400/300	300/240/190	340/280/230	300/250/200
		Астраханская	240/190/150	260/210/180	300/280/220	290/240/200	550/450/400	350/270/220	370/320/270	350/300/250
	Сарпинская Волго-Ахтубинская	Астраханская	210/180/160	250/200/190	300/280/220	290/240/220	500/450/400	350/300/250	370/320/270	350/300/250
		Астраханская	220/170/150	250/200/180	300/280/220	290/240/220	500/450/400	350/300/250	370/320/270	350/300/250
Пустынная	Прикаспийская	Астраханская	210/190/180	240/220/200	300/320/280	290/260/240	550/500/450	350/300/250	370/360/310	350/350/300

Прекращение поливов зерновых культур наступает в фазы восковой – начале полной спелости; для кукурузы – при наступлении молочной спелости, за 4-5 дней до начала уборки. Люцерну на зеленую массу и травос-

меси прекращают поливать за 4-5 дней до укоса, а люцерну на семена – при побурении 70-75 % бобов.

Режим орошения сельхозкультур для степной и сухостепной зоны Поволжья приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Количество и нормы поливов сельскохозяйственных культур в годы различной влагообеспеченности в степной и сухостепной зоне Поволжья (данные ВолжНИИГиМ)

Культура	Число поливов						Поливная норма, $м^3$/га (нетто)	Критический период по отношению к влагообеспеченности
	Северное и центральное Заволжье (черноземы и темно-каштановые почвы)			Южное Заволжье (каштановые и светло-каштановые почвы)				
	острозасушливые годы	засушливые годы	умеренно засушливые годы	острозасушливые годы	засушливые годы	умеренно засушливые годы		
Озимая пшеница	3-4	2-3	1-2	4-5	3-4	2-3	350-450	Трубкование – колошение
Кукуруза на силос и зерно	4-6	3-5	2-3	5-7	4-6	3-4	350-500	Цветение – молочная спелость
Люцерна на сено	6-7	5-6	4-5	7-8	6-7	5-6	400-500	Конец бутонизации – цветение
Суданская трава	4-6	3-5	2-3	5-7	4-6	3-4	300-450	Выметывание метелки
Соя на зерно	4-5	3-4	1-3	5-6	4-5	2-4	350-450	Цветение – формирование зерна

На участках с близким уровнем грунтовых вод (1,0-1,5 м) поливы не проводятся. На участках с уровнем менее 3м проводится корректировка поливных норм (поливная норма уменьшается на 30-40%).

Разработанная в ВолжНИИГиМ система поливов позволяет обеспечивать строгое распределение норм водоподачи в период вегетации сельхозкультур с учетом мелиоративного состояния территории, испаряющей способности приземного слоя (засушливости периода) оптимизации объема поданной на поле воды в период наибольшей потребности растений, недопущения длительного переувлажнения верхних слоев почвы и потерь влаги за пределы корнеобитаемого слоя, с учетом использования растениями исходных почвенных влагозапасов не менее 15-25 % от величины суммарного испарения [8].

Выводы. Таким образом, такой строго регламентированный расход влаги сельхозкультурами позволяет уменьшить оросительные нормы (без существенного снижения урожайности) и предотвратить инфильтрационные потери в грунтовые воды, сохранив близкие к природным автоморфные условия агроландшафта. Поливные нормы, рассчитанные с учетом во-

допоглотительной способности различных типов почв Поволжья, позволяют предупреждать развитие процессов физической деградации почв: уплотнения, разрушения агроструктуры, смыв по рельефу местности, а также дегумификацию и снижение плодородия в целом. Теоретически обоснованные и практически проверенные поливные нормы составляют 300 – 350 $м^3$/га в начале вегетации и не более 450-500 $м^3$/га в период максимального водопотребления. На полях с близким уровнем грунтовых вод (2 – 3 м) поливные нормы не должны превышать 250 - 350 $м^3$/га, исключающие инфильтрацию.

Библиографический список

1. Корсак, В.В. Информационно-советующая система по управлению водным режимом орошаемых земель /В.В. Корсак, Н.А. Пронько, О.Ю. Холуденева /Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2008613920 от 15 октября 2008 г.
2. Методические указания по эксплуатации орошаемых агроландшафтов Поволжья: Методические указания / НПО ВолжНИИГиМ; Рук. Морковин В.Т. -Энгельс, 1995.
3. Морковин, В.Т. Расчет экологически безопасных норм водопотребления и режимов орошения сельскохозяйственных культур /В.Т. Морковин, В.В. Иванов, В.В. Корсак // Техническое совершенствование и эксплуатации оросительных систем в засушливой зоне Российской Федерации: Сб. науч. тр. -М., 2000. - С. 140-147.
4. Морковин, В.Т. Экологически обоснованные нормы орошения сельскохозяйственных культур по агроландшафтным зонам Поволжья/ В.Т. Морковин, В.В. Иванов // Проблемы научного обеспечения экономической эффективности орошаемого земледелия в рыночных условиях: Мат. междунар. научно-практич. конф.-Волгоград, 2001. -С. 141-142.
5. Нагорный, В.А. Основы водосбережения при орошении в Саратовской области / В.А.Нагорный // Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2001. – 153 с.
6. Приходько, В.Е. Орошаемые степные почвы: функционирование, экология, продуктивность / В.Е. Приходько – М.: Интеллект, 1996.
7. Романова, Л.Г. Управление продукционным процессом орошаемых культур на основе математического моделирования/ Л.Г. Романова, В.О. Пешкова // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 10 частях: Современные тенденции в образовании и науке. – Тамбов, 2013. - С. 106-107.
8. Романова, Л.Г. Основы оптимизации мелиоративного состояния земель Поволжья в зоне ирригационного воздействия / Л.Г. Романова // Сборник статей IX Всероссийской научно-практической конференции: Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы. Под ред. И.Л. Воротникова, 2015. - С. 152-154.
9. Шадских, В.А. Методические рекомендации по дифференциации режимов орошения сельскохозяйственных культур в орошаемых севооборотах для засушливых условий Поволжского региона / В.А. Шадских, В.О. Пешкова, Л.Г. Романова, В.Е. Кижаева // Научно-практический каталог паспортов «Научно-технические достижения, рекомендуемые для использования в мелиорации и водном хозяйстве. ФГБНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2014. – Выпуск 37. – С. 15-16
10. Янюк, В.М. Применяемые виды мелиораций и их влияние на природу степного Заволжья / В.М. Янюк, А.Н. Галибин, Л.Г. Романова // Мелиорация и водное хозяйство, 1997, N 6. - С. 37-39.

УДК 631.347

НИЗКОНАПОРНАЯ ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА «ФРЕГАТ» С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ФИЛЬТРОМ

Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Ботов С.В., Органов М.С., Рыжко Н.В.

ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» («ВолжНИИГиМ»), г. Энгельс, Россия

В настоящее время дождевальная машина «Фрегат», являющаяся основной в мелиоративном комплексе Саратовской области и нашей страны, имеет значительные преимущества автоматического полива, однако её энергоемкость полива остается самой высокой. Напор на входе в машину составляет 0,5…0,7 МПа, на выходе насосной станции – 0,9…1,2 МПа, на подачу 1м^3 воды тратится значительное количество электроэнергии – 0,34…0,57 кВт·ч, в то же время, при оптимальном режиме работы насосного агрегата эти значения могут составлять 0,12…0,33 кВт·ч (в зависимости от типа насосного агрегата). При работе закрытой оросительной сети с большими напорами возникают значительные колебания давления (до 1,5…2,1 МПа), которые вызывают гидроудары и порывы [1]. Отказы трубопровода закрытой сети приводят к срыву поливов и потере урожая. Для устранения выше перечисленных недостатком предлагается перевод ДМ «Фрегат» на низконапорный режим работы.

Известна конструкция низконапорной ДМ «Фрегат», где используются гидроцилиндры с увеличенным до 152 мм диаметром гильзы. Такие гидроцилиндры приводят к снижению скорости движения машины, а минимальное время оборота машины увеличивается в 1,72 раза – с 51 до 90 часов [2]. Минимальная поливная норма увеличивается с 225 до 387 м^3/га, что не выгодно, особенно при первых весенних поливах.

Для перевода ДМ «Фрегат» на низкий напор в ВолжНИИГиМ используется полиэтиленовый трубопровод, который прокладывался параллельно основному стальному трубопроводу в раскосы и под регуляторами скорости. Он обеспечил подачу воды на гидроприводы тележек. Крепление полиэтиленовой трубы осуществлялось при помощи кронштейнов или хомутов. Запитка гидроприводов от полиэтиленовой трубы и монтаж сливных клапанов производилась через седёлки. Основное преимущество низконапорных ДМ «Фрегат» с полиэтиленовым трубопроводом в том, что цикличность гидропривода последней тележки может составлять 4,5…5,0 ход/мин, при этом время полива и минимальная поливная норма приближаются к значениям серийной высоконапорной машины. В начале полиэтиленовой трубы устанавливался фильтр тонкой очистки (рис. 1), который состоит из корпуса 1, закрытого крышкой 3 с входным и выходным патрубками с фланцами. На выходном патрубке внутри корпуса 1 установлен фильтрующий элемент 2. Промывку фильтра от мусора можно осущес-

твлять при работе машины путём кратковременного открытия промывного кран 4. Полная очистка фильтра осуществляется путем снятия корпуса 1.

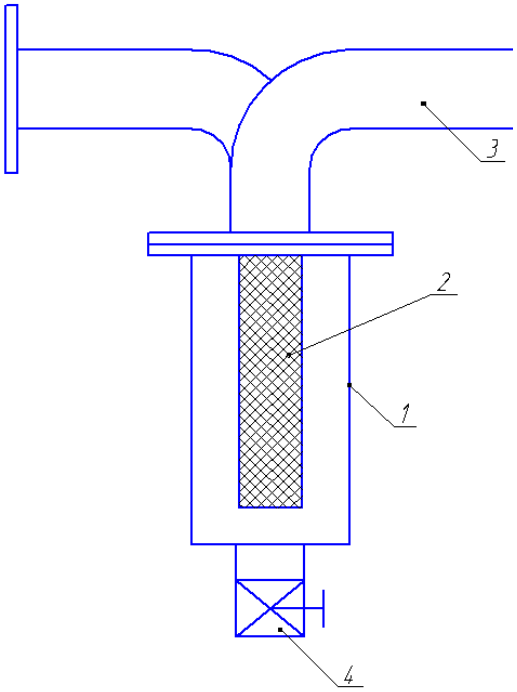


Рис. 1. Фильтр тонкой очистки для низконапорных ДМ «Фрегат».

В ООО «Наше дело» на НС № 2 Энгельсской ОС (площадь орошения – 917 га) из двадцати дождевальных машин «Фрегат» десять наиболее удаленных машин (с большим числом опорных тележек – 14…16 шт. и расходом воды – 80…90 л/с, хоз. № 1, 7, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 19 и 20) переведены на низкий напор. Это позволило увеличить число одновременно работающих машин. Если до модернизации два насосных агрегата Д1250-125 с электродвигателем мощностью 630 кВт обеспечивали полив только 7-8 высоконапорных ДМ «Фрегат», то после перевода машин на низкий напор одновременный полив проводили уже 10 машин. Максимальный расход воды двух агрегатов увеличился с 630 до 700…720 л/с.

Цикл полива дождевальная машина на орошаемом участке состоит из поочерёдной работы двух групп машин по 10 шт. Напор на насосной станции составляет 0,8 МПа, на входе машины в зависимости от места её расположения – 0,4…0,6 МПа. Время полного цикла для полива всего орошаемого участка составляет 11-12 дней при поливной норме 300 и 410 $м^3$/га. За время цикла полива постоянно круглосуточно работают 2 насосных агрегата и только в конце цикла (1-2 дня) работает один агрегат для завершения круга у оставшихся машин, которые имеют различную длину или имели простои на устранение неисправностей.

Одновременная работа десяти машин «Фрегат» позволяет более оптимально эксплуатировать насосные агрегаты. Если при высоконапорном режиме оптимальной нагрузкой было 8 машин, то при отказе 1 и 2 машин потребление электроэнергии на подачу 1000 $м^3$ воды резко увеличивается с

448 до 480 и 560 кВт·ч. (рис. 2). При низконапорном режиме работы и подключении 10 машин потребление электроэнергии на подачу 1000 м^3 воды составляет 440 кВт·ч, а при ночном отключении 2-х машин режим работы насоса остаётся оптимальным на уровне – 448 кВт·ч. После модернизации машин на низкий напор насосные агрегаты большую часть времени эксплуатируются в оптимальном режиме.

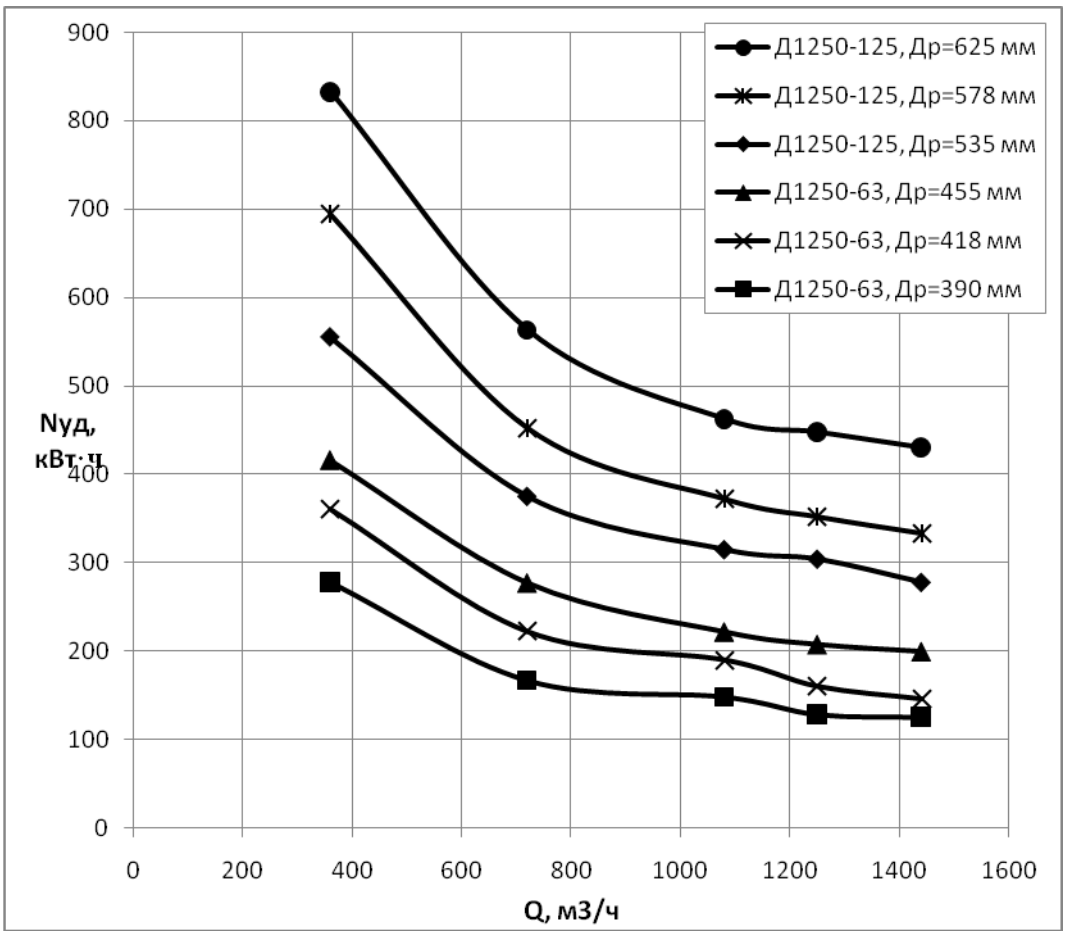


Рис. 2. Удельная потребляемая мощность на подачу 1000 м^3 воды (N_y) для различных типов насосных агрегатов.

Межполивной период при низконапорном режиме работы ДМ «Фрегат» составляет 11-12 дней. Если бы машины эксплуатировались в высоконапорном режиме, то межполивной период для некоторых машин составил бы 16-18 дней. Работа в низконапорном режиме машин «Фрегат» обеспечит за поливной сезон большую кратность поливов и позволит поддерживать влажность почвы на оптимальном уровне в течение всего вегетационного периода.

Потребление электроэнергии при низконапорном режиме работы мАшин «Фрегат» за 1 цикл полива – 12 дней (общее время работы насосных агрегатов – 370 часов) составляет 185 тыс. кВт·ч. Если бы машины эксплуатировались при высоконапорном режиме, то за 1 цикл полива общее время работы насосных агрегатов составило 462 часа, при этом было бы из-

расходовано 230 тыс.кВт·ч. Стоимость одного полива двадцати ДМ «Фрегат» за сезон в среднем составляет 1040 тыс. руб. Экономия затрат на один полив составляет 260 тыс.рублей или за сезон (4 полива) – более 1,0 млн. рублей.

При напоре на выходе насосной станции 0,8 МПа снижается давление в закрытой оросительной сети и величина гидроударов при отключении машин «Фрегат». Это снижает порывы трубопроводов и повышает надёжность работы закрытой оросительной сети.

Работа при низконапорном режиме 10-ти машин «Фрегат» обеспечивает повышение дневной выработки до 75…80 га/сут., производительность за сутки повышается в 1,25 раза. Повышение производительности позволит снизить интенсивность труда и может обеспечить операторам резервные дни.

Исследования работы орошаемого участка при низконапорном режиме показали, что имеются возможности дальнейшего повышения производительности. Требуется обеспечить точную настройку всех машин «Фрегат» на требуемый расход воды согласно картам настройки дождевальных насадок, устанавливаемых по учащённой схеме.

Протечки через гидрозадвижки у неработающих машин вызывают образование луж у неподвижной опоры и заполнение колеи тележек водой, что может вызвать их буксование. Для исключения потерь воды на протечки у неработающих машин и для поддержания требуемого напора на машинах, расположенных близко к насосной станции, необходимо устанавливать дисковые затворы или ручные задвижки.

Исключение протечек у неработающих машин и обеспечение точной настройки рабочих машин на требуемый расход воды, позволят увеличить число одновременно работающих машин до 11 единиц или повысить напор на входе.

Анализ эксплуатации низконапорных машин «Фрегат» показывает, что имеется возможность за счет правильной последовательности включения требуемых машин (с различным числом тележек) обеспечить одновременное завершение полива и уменьшить время полива орошаемого участка

Начинает полив первая группа – десять дождевальных машин (хоз. № 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 и 14). При весенней поливной норме 300 $м^3$/га и среднем времени работы 15 часов в день машины первой подгруппы (в основном 12-опорные, хоз. № 8, 11, 12, 13 и 14) завершат полив через 4 дня, а вторая подгруппа (в основном 14…16-опорные, хоз. № 9, 10, 11) – через 5 дней.

Продолжает полив вторая группа машин (хоз. № 19, 20, 6, 1 и 2, в основном 15-ти и 16-опорные) с таким же расход воды, как и машины первой группы, которые будут поливать 5 дней. А на следующий день после начала полива второй группы включаются остальные машины (хоз. № 3, 18, 17, 16 и 15), которые завершат, полив через 4 дня.

Общее время одного цикла полива всех двадцати машин с поливной нормой 300 м^3/га составит 9 дней вместо 11 дней по факту в этом году.

При летней поливной норме 400 м^3/га и среднем времени работы 20 часов в день 12-опорные машины завершат полив через 4,5 дня, а 14…16-опорные через 5,5 дня. Общее время цикла полива всех машин будет 10 дней вместо 12 дней по факту в этом году.

Правильная последовательность включения ДМ «Фрегат» обеспечит экономию двух рабочих дней за каждый цикл полива или: 20 час. х 2 дн. = 40 час. х 2,81 тыс. руб./час. = 112,4 тыс. руб. За сезон – 4 полива и экономия затрат будет – 112,4 тыс. руб. х 4 =450 тыс. руб.

Возможная суммарная экономия от внедрения низконапорных машин «Фрегат» и правильного их включения будет порядка 1040 + 450 = 1490 тыс. рублей за поливной сезон.

Выводы. Перевод дождевальных машин в низконапорный режим работы обеспечивает увеличение числа одновременно работающих машин, повышает расход воды насосной станции, снижет потребление электроэнергии на полив, уменьшает напор на выходе насосной станции и динамические нагрузки на трубопровод закрытой оросительной сети, уменьшает время полива орошаемого участка, повышает суточную производительность машин. Всё это обеспечивает поддержание влажности почвы на оптимальном уровне и способствует получению стабильных и высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Суммарная годовая экономия денежных средств только от потребления электроэнергии при четырёх поливах за сезон двадцатью дождевальными машинами составит порядка 1,5 млн. рублей.

Библиографический список

1 Рыжко, Н.Ф. Совершенствование дождеобразующих устройств для многоопорных дождевальных машин /Рыжко Н.Ф. -ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». -Саратов, 2009. -176 с.

2 Рязанцев, А.И. Механизация полива широкозахватными дождевальными машинами кругового действия в сложных условиях / А.И. Рязанцев. -Рязань, 1991. -131 с.

УДК 626.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА РЕГУЛИРУЮЩИХ СООРУЖЕНИЙ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ

Васильев В.В., к.т.н., доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Горки, Республика Беларусь

Ведение сельскохозяйственного производства на больших площадях мелиорированных угодий требует решения ряда вопросов организационно-

го и экономического характера. Опыт показывает, что атмосферные осадки в течение года выпадают неравномерно, в вегетационный период наблюдается дефицит влаги в почве, что снижает урожай сельскохозяйственных культур. Для восполнения дефицита влаги необходима дополнительная подача воды в корнеобитаемый слой методами внутрипочвенного увлажнения или дождевания.

Оптимизация водного режима посевов предусматривает проведение комплекса мероприятий, направленных на обеспечение корневой системы растений необходимым количеством влаги и кислорода, создание благоприятных условий для поглощения элементов минерального питания и формирования необходимого температурного режима в почве и растительном покрове. На совершенных системах эти мероприятия осуществляются путем регулирования уровней грунтовых вод.

Для обеспечения требуемого водно-воздушного режима почв используются регулирующие сооружения, которые обеспечивают поддержание уровней воды в регулирующей сети и уровней грунтовых вод с заданной точностью. Следует отметить, что важно определить необходимое количество регулирующих сооружений устраиваемых на мелиоративной системе, так как при правильном регулировании будет поддерживаться оптимальный водный режим для сельскохозяйственных культур.

При изучении закономерностей определения оптимального количества регулирующих сооружений можно использовать математические методы анализа, в частности двух- и многофакторный регрессионный и дисперсионный анализы, позволяющие рассматривать сложные взаимосвязи факторов в комплексе. При построении экономико-математической модели определения оптимального количества регулирующих сооружений регрессионный анализ всегда должен сопровождаться предварительной оценкой взаимосвязи явлений [1].

Для проведения анализа были взяты данные инвентаризации мелиоративных систем по Брестской области (табл. 1).

Как видно из таблицы 1 по Брестской области, земли осушенные системами двустороннего действия самую большую площадь занимают в Пинском районе 40923 га., самую малую в Ивацевечском 286 га. Самое большое количество регулируемых сооружений наблюдается в Лунинецком районе 854 шт., самое малое, в свою очередь, в Барановичском 182 шт. Площадь, обслуживаемая одним сооружением, имеющая самую большую величину в Пинском районе достигает 107 га. Самая малая площадь, обслуживаемая одним сооружением в Брестском районе 65 га. Из таблицы видно, что среднее значение по площади, обслуживаемой одним сооружением для Брестской области составляет 85,8 га. Среднее значение протяженности открытой сети приходящееся на одно регулирующее сооружение составляет 4,93 км.

Таблица 1 – Данные инвентаризации мелиоративных систем по Брестской области

Районы	Общая площадь осушенных земель, га	Площадь осушенных сельхозземель, га	Площадь земель осушенных открытой сетью, га	Площадь земель осушенных дренажем, га	Площ. земель осуш. сист. двустороннего действия, га	Количество регулир. сооружений, шт.	Протяженность открытой сети, км	Протяженность закрытой осушительной сети, км	Площадь обслуживаемая одним сооружением, га	Протяженность открытой сети на одно регулир. сооружен., км
Ганцевичский	37475	34811	14408	20403	20934,9	485	2288,08	6101	72	4,72
Барановичский	18411	17515	8923	8592	2502	182	1743,8	1245,4	96	9,58
Березовский	37915	36598	9029	27569	16350	429	1918	10359	85	4,47
Брестский	26996	24917	5545	19372	6960	384	1332,5	7096,4	65	3,47
Дрогичинский	59151	55887	23058	32829	16880	577	2877,59	13711,23	97	5,17
Жабинковский	21421	20026	1023	19003	7309	250	832,92	6292,9	80	3,33
Ивановский	55326	50850	35707	15143	19887	562	2524	11233	90	4,49
Ивацевичский	51519	45515	26003	19512	286	558	3146,1	5893,7	82	5,64
Каменецкий	22740	21628	6015	15613	4125,7	261	1260,018	6095,64	83	4,83
Кобринский	69985	66036	28601	37435	22233	664	3799,7	12847,4	99	5,72
Лунинецкий	75999	64750	37610	27140	22233	854	3701,2	6990,2	76	4,33
Ляховичский	24558	22030	5951	16079	7224	243	1289,2	5159	91	5,31
Малоритский	41789	39289	19561	19728	18184	448	2405	6438	88	5,37
Пинский	94648	87516	27741	59775	40923	816	5549,7	7795,19	107	6,8
Пружанский	50046	47368	30339	17029	19982	624	3217,93	5149,76	76	5,16
Столинский	63384	58379	35295	23084	26225	675	3605,4	8076,8	86	5,34
									Fср= 85,8	Lср= 4,93

Для определения оптимального количества регулирующих сооружений на мелиоративной сети было решено построить корреляционную модель. В данную модель включены факторы, которые в совокупном взаимодействии с указанными определяют оптимальное количество регулирующих сооружений:

X_1 – площадь земель осушенных открытой сетью, тыс. га;

X_2 – площадь земель осушенных дренажем, тыс. га;

X_3 – площадь земель осушенных системами двустороннего регулирования, тыс. га;

X_4 – протяженность открытой сети, тыс. км.

Таблица 2 – Факторы определяющие количество сооружений по Брестской области, тыс. га

Районы	X1	X2	X3	X4	Yфакт.	Yрасч.	%отклан
Ганцевичский	14,408	20,403	20,934	2,288	485	432	112
Барановичский	8,923	8,592	2,502	17,438	182	196	93
Березовский	9,029	27,569	16,350	1,918	429	414	104
Брестский	5,545	19,372	6,960	1,332	384	317	121
Дрогичинский	23,058	32,829	16,880	2,877	577	606	95
Жабинковский	1,023	19,003	7,309	0,832	250	224	112
Ивановский	35,707	15,143	19,887	2,524	562	645	87
Ивацевичский	26,003	19,512	0,286	3,146	558	544	103
Каменецкий	6,015	15,613	4,125	1,260	261	297	88
Кобринский	28,601	37,435	22,233	3,799	664	699	95
Лунинецкий	37,610	27,140	22,233	3,701	854	739	116
Ляховичский	5,951	16,079	7,224	1,289	243	301	81
Малоритский	19,561	19,728	18,184	2,405	448	485	92
Пинский	27,741	59,775	40,923	5,549	816	834	97,8
Пружанский	30,339	17,029	19,982	3,217	624	590	106
Столинский	35,295	23,084	26,225	3,605	675	689	98

Совокупное действие изучаемых факторов на количество сооружений для Брестской области, выражается уравнением множественной регрессии:

$$y_x = 131 + 11{,}7\ X_1 + 6{,}38\ X_2 + 0{,}693\ X_3 + 5{,}49\ X_4$$

Коэффициент множественной корреляции равен 0,968, что свидетельствует о достаточно тесной связи между рассматриваемыми показателями и количеством сооружений, которая предопределяется учитываемыми факторами в среднем на 93,7%. Увеличение площади земель осушенных открытой сетью на 1000 га по Брестской области увеличит количество сооружений на 11,7 шт. При увеличении площади земель осушенных дренажем на 1000 га повысится количество регулирующих сооружений на 6,4 шт.

По полученной корреляционной модели определяем расчетное количество регулирующих сооружений на мелиоративной сети. Подставляем в корреляционную модель фактическое значение учитываемых факторов, затем полученное расчетное значение сравниваем с фактическим и определяем процент отклонения. Как видно из таблицы 2 отклонение фактического значения от расчетного составляет до 20%.

Используя данную модель, можно определить оптимальное количество регулирующих сооружений на мелиоративной сети подставив в нее известные фактические значения учитываемых факторов. При этом в зависимости от геологических условий объекта количество сооружений может изменяться в ту или иную сторону.

К мелиоративным системам, обеспечивающим получение высоких и устойчивых урожаев относятся, прежде всего, осушительно-увлажнительные системы, позволяющие наиболее полно управлять водно-воздушным, тепловым и пищевым режимами мелиорируемых земель в соответствии с потребностями возделываемых сельскохозяйственных культур [2].

Осушительно-увлажнительная система состоит из двух частей: осушительной, предназначенной для отвода избыточной воды в весенний период, и увлажнительной – для регулирования и подачи к растениям дополнительной влаги в засушливые периоды года. В нее входят все элементы осушительной системы и, кроме этого, водоисточники, обеспечивающие земли водой при их увлажнении. Конструкция осушительно-увлажнительных систем зависти от выбранного способа и метода увлажнения [3].

При строительстве осушительно-увлажнительных систем, как правило, весь объект разбивается на отдельные прямоугольные участки. Длина такого участка равна длине осушительно-увлажнительного канала L_o, а ширина – расстояние между регуляторами L [4].

Площадь такого участка будет определяться по формуле:

$$F_y = L \cdot L_o,$$

где L – оптимальное расстояние между регуляторами, м.

$$L = (H_1 - h_k + h_c)/i_n,$$

где H_1 – напор перед шлюзом-регулятором при нормальной глубине воды в канале;

h_k – глубина магистрального канала в створе сооружения;

h_c – глубина сбросного канала в нижнем бьефе последующего водоподпорного шлюза;

i_n – средний уклон по бровке магистрального канала.

Количество участков определим по формуле:

$$N_y = F_{об} / (L_o \cdot L),$$

где $F_{об}$ – площадь объекта, га;

L_o – длина осушительно-увлажнительного канала, которая должна быть не больше оптимального расстояния между регуляторами, м.

Количество регуляторов на увлажнительном канале определяется по формуле:

$$N_p = L_{ук} / L.$$

Оптимальное количество регуляторов можно определить по формуле [5]:

$$N = N_р + N_к + N_у,$$

где $N_к$ – количество коллекторов-увлажнителей.

Отсюда после простых преобразований приходим к формуле:

$$N = L_{ук}/(H_1-h_k+h_c)/i_n + F_{об}/ L_{ос}\cdot L + N_к.$$

Применение предложенной формулы позволит определить оптимальное количество регулирующих сооружений на осушительно-увлажнительных системах и в результате снизить строительную стоимость, сроки строительства, трудоемкость строительства и эксплуатационные расходы.

Библиографический список

1. Бусел, И.П. Повышение продуктивности мелиорированных земель / И.П. Бусел. – Минск: Ураджай, 1983.
2. Константинов, С.А. Факторы и резервы повышения эффективности сельского хозяйства в Беларуси / С.А. Константинов. -Минск, 2003. -199с.
3. Проектирование устройств для оперативного контроля водного режима на осушительно-увлажнительных системах: рекомендации. -Мн.: РУП «Институт мелиорации», 2008. – 20с.
4. Маслов, Б.С. Осушительно-увлажнительные системы /Б.С. Маслов. -М.: Колос, 1981. -280 с.
5. Мелиорация и водное хозяйство. 3. Осушение: Справочник /Под ред. Б.С. Маслова. -М.: Агропромиздат. 1985. – 447с.

УДК 631.347.3

СТРУКТУРА ИСКУССТВЕННОГО ДОЖДЯ, СОЗДАВАЕМОГО ДОЖДЕВАЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ IRRILAND RAPTOR

Вчерашний Е.А., ассистент

БГСХА «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» г. Горки, Беларусь

Введение. Тепловые ресурсы и влагообеспеченность Беларуси в целом благоприятны для возделывания большинства сельскохозяйственных культур.

Среднегодовая сумма осадков в центре и северо-западе страны составляет 600-650 мм, а в отдельных районах повышается до 700 мм. На крайнем западе, юго-западе и юге выпадает наименьшее для Беларуси количество осадков – 500-550 мм. Однако распределение осадков за период вегетации сельскохозяйственных культур неравномерно, что затрудняет получение высоких урожаев [1].

Восполнить недостаток почвенной влаги в засушливые периоды и тем самым обеспечить гарантированный урожай, возможно путем применения орошения. Основным и наиболее популярным способом орошения

сельскохозяйственных культур в зоне неустойчивого увлажнения является дождевание.

В последнее время для создания искусственного дождя на территории Республики Беларусь применяются барабанно-шланговые дождевальные установки как отечественного, так и импортного производства.

Дождевальная установка IRRILAND RAPTOR производится в Италии и относится к установкам барабанного типа. Дождеватель имеет консольную конструкцию, на которой установлены щелевые дождевальные насадки. Технические характеристики приведены в табл.1.

Таблица 1 – Технические характеристики ДУ IRRILAND RAPTOR

Марка машины	Расход воды, л/с	Напор на гидранте, МПа	Количество дождевателей	Площадь полива на одной позиции, га	Масса без воды, кг:	Страна производитель
Irriland raptor	6,82-11,38	3,0-5,0	1 (консольный)	2,1	2845	Италия

Применимость дождевальной техники в сельскохозяйственном производстве ограничивается показателями качества создаваемого ими искусственного дождя. Важными показателем качества дождя являются: диаметр капель, скорость их падения; количество капельной воды в дождевой массе и величина давления дождя на почву и растения. Данные показатели оказывают влияние на допустимую интенсивность, повреждаемость растений и разрушение почвенных агрегатов в процессе полива [2].

Изучение структуры дождя для данной установки в условиях Беларуси не проводилась, что делает изучение данного вопроса актуальным.

Методы исследований

Определение диаметра капель создаваемых установкой производилось экспериментально путем улавливанием капель на предварительно протарированную фильтровальную бумагу. Способ заключается в следующем. Фильтровальную бумагу слегка подкрашивают черлильным порошком с одной стороны. После кусок бумаги помещаю в зону действия дождевальной установки. В процессе дождевания необходимо следить, что бы на бумагу попало три-пять капель, после чего бумагу закрывают и удаляют из зоны работы установки. Диаметр капли зависит от диаметра отпечатка и определяется по предварительно построенному графику [3].

Величина давления капель на почву и количество капельной воды в дождевой массе определялась расчетным путем.

Результаты исследований

Диаметр капель при дождевании является важным показателем, поскольку падающие капли создают давление на почву и на растения. Чем больше диаметр капли, тем больше сила давления ее на почву и растения. Рекомендуемое значение диаметра капель при дождевании, согласно исследований А.Н. Костякова, составляет 1-2 мм. Определение диаметра ка-

пель проводилось путем улавливания капель на предварительно протарированную фильтровальную бумагу. Диаметр капель измерялся в различных точках вдоль дождевателя, а также на разном удалении от дождевателя параллельно направлению движения установки. В результате проведенных замеров получены значения диаметров капель на различном расстоянии от дождевателя при постоянном напоре. Полученные данные о диаметре капель создаваемых установкой приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Диаметр капель в зависимости от удаления от дождевателя

№ п.п.	Расстояние от дождевателя, м	Диаметр капли, мм
1	1	0,5
2	2	0,75
3	3	1,02
4	4	1,5
5	4,5	2,0

Из полученных данных видно, что размеры капель получаются различными, и распределяются они следующим образом: так на малом расстоянии от дождевателя падают самые мелкие капли, при удалении от дождевателя их размер постепенно увеличивается. Максимальное значение диаметра капель создаваемых щелевыми насадками дождевателя составляет 2,0 мм на расстоянии 4,5 от дождевателя. Среднее значение диаметра капель составляет 1,18 мм.

Скорость падения капель создаваемых установкой можно определить по формуле, предложенной в работе [4]

$$v = 1{,}15\sqrt{\frac{\rho_2 \cdot g \cdot d}{\rho_1 \cdot C_v}}$$

где, ρ_2 – плотность воды, кг/м^3, g – ускорение свободного падения м/с^2, d – диаметр капли м, ρ_1 – плотность воздуха кг/м^3, C_v – коэффициент аэродинамического сопротивления.

При среднем размере капель 0,5 мм скорость их падения составит:

$$v = 1{,}15\sqrt{\frac{1000 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}0005}{1{,}205 \cdot 0{,}5}} = 2{,}85 \text{ м/с}$$

Расчет скорости падения капель другого диаметра выполнен аналогично и приведен в табл. 3.

Таблица 3 – Скорость падения капель

№ п/п	Диаметр капли, мм	Скорость падения капли, м/с	Среднее значение, м/с
1	0,5	2,85	4,42
2	0,75	3,50	
3	1,02	4,07	
4	1,5	4,94	
5	2,1	6,72	

Количество капельной воды в дождевой массе можно определить по формуле представляет собой основной закон дождевания сформулированный Б.М. Лебедевыв [3]. Она связывает основные параметры искусственного дождя: объем дождевой массы; объем воды, заключенный в данной массе; интенсивность дождя и скорость падения капель. Формула имеет вид

$$V_в = \frac{V \cdot \rho}{60v}$$

где, $V_в$ – объем воды в дождевой массе м^3, V – единичный объем м^3, ρ – интенсивность искусственного дождя мм/мин, v – скорость падения капель м/с.

Количество капельной воды в дождевой массе при средней скорости падения капель 4,42 м/с составит

$$V_в = \frac{1 \cdot 0{,}0025}{60 \cdot 4{,}42} = 0{,}0000094 \text{ м}^3 \text{ или } 9{,}4 \text{ см}^3$$

Давление дождя создаваемого дождевальной установкой IRRILAND RAPTOR на почву и растения в процессе полива сельскохозяйственных культур можно определить по формуле [3]

$$P = \frac{1}{60}\rho\frac{\gamma}{g}v$$

где, ρ – интенсивность искусственного дождя мм/мин, γ – плотность воды, кгс/м^3, g – ускорение свободного падения м/с^2, v – скорость падения капель м/с.

Средняя величина давления искусственного дождя на почву составит

$$P = \frac{1}{60}2{,}5\frac{1}{9{,}8}4{,}42 = 0{,}02\frac{\text{кгс}}{\text{м}^2} = 0{,}2\ \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Для сравнения у дождевальной машины ДДА-100 МА, оборудованной короткоструйными дефлекторными насадками, при в высоте консоли 1,3 метра давление на почву составляет 0,03 кгс/м^2 [3].

Заключение. Для достижения оптимального развития сельскохозяйственных культур на орошаемых землях требуется соблюдения определенных критериев структуры искусственного дождя. Определенные опытным путем параметры искусственного дождя (диаметр капель, скорость падения, количество воды в дождевой массе и величина давления дождя на почву) для барабанно-шланговой дождевальной установки IRRILAND RAPTOR не превышают нормативных, что говорит о проведении качественного полива.

Библиографический список
1. Климат Беларуси / Под ред. В.Ф. Логинова.– Минск: Институт геологических наук НАН Беларуси, 1996.–234с.
2. Дементьев, В.Г. Орошение: учеб. пособ. для вузов / В.Г. Дементьев. – М.: Колос, 1979. – 303 с.
3. Лебедев Б.М. Дождевальные машины. Изд. 2-е / Б.М. Лебедев. -М. «Машиностроение», 1977. – 277 с.
4. Фокин, Б.Ф. Современные проблемы применения многоопорных дождевальных машин / Б.Ф. Фокин, А.К. Носов. – Пятигорск: 2011. – 80 с.

УДК 631.417

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГУМУСНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

И.Н. Барановский, д.с.-х.н., профессор
ФГБОУВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия

За последние годы в Нечерноземной зоне РФ произошло резкое сокращение площади эксплуатируемых мелиорируемых земель. Это в полной мере коснулось и земледелия Тверской области. К сожалению, значительные площади мелиорированных земель не только не используются для производства сельскохозяйственной продукции, но ко всему они интенсивно зарастают древесно-кустарниковой растительностью [3]. Такой подход к использованию земель, в которые вложены весьма значительные капитальные затраты, в настоящее время в связи с решением вопросов по импортозамещению не допустим. В то же время следует отметить, что на значительных площадях заложенные ранее осушительные системы уже не действуют, либо работают очень слабо, не обеспечивая поддержание в почве необходимого водно-воздушного режимов.

На реконструкцию ранее заложенных осушительных систем в настоящее время рассчитывать не приходится, ввиду финансовых затруднений. Одновременно требуется заметно наращивать объем производства сельскохозяйственной продукции, в том числе получаемой в земледелии. В значительной степени достичь весьма существенного увеличения продуктивности эксплуатируемых почв можно посредством проведения гумусных мелиораций. Под ними мы подразумеваем увеличение содержание в почве органического вещества и его основного компонента – гумуса [1]. В результате в почве улучшаются многие агрохимические показатели, что способствует росту урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур.

Объекты и методы. Мы исследовали эффективность гумусных мелиораций на дерново-подзолистых почвах Оршин женского монастыря, находящегося на правом берегу реки Орша при ее впадении в р. Волга. Монастырь основан в 15 веке, изначально был мужским, а с 1903 года преобразован в женский. Существовал до 2019 года, когда был закрыт. До этого ему принадлежало 353 десятин земли (385 га). Повторное открытие мона-

стыря состоялось в 1992 году, а вскоре ему 85,7 га земель. На данный момент их структура выглядит следующим образом: 5 га пашня, 15 га пастбища, 65 га сенокосы и 0,7 га овощной участок. Последние 40 лет указанные земли почвенно-агрохимическому обследованию не подвергались, уровень плодородия их был весьма низким, что и обусловливало получение невысоких урожаев, прежде всего овощных культур, в продукции которых монастырь нуждался. Урожайность овощей открытого грунта составляла 150-200 ц/га.

Для повышения продуктивности эксплуатируемых почв были проведены гумусные мелиорации за счет внесения в почву повышенных доз органических удобрений в виде навоза. Поскольку на всю площадь его оказалось недостаточно, то начали с овощного участка. В результате за 15 лет применения навоза, почва коренным образом изменилась. Ниже приводим описание почвенного разреза 1 на овощном участке и агрохимическую характеристику отдельных почвенных горизонтов.

$А_{пах}$ 0-25 см – темно-серого цвета, супесчаный, рыхлый, слабо комковатой структуры, сложение рыхлое. Переход в следующий горизонт постепенный.

$А_2В$ 25-50 см – переходный горизонт от подзолистого к иллювиальному, супесчаный. Неоднородно окрашен, желто-бурый с белесыми пятнами, уплотнен. Структура выражена слабо. Переход в следующий горизонт постепенный.

В 50-110 см – иллювиальный горизонт, желто-бурого цвета, супесчаный. Структура призматическая, слабо выражена. Постепенный переход в породу.

С 110 и ниже – материнская порода представлена моренным суглинком.

Название почвы: дерново-среднеподзолистая супесчаная на моренном суглинке.

Агрохимическая характеристика перегнойного горизонта свидетельствует (табл.1), что с учетом легкого гранулометрического состава, почва содержит высокое количество органического вещества (4,20%) и подвижного фосфора (370 мг/кг), что связано с постоянным внесением на поле навоза. Гораздо меньшее содержание калия вызвано легким гранулометрическим составом почвы, а нейтральная реакция ее обусловлена поступлением обменных оснований совместно с навозом. Для сравнения, агрохимические показатели почв близлежащих коллективных хозяйств гораздо ниже. Количество гумуса в них составляет 1,70-1,85%, содержание подвижных форм фосфора и калия, соответственно 130- и 98 мг/кг почвы, сумма обменных оснований в перегнойном слое почвы 5-7 мг-экв/100 г почвы.

Следует отметить, что внесение в почву навоза позволило улучшить не только агрохимические свойства почвы по основным показателям, но и повысить уровень обеспеченности макроэлементами.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой почвы, разрез №1

Горизонт и глубина, см	$pH_{сол}$	Гумус, %	Мг-экв/100 г почвы		V, %	Подвижные формы, мг/кг почвы	
			Ca+Mg	$H_г$		$P_2 0_5$	$K_2 0$
$A_{пах,}$ 0-10	6,1	4,10	10,67	1,95	84,5	370	190
$A_{пах,}$ 12-24	6,2	4,30	6,44	1,10	85,4	378	198
A_2B, 30-40	5,2	0,31	4,23	1,85	69,5	27,6	48,03
B, 60-70	4,50	0,08	11,1	2,50	81,4	28,8	22,0
B, 90-100	6,5	не опр.	15,2	1,50	91,0	27,6	21,8

Лишь содержание подвижной серы оказалось низким, по другим элементам обеспеченность высокая, либо очень высокая (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание микроэлементов в перегнойном слое почвы разреза №2

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Содержание	Обеспеченность
1	Подвижная сера	мг/кг	5,70	низная
2	Подвижный бор	мг/кг	1,83	высокая
3	Подвижный марганец	мг/кг	85	высокая
4	Подвижная медь	мг/кг	4,00	высокая
5	Подвижный цинк	мг/кг	9,13	очень высокая

Игуменья монастыря обратилась на кафедру агрохимии, почвоведения и агроэкологии Тверской ГСХА провести на описанном овощном участке необходимые исследовательские работы, позволяющие повысить урожайность овощных культур открытого грунта, как минимум в два раза, по сравнению с той, которую они имели до этого.

Расчетные проработки показали, что на участке, с учетом лимитирующего фактора по калию, урожайность применительно к столовой моркови может быть в пределах 285-300 ц/га. Для получения более высокой урожайности, необходимо было внесение минеральных удобрений. Поэтому, перед посевом на весь участок внесли минеральные удобрения в виде диаммофоски из расчета $N_{66}P_{171}K_{171}$, с последующей заделкой культиватором. Это позволяло иметь урожайность даже по лимитирующему элементу (кАлию) не ниже 522 ц/га, а по азоту и фосфору, соответственно 827 и 788 ц/га.

Наряду с минеральными удобрениями на опыте изучали эффективность комплексонатов. Комплексоны – полидентатные хелатообразующие лиганды, их часто называют хелатами (греческое слово для обозначения циклических структур), а комплексы металлов с ними – хелатами - комплаксонатами[2]. В наших исследованиях были использованы комплексонаты ЭДДЯК – этилендиаминдиянтарной кислоты совместно с микроэлементами цинка и бора (Zn-ЭДДЯК; B-ЭДДЯК), синтезированные на кафедре доцентом Т. И. Смирновой.

Схема опыта включала варианты:

1-й вариант – контроль, без удобрений; 2-й вариант – $N_{66}P_{171}K_{171}$ (фон); 3-й вариант – фон+обработка по вегетирующим растениям в фазу полного формирования листьев (30 дней после появления всходов). Полная доза комплексонатов; 4-й вариант – фон+обработка в ту же фазу, что и в варианте 3, доза внесения комплексоната – 0,5 нормы; 5-й вариант – фон + обработка в ту же фазу, что и в варианте 3, доза внесения комплексоната – 0,5 нормы + 0,5 нормы спустя 2 недели (15 дней).

Площадь каждой опытной делянки 9 $м^2$, повторность четырехкратная. Размещение вариантов рендомизированное. Общая площадь опыта составляла 144 $м^2$. Провели две закладки опыта, в 2014 и 2015 гг. Для посева использовали семена столовой моркови гибрид «БелградоF1» фирмы Бейо (Голландия), обработанные тирамом, что исключает их замачивание, которое эффективнее опудривания. Посев рядковый. Схема посева: 0,35м х 0,02м. Площадь питания (7$см^2$) была максимально приближена к производственным условиям посева столовых корнеплодов в ЗАО «Калининское». Норма высева – 1,1 млн. шт/га, глубина заделки семян в почву -2 см.

В процессе проведения опыта ставилась цель исследовать эффективность использования комплесоната на посевы столовой моркови, чтобы в последующем разработать порошкообразный комплекс, например такой: ЭДДЯК + фунгицид и/или инсектицид + прилипатель и покрывать им чистые семена российской селекции.

Всходы появились в 2014 году на 15-й, а в 2015 году на 12-й день после посева. В фазе двух настоящих листьев проводили первое прореживание, повторное выполняли перед обработкой комплексонатами (30 дней после появления всходов). Густота стояния растений – 10-12 шт. на 1м.п.

Результаты и обсуждение.

Полученная на опыте урожайность свидетельствует (табл. 3), что имели место весьма значительные колебания по годам исследования.

Таблица 3 – Урожайности столовой моркови от удобрений и комплексонатовпо годам исследований

Вариант опыта	Урожайность, ц/га		В среднем за 2 года	Прибавка к контролю в среднем за 2 года	
	2014 г.	2015 г.		ц/га	%
1. Контроль, без удобрений	280	470	375	-	-
2. $N_{66}P_{171}K_{171}$ (фон)	340	800	610	235	63
3. Фон+полная доза комплексонатов	400	936	668	293	78
4. Фон+комплексонат 0,5 нормы	412	906	659	284	75
5. Фон+комплексонат два раза по 0,5 нормы	440	980	710	335	89
Среднее значение	374	834	604	286	76
$НСР_{0,05}$ ц/га	48	54	-	-	-

На всех вариантах урожайность корнеплодов в 2014 году оказалась ниже, по сравнению с показателями 2015г. На контроле это составило 40%, а на удобренных вариантах 50-60%. Главной причиной этого оказалась очень низкая влажность почвы, когда в первой половине вегетационного периода выпало мало осадков. Так, в мае месяце в две декады количество осадков составляло от 20% до 50% от нормы, а в июне от 30% до 60%. Одновременно среднедекадная температура в мае месяце оказалась на 5-6^0С выше нормы. С учетом легкого гранулометрического состава почвы и глубокого залегания водоудерживающего суглинистого горизонта (110см), растения на первом этапе своего роста и развития испытывали острый недостаток влаги. В 2015г. увлажнение почвы было гораздо лучшим, ко всему использовали искусственный полив. Это соответствующим образом отразилось и на урожайности корнеплодов, на удобренных вариантах она достигла 800-980ц/га, что оказалось выше той урожайности, которую получали в монастыре без использования минеральных удобрений в 4 раза.

Если рассматривать в отдельности действие обогащения почвы опытного участка гумусом, то на этом фоне средняя урожайность за два года в 375ц/га может быть признана достаточно хорошей. Однако, внесение минеральных удобрений позволяет повысить урожайность, как минимум на 60%, а совместно с комплексонатами на 75-89%.

Нами рассчитано непосредственное повышение урожайности корнеплодов столовой моркови в отдельности от удобрений и комплексонатов. От удобрений прибавка урожая составила 66-68,5%, а от комплексонатов 8-16,3%. При этом, более эффективным оказалось использование комплексонатов в два приема, по 0,5 нормы каждый раз.

Ценность столовой моркови, как продовольственной культуры состоит не только в том, что с ней организм человека потребляет большое количество необходимых ему калорий, а в насыщении организма каротином и витаминами. Корнеплоды являются богатым источником необходимых для организма минеральных солей, содержащих 200-282 мг калия, 35-50 – кальция, 40 – марганца, 21 – магния, 45 – натрия, 31-50 – фосфора, 0,7 –железа, 3,8 мг йода. Суточная потребность взрослого человека в нем составляет 1,5-2,5 мг.

Кроме каротина, в моркови содержится другие витамины, мг/100гр: Е-2,6, К-0,08, В-0,07-0,18, B_2 – 0,02-0,06, РР – 0,81-1,47, пантотеновая кислота – 0,27-0,37, В6 – 0,07-0,14, С – 5-20. Характерный ее вкус и запах обусловлены наличием эфирного масла (10-14 мг), что способствует лучшему усвоению пищи. Среднее количество калорий, получаемое организмом при употреблении 100 г моркови, - 33 ккал (кДж).

Мы исследовали содержание в корнеплодах каротина и витамина С. (табл. 4). Как оказалось, на фоне одних минеральных удобрений возрастание количества указанных продуктов в корнеплодах произошло незначительное, гораздо заметнее это выглядит при использовании комплексона-

тов. Применительно к каротину его содержание в продукции где посевы обработали комплексонатами увеличилось на 0,6-3,1 мг/100 г, а по витамину С на 0,4-1,6 мг/100 г.

Таблица 4 – Влияние удобрений и комплексонатов на накопление в корнеплодах столовой моркови каротина и витамина С, мг/100 г

Вариант опыта	Каротин			Витамин С		
	2014	2015	в среднем за 2 года	2014	2015	в среднем за 2 года
1	4,2	4,2	4,2	3,9	4,1	4,0
2	4,4	4,3	4,3	4,1	4,4	4,2
3	5,4	4,2	4,8	5,1	6,1	5,6
4	7,8	6,8	7,3	5,7	5,3	5,5
5	6,8	6,0	6,4	4,8	4,5	4,6
Среднее значение по вариантам	5,7	5,1	5,4	4,7	4,9	4,8

Наибольшее количество каротина отмечено на варианте, где посевы обрабатывались половинной нормой препарата. Что касается витамина С, то в среднем за два года больше всего его было в корнеплодах варианта, обработанного полной нормой препарата комплексоната.

На фоне одинаковых норм внесенных удобрений на всех вариантах опыта, окупаемость одного кг NPKд.в. оказалась разной. Наиболее высокой она отмечена (49,2кг корнеплодов от 1кг NPK) на варианте, где растения в фазу 3-х настоящих листьев обрабатывались два раза по 0,5 нормы используемого препарата. Чуть ниже при полной норме обработке ботвы моркови (49,1кг) и меньше всего на варианте без комплексонатов, окупаемость составила 36,4кг корнеплодов от 1кг NPK. Эти показатели свидетельствуют, что комплексонаты способствуют формированию более высокой урожайности корнеплодов столовой моркови и одновременно повышают окупаемость используемых удобрений полученной прибавкой урожая. Если соотнести окупаемость питательных элементов полученных в нашем опыте с нормативной, то она оказалась примерно в полтора раза выше, применительно к дерново-подзолистым почвам Нечерноземной зоны РФ.

Заключение. Таким образом, наши исследования свидетельствуют, что в современных условиях, когда ставится задача получения необходимой продукции земледелия, то резко повысить урожайность даже таких требовательных к уровню плодородия культур, как овощные, можно посредством проведения гумусных мелиораций. С учетом произошедшего сокращения посевных площадей в Нечерноземной зоне, важно выявить те участки, которые в наибольшей степени подходят для их окультуривания. Это может быть географическое расположение по отношению к рынкам сбыта продукции, существующий уровень плодородия, логистика, климатические особенности и другие факторы. После этого на основе агрохимической оценки почв определить, какие из мелиоративных мероприятий

наиболее целесообразно использовать, чтобы, в конечном счете, это позволило получить расчетный выход продукции, а сами мероприятия оказались возможными для осуществления и наименее затратными.

Применительно к хозяйствам, в которых накапливается большое количество навоза, преимущественно животноводческой направленности, это вполне могут быть и гумусные мелиорации. Они позволяют весьма заметно повысить уровень плодородия дерново-подзолистых почв, даже легкого гранулометрического состава, резко увеличить их продуктивность, а в совокупности с минеральными удобрениями и комплексонатами, урожаи могут быть на уровне лучших хозяйств РФ, а также развитых стран Западной Европы.

Библиографический список

1. Попов А. А., Валге А. М. Технологии и технические средства производства столовой моркови и свеклы на Северо-Западе Российской Федерации.-СПб.: СЗНИИМЭСХ, 2007.-89 с.
2. Горелов И.П., Никольский В.М., Мухометзянов А.Г., Абрамовская Н.Н., Рясенский С.С, Мясникова О.Е., Пугаев А.В., Майорова Л.А. Комплексоны, производные дикарбоновых кислот/ Химия в сельском хозяйстве.- 1987, № 1.-С.34-39.
3. Барановский И.Н. Жидкие органические удобрения и их эффективность на дерново-подзолистых почвах: монография. –Тверь, Тверская ГСХА, 2015.-229 с.

УДК 551.506:551.508

УЧЁТ ЛЕТНИХ ОСАДКОВ В ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ

Зинковский В.Н., к.с.-х.н., **Зинковская Т.С.,** к.с.-х.н.,
Сорокина В.А., Шахпаронян Л.А.

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

В ряде публикаций посвящённых исследованиям по возделыванию сельскохозяйственных культур в природных условиях конкретных хозяйств или объектов, приводятся данные анализа, обработки и увязки с результатами, полученными в собственных опытах, метеоданных, взятых с ближайшей метеостанции, находящейся на расстоянии до десятков километров от места проведения эксперимента.

При этом не учитывается, что количество летних осадков на расстоянии нескольких километров в большинстве случаев существенно различается [1]. Поэтому в методических рекомендациях [2] под редакцией академика ВАСХНИЛ Зыкова Ю.Д. (ВНИИМЗ), указывалось, что если опытный участок находится на расстоянии более 2 км от метеорологической площадки, наблюдения за количеством выпавших осадков надо проводить непосредственно на опытном участке

На большую пестроту в распределении летних осадков 50 лет назад обращал внимание Институт экспериментальной метеорологии, который на полигоне площадью 60 км^2 (Калужская область) на 180 пунктах в течение 5 лет проводил измерения количества осадков (табл. 1).

Таблица 1 – Летние суммы осадков на полигоне [3]

Годы наблюдений	Сумма осадков за лето, мм		Разность	
	максимальная	минимальная	мм	%
1965	335	200	135	40,3
1966	350	150	200	57,1
1967	210	105	105	50,0
1968	275	160	115	41,8
1969	240	145	95	39,6
Среднее	282	152	130	46,1

На основании этого эксперимента для правильного суждения об увлажнении сельскохозяйственных полей был сделан вывод, что совершенно необходимо измерять летние осадки в каждом хозяйстве. В те годы такие измерения не представляли труда для работников земледелия, так как регулярно выпускались методические пособия по организации агрометеорологических наблюдений в сельскохозяйственных предприятиях.

Ещё в 1962 году появилось 3-е издание «Руководства для агрометеорологических постов колхозов и совхозов», в котором излагались программа и методика агрометеорологических наблюдений [4] для дежурных агрометеорологических постов, а также агрономов хозяйств.

В Руководстве также обращалось внимание, что для правильного учета увлажнения полей, в связи с большой неравномерностью распределения дождя в летний период, необходимо вести замеры осадков на основных полях севооборота по полевому дождемеру.

На рисунке 1 в качестве примера показана разница в количестве выпадения летних осадков в 2013 г. по данным м/с Тверь и нашим замерам.

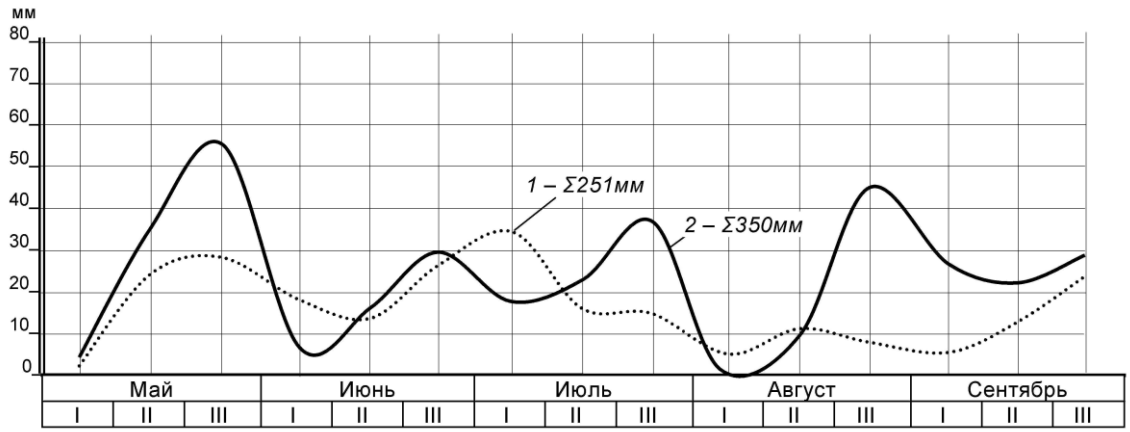


Рис. 1. Подекадная динамика осадков в 2013 году
1 – метеостанция Тверь; 2 – замеры ВНИИМЗ

Сравнение количества выпавших осадков по данным ближайшей метеостанции и замерам на конкретном опыте приведено в таблице 2.

Из данных таблицы 2 видно, что из трёх лет исследований только в 2012 году сумма выпавших за вегетацию осадков на сравниваемых объектах была близкой. В 2011 году на опытном поле выпало на 82 мм (21,2%) меньше, а в 2013 году – на 99 мм (39,4%) больше, чем на метеостанции.

Таблица 2 – Разница в количестве выпавших осадков по данным метеостанции и замерам на полевом опыте ВНИИМЗ

Месяц	Декада	Осадки, мм								
		2011 год			2012 год			2013 год		
		м/с Тверь	на опыте	±	м/с Тверь	на опыте	±	м/с Тверь	на опыте	±
Май	I	16	16	0	24	16	- 8	1	3	+ 2
	II	5	5	0	22	25	+ 3	25	36	+ 11
	III	16	7	- 9	29	25	- 4	29	56	+ 27
	месяц	**37**	**28**	**- 9**	**75**	**66**	**- 9**	**55**	**95**	**+ 40**
Июнь	I	1	9	+ 8	61	45	- 16	19	7	- 12
	II	25	23	- 2	41	70	+ 29	14	17	+ 3
	III	121	77	- 44	27	25	- 2	27	30	+ 3
	месяц	**147**	**109**	**- 38**	**129**	**140**	**+ 11**	**60**	**54**	**- 6**
Июль	I	43	33	- 10	22	52	+ 30	35	18	- 17
	II	14	19	+ 5	73	60	- 13	17	23	+ 6
	III	1	6	+ 5	7	10	+ 3	16	37	+ 21
	месяц	**58**	**58**	**0**	**102**	**122**	**+ 20**	**68**	**78**	**+ 10**
Август	I	21	18	- 3	7	16	+ 9	5	0	- 5
	II	40	13	- 27	43	48	+ 5	11	10	- 1
	III	14	32	+ 18	41	50	+ 9	9	45	+ 36
	месяц	**75**	**63**	**- 12**	**91**	**114**	**+ 23**	**25**	**55**	**+ 30**
Сентябрь	I	30	3	- 27	24	25	+ 1	6	27	+ 21
	II	31	44	+ 13	0	0	0	13	22	+ 9
	III	9	0	- 9	100	69	- 31	24	29	+ 5
	месяц	**70**	**47**	**- 23**	**124**	**94**	**- 30**	**43**	**78**	**+ 35**
Период V-IX		**387**	**305**	**- 82**	**521**	**536**	**+ 15**	**251**	**350**	**+ 99**

Разница в количестве выпавших осадков, прежде всего, сказывается на сопутствующих расчётах для характеристики объекта по теплообеспеченности (засушливости), в которых в качестве комплексного показателя режима увлажнения рассчитывается гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК) Г.Т. Селянинова.

Для классификации уровней тепло- и влагообеспеченности нами были использованы градации ГТК, представленные в таблице 3 [5].

Таблица 3 – Шкала классификации уровней влагообеспеченности по значениям ГТК

ГТК	Характеристика влагообеспеченности	ГТК	Характеристика влагообеспеченности
< 0,2	Очень сильная засуха	0,76-1,0	Недостаточная
0,21-0,39	Сильная засуха	1,1-1,4	Оптимальная
0,4-0,6	Средняя засуха	1,41-1,5	Повышенная
0,61-0,75	Слабая засуха	>1,5	Избыточная

Насколько меняется ГТК и характеристика влагообеспеченности объекта в зависимости от количества учитываемых осадков, видно из фрагмента, приведённого в таблице 4.

Таблица 4 – Пример изменения влагообеспеченности опытного участка при разном учёте осадков

Год, месяц	Декада	Осадки, мм		ГТК и характеристика влагообеспеченности	
		м/с Тверь	на опыте	м/с Тверь	на опыте
2011 год Август	I	21	18	1,17 - оптимальная	1,00 - недостаточная
	II	40	13	2,12 - избыточная	0,69 - слабая засуха
	III	14	32	0,78 - недостаточная	1,79 - избыточная
	За месяц	**75**	**63**	**1,37** - оптимальная	**1,15**- оптимальная

Аналогичные изменения присущи всем месяцам трёхлетних наблюдений. Если рассматривать в целом период с мая по сентябрь (таблица 2), то по нашим замерам влагообеспеченность полевого опыта в 2011 году характеризуется как оптимальная (ГТК=1,21), а при использовании данных метеостанции Тверь – как избыточная (ГТК=1,52). В итоге проведённых сравнений можно сделать вывод, что при использовании данных метеостанций, находящихся на значительном отдалении от полевых опытов, коэффициенты засушливости с характеристиками влагообеспеченности являются неверными.

Для получения достоверных результатов по срокам выпадения и количеству осадков, а также по сопутствующим показателям, учитывающим осадки (ГТК, эвапотранспирация, коэффициенты водопотребления и др.), необходимо наладить элементарные замеры дождевой воды в период вегетации возделываемых культур на собственных опытах. Для этого пригодны полевые дождемеры различных конструкций (рисунок 2), допускающие небольшую погрешность в измерении слоя летних осадков, но успешно заменяющие непригодные для условий конкретного опыта данные, взятые с отдалённых метеостанций.

Рис. 2. Полевые осадкомеры

Конструкции: а) Давитая, б) Хеллманна, в) Штыревой, г) Стакан со шкалой

В мелиоративной практике применяются наземные осадкомеры, из которых осадки меньше выдуваются ветром [2].

Подобно конструкции *г* на рисунке 2, для замера жидких осадков лучше использовать стакан прямоугольной формы с вертикально прикле-

енной миллиметровой шкалой, оклеенной липкой лентой или покрытой тонким слоем парафина. Воронки ставятся для уменьшения испарения воды, но они увеличивают диаметр приёмной площади и замеренные по шкале миллиметры слоя дождя требуют соответствующего перерасчёта.

Библиографический список

1. Овчаров Е.Е., Захаровская Н.Н. Гидрология и гидрометрия -Л.: Гидрометеоиздат, 1986. -312 с.
2. Чирков Ю.И. Основы агрометеорологии. -Л.: Гидрометеоиздат, 1982. -312 с.
3. Проведение научных исследований на мелиорированных землях избыточно увлажнённой части СССР (методические рекомендации под ред. академика ВАСХНИЛ Зыкова Ю.Д.) – Москва-Калинин-Старица, 1984. – 164 с.
4. Руководство для агрометеорологических постов колхозов и совхозов – Л.: Гидрометеоиздат, 1962. – 130 с.
5. Барашкова Н.К., Кужевская И.В., Поляков Д.В.. Экстремальный режим погоды летом 2012 г. на территории Томской области как отражение современных глобальных климатических тенденций. Вестник Томского ГУ, 2013. № 372. С. 173–179.

УДК 631.425:914/919 (517.3)

ГЕОРАДАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВОГРУНТОВ ЕРГЕНЕЙ

Рулев А.С.[1], д.с.-х.н., чл.-корр. РАН, **Солодовников Д.А.[2],** к.г.н., доцент, **Шинкаренко С.С.[1],** к.с.-х.н., **Рулев Г.А.[1],** к.с.-х.н.

[1]ФГБНУ «ФНЦ агроэкологии РАН», г. Волгоград, Россия

[2]ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет»

Опыты последних лет показали, что для режимных наблюдений и эколого-лесомелиоративного мониторинга земель весьма перспективно использование георадиолокационного метода, основанного на измерении отраженных электромагнитных импульсов в слоях почвы с различной диэлектрической проницаемостью.

Производительность георадаров весьма высока и позволяет осуществлять зондирование в режиме реального времени до глубины 12-15 метров и более; время измерения отраженных волн в одной точке для георадара дискретного сканирования, когда замеры проводятся в каждой отдельной точке (шаге) профиля, порядка 2-5 секунд независимо от глубины зондирования. Для георадаров непрерывного сканирования, когда прибор в процессе измерения волочится по земле, время замера не имеет значения. Программа интерпретации позволяет представить данные в профиле, плоскости и в 3D-измерении. Объемное изображение данных зондирования зоны аэрации позволяет получать плановые срезы на различных глубинах, что существенно повышает ценность материалов георадарного зондирования.

Георадиолокационное обследование выполняется методом профильного зондирования с помощью георадара «Око-2», экранированной антенной 420 МГц.

Принцип действия аппаратуры подповерхностного радиолокацион-

ного зондирования (в общепринятой терминологии – георадара) основан на излучении сверхширокополосных импульсов метрового и дециметрового диапазона электромагнитных волн и приеме сигналов, отраженных от границ раздела слоев зондированной среды, имеющих различные электрофизические свойства. Такими границами раздела в исследуемых средах являются, например, контакт между сухими и влагонасыщенными грунтами – уровень грунтовых вод, контакты между породами различного литологического состава, между породой и материалом искусственного сооружения, между мерзлыми и талыми грунтами, между коренными и осадочными породами и т.д. [1, 3].

Основной характеристикой диэлектрических особенностей грунтов является их диэлектрическая проницаемость. Диэлектрическая проницаемость наряду с электропроводностью и магнитной восприимчивостью является свойством грунтов, определяющим характер распространения в них переменных электромагнитных полей.

Диэлектрическая проницаемость основных породообразующих минералов колеблется от 3-4 до 10-12 (например, у кварца 4,3-5,6, у полевых шпатов 4,5-7,2, слюд 5,4-11,5, кальцита 7,5-8,7, гипса 4,2 и др.), и лишь у некоторых минералов она существенно возрастает (например, у рутила – 86) [1].

Полигон исследований расположен на южной окрестности Приволжской возвышенности. В формировании морфоскульптуры рельефа непосредственно принимают участие породы палеогена, неогена и плейстоцена. Отложения палеогена представлены песками, опоками, мергелями палеоцена, глинами, мергелями, песками, песчаниками эоцена и слагают водораздел.

Неоген представлен ергенинской, андреевской и скифской свитами. Ергенинские пески лежат на размытой поверхности палеогена и широко распространены. Андреевская свита выполняет глубокие эрозионные ложбины, включая темноцветные глины и зеленовато-серые пески и суглинки, а также мощные песчаные мелкозернистые осветленные толщи. Вверх по разрезу андреевские отложения постепенно переходят в сыртовые (скифские). Скифский горизонт представлен красно-бурыми плотными неслоистыми глинами с конкрециями гипса мощностью до 15-20 метров; зеленовато-серыми глинами мощностью до 10 м. Залегают эти породы на ергенинских песках на водоразделах, по склонам долин и крупных балок перекрывают палеогеновые и меловые отложения. Их мощность достигает 10-15 м [2].

Следующим основным горизонтом из комплекса покровных образований являются желто-бурые лессовидные и суглинистые породы, залегающие на скифских и более древних отложениях. Их мощность на водоразделах 20-30 м, на склонах до нескольких метров. Плейстоценовые отложения представлены песками. В ландшафтном отношении полигон ис-

следований – плоский водораздел с разреженной белополынно-житняковой ассоциацией на светло-каштановых почвах с разной степенью солонцеватости [2, 4].

В ходе исследований осуществлялась георадарная съемка и отбор почвенных образцов пробоотборником до глубины 6 м для последующего определения гранулометрического состава образцов в лабораторных условиях. Результаты интерпретации радарограммы представлены на рисунке, в таблице содержатся подробные сведения о гранулометрическом составе исследованных почвенных образцов. Сопряженный анализ радарограммы и результатов лабораторного анализа показала, что почвогрунты различного гранулометрического состава хорошо дифференцируются на радарограмме.

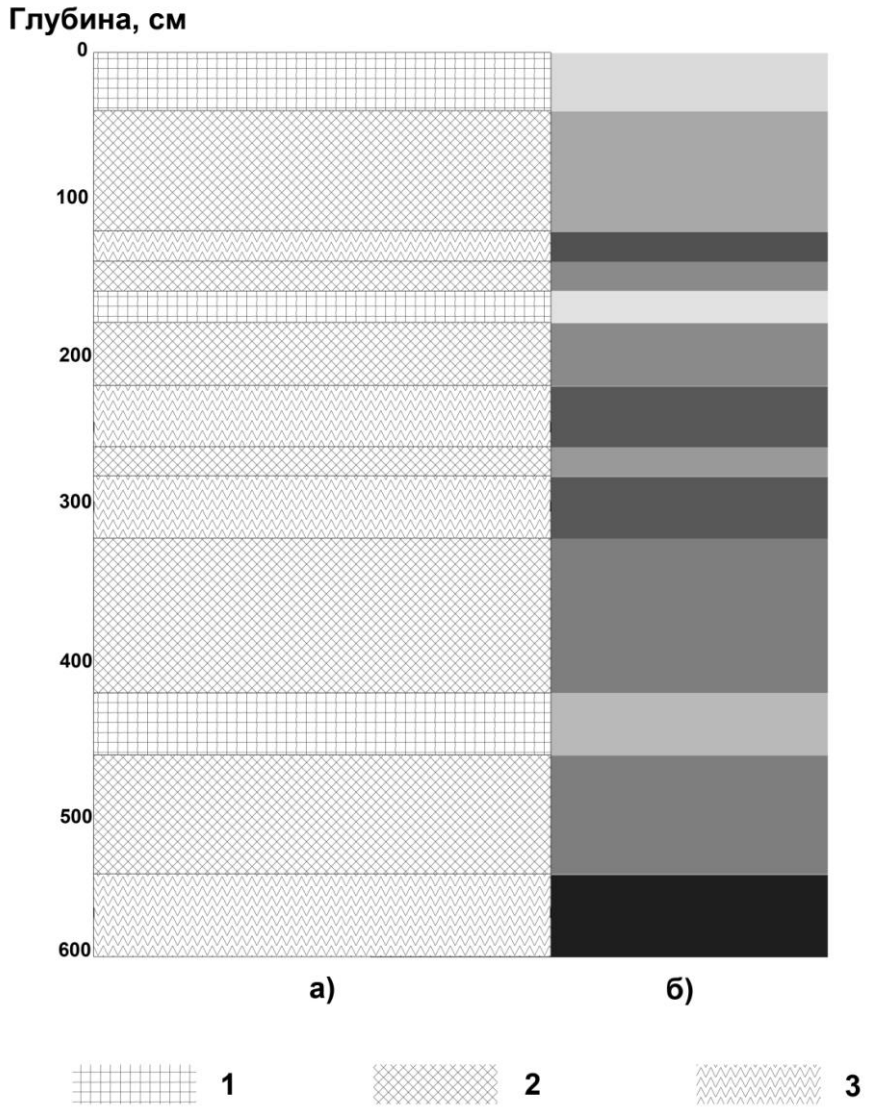


Рисунок – Результат интерпретации радарограммы ОКО-2
(а-почвенный профиль, б – фрагмент радарограммы, 1 – песок связный, 2 – супесь, 3 – суглинок лёгкий)

На основе проведенных исследований можно сделать вывод, что георадар «ОКО-2» применим для выявления горизонтов по гранулометрическому составу и уплотнению. Георадарная съемка позволяет получить схему мощностей горизонтов и слоев различного гранулометрического состава.

Таблица – Гранулометрический состав почвогрунта

Глубина, см	Размер фракций, мм							Название почвы
	1,00-0,25	0,25-0,50	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	Физическая глина	
0-40	20,82	73,47	1,51	0,57	0,49	3,14	4,20	Песок связный
40-120	13,53	60,48	9,06	1,71	4,53	10,69	16,93	Супесь
120-140	9,91	56,27	12,81	3,83	5,02	12,16	21,01	Суглинок легкий
140-160	13,22	64,54	8,29	2,16	2,53	9,26	13,95	Супесь
160-180	26,84	59,99	4,32	0,93	0,97	6,95	8,85	Песок связный
180-220	9,48	63,14	10,41	2,28	3,43	11,26	16,97	Супесь
220-260	7,37	57,05	12,85	3,80	3,43	15,50	22,73	Суглинок легкий
260-280	10,54	64,05	9,13	1,98	3,15	11,15	16,28	Супесь
280-320	9,12	64,90	4,65	2,79	3,87	14,67	21,33	Суглинок легкий
320-420	7,99	68,25	6,47	2,71	3,59	10,99	17,29	Супесь
420-460	12,33	78,20	1,31	1,18	0,57	6,41	8,16	Песок связный
460-540	14,17	61,80	4,53	2,98	3,83	12,69	19,50	Супесь
540-600	7,36	64,60	6,10	2,55	4,36	15,03	21,94	Суглинок легкий

Дальнейшие исследования позволят выявить закономерности отображения на радарограммах горизонтов почв различной влажности, разного содержания гумуса, засоления на качественном и количественном уровне.

Библиографический список

1. Владов, М.Л., Георадиолокационные исследования верхней части разреза /М.Л. Владов, А.М. Старовойтов. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1999. – 91 с.
2. Природные условия и ресурсы Волгоградской области / В.А. Брылев, Е.И. Кравченко, Ю.П. Мухин [и др.]. – Волгоград: Перемена, 1996. – 263 с.
3. Пягай, Э.Т. Использование георадара в почвенных исследованиях / Э.Т. Пягай, В.П. Белобров, Э.Н. Молчанов и др. // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. М: Почвенный институт им. В.В. Докучаева. – т.64. 2009. – С. 34-40
4. Рулев, А.С. Ландшафтно-водосборный подход и геоинформационные технологии в оценке состояния агроландшафтов Волгоградской области / А.С. Рулев, О.Ю. Кошелева, С.Н. Муругов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 4. № 32-1. – С. 31-34

УДК 631.4:004.67

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ В ПРОГРАММЕ SURFER ПРИ КАРТИРОВАНИИ МЕЛИОРИРОВАННЫХ УЧАСТКОВ

А.Д. Позднякова, к.б.н., **Анциферова О.Н.,** к.с.-х.н.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», г.Тверь, Россия

Современные компьютерные технологии уже на практике доказали свое превосходство при работе с данными. Объединение компьютерной технологии (особенно по обработке и анализу данных) и традиционной карты открыло новые горизонты перед картой и привело к появлению первых геоинформационных систем (ГИС).

Геоинформационные системы в настоящее время сочетают в себе точность и качество цифровых карт, огромное количество справочной информации, мощный набор программ для обработки и анализа данных и, непременно, способность обмена специализированной информацией через Internet.

Среди множества программ входящих в ГИС-технологии наиболее популярна программа Surfer. Она предназначена для графической интерпретации числовых наборов данных и их некоторой обработки.

Основной задачей программы Surfer является расчет значений параметра в узлах регулярной сетки (Grid) по исходным данным в произвольных точках области и построение карт распределения свойств по площади или в объеме. Наиболее часто почвоведы сталкиваются с задачей построения карты распределения некоторых свойств на поверхности почвы, так называемые изолинии. Программа Surfer достаточно распространена, проста в освоении и у нас есть опыт ее использования. Исторически сложилось так, что эта программа получила широкое распространение, и, по сути, стала стандартом программ подобного типа.

Программу Surfer разработала в 1983г. небольшая американская фирма Golden Software, названная так по имени города Голден (Golden) в штате Колорадо, где она находится. Фирма специализируется на разработке пакетов научной графики.

Обычно в программе Surfer изолинии проводятся после предварительного пересчета данных на узлы регулярной прямоугольной сетки (Grid). Однако очень часто участок исследования не является прямоугольным, а имеет произвольную конфигурацию. Или необходимо исключить те области участка, где образцы почвы не отбирались для обследования по тем или иным причинам.

Рассмотрим, к примеру, участок неправильной формы, да к тому же часть которого не исследовалась (рис.1). В точках, отмеченных на карте, получены значения какого-то свойства почвы, например электрическое сопротивление.

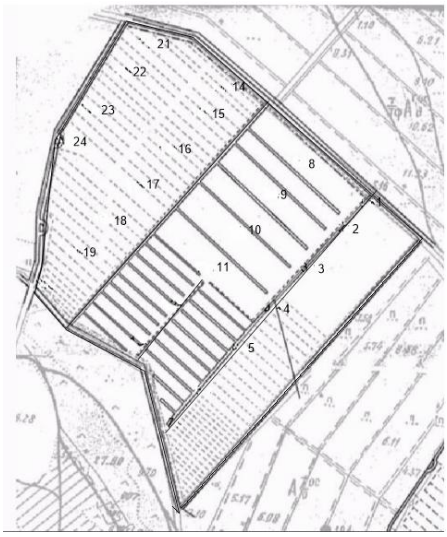


Рис.1. Участок «Дальний» с точками обследования (базовая карта). Яхромская долина, Московская обл., Дмитровский р-н

Как было сказано выше, для визуализации поверхностей Surfer использует данные на прямоугольной регулярной сети (грид). В программе реализовано множество алгоритмов построения такой регулярной сети (регуляризации, или гриддинга) [1, 2, 3]. Этот процесс аналогичен интерполированию и экстраполированию, и часто исследователи его так и называют, что не совсем корректно.

Итак, сначала значения, полученные в точках, отмеченных на карте, по выбранному методу пересчитываются на узлы равномерной сетки (рис. 2А) и рисуются изолинии равных значений свойства (рис.2Б). Наиболее распространенным является метод Kriging, который был использован и нами. Число линий сетки по вертикали и горизонтали можно выбрать по желанию.

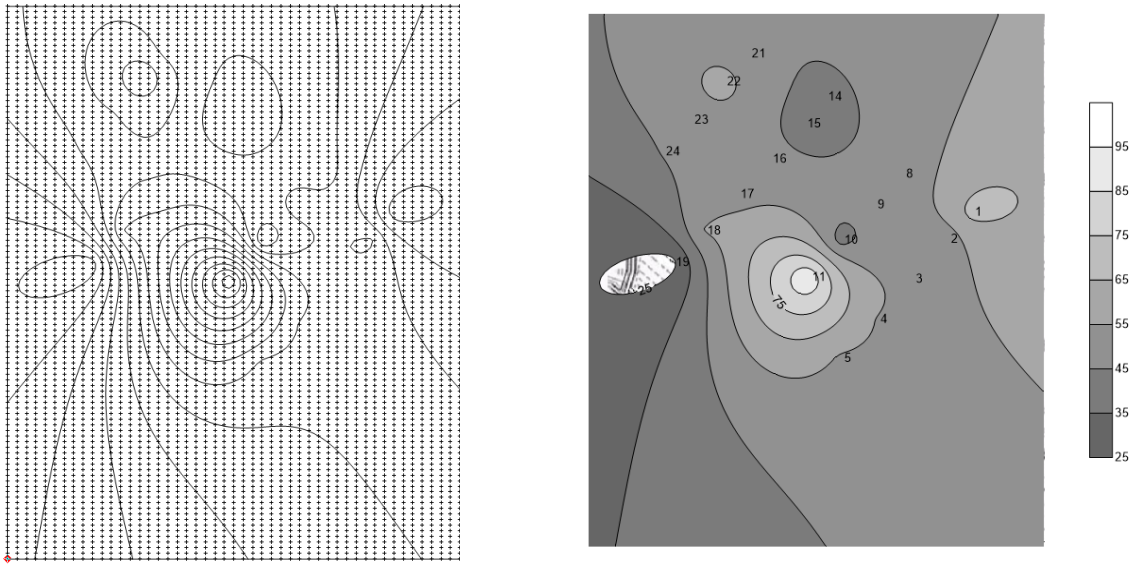


Рис.2. Grid-сетка (А) и изолинии по ней построенные (Б)

Как видно (рис. 2), сетка полностью покрывает базовую карту и закрывает исследуемый участок, выходя за его пределы. Это не совсем корректно. Хотя большинство исследователей делают именно так.

Однако, в программе Surfer версий 8 и 13, которыми мы пользуемся в настоящий момент, есть возможность исключить из гриддинга площади, на которых измерения не проводились. В нашем случае это область за пределами участка и той части участка, где нет точек наблюдения (рис.1).

Для решения подобных проблем в Surfer разработчики создали специальный вид данных - так называемые "бланкованные" области [3].

Чтобы их создать, в программе на карте щёлкаем правой кнопкой мышки и в контекстном меню выбираем **Digitize.**

Далее начинаем оцифровывать те области, которые хотим исключить из интерполяции. Область обязательно должна быть замкнута. После окончания этой работы в форме **Digitized Coordinates** сохраняем результаты обводки в файл с расширением **.bln (**рис.3**).**

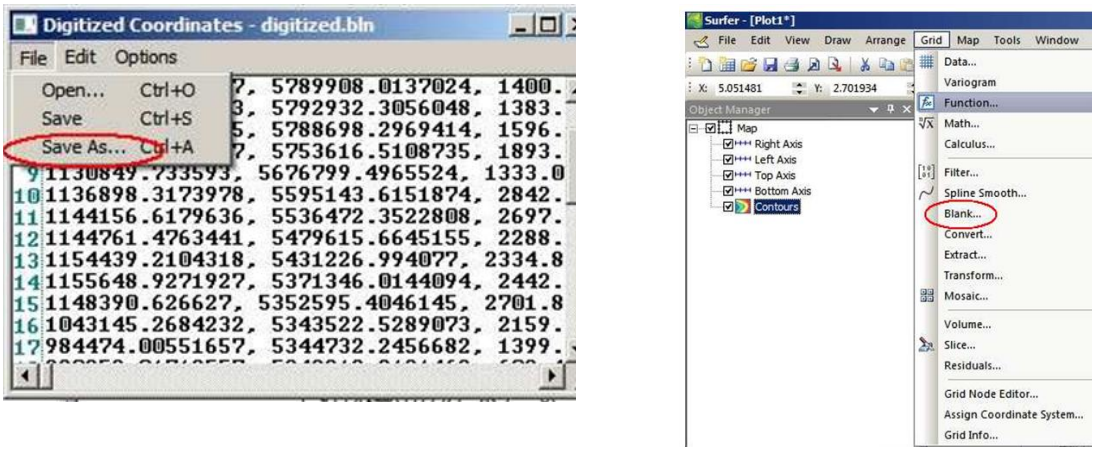


Рис.3. Координаты "бланкованной" области" (А) и построение бланкованной сетки (Б)

Для построения "бланкованных" сеток в меню **Grid** существует специальный пункт - **Blank** (рис.3Б). В этом случае гриддинг осуществляется только на узлы "бланкованной" сетки, что более корректно.

Выбираем исходную сетку и затем "бланкованную" область, сохраняем полученную сетку в файл с выбранным именем.

Теперь, если создать по этой сетке карту изолиний, можно увидеть следующий результат (рис.4А). Как видим, картинка наиболее соответствует действительности. Распределение свойства представлено в пределах исследуемой области.

При выборе способа гриддинга необходимо учесть, что минимальные и максимальные значения координат XY точек обследования должны совпадать с аналогичными у базовой карты, чтобы карта изолиний полностью покрывала базовую за исключением "бланкованной" области.

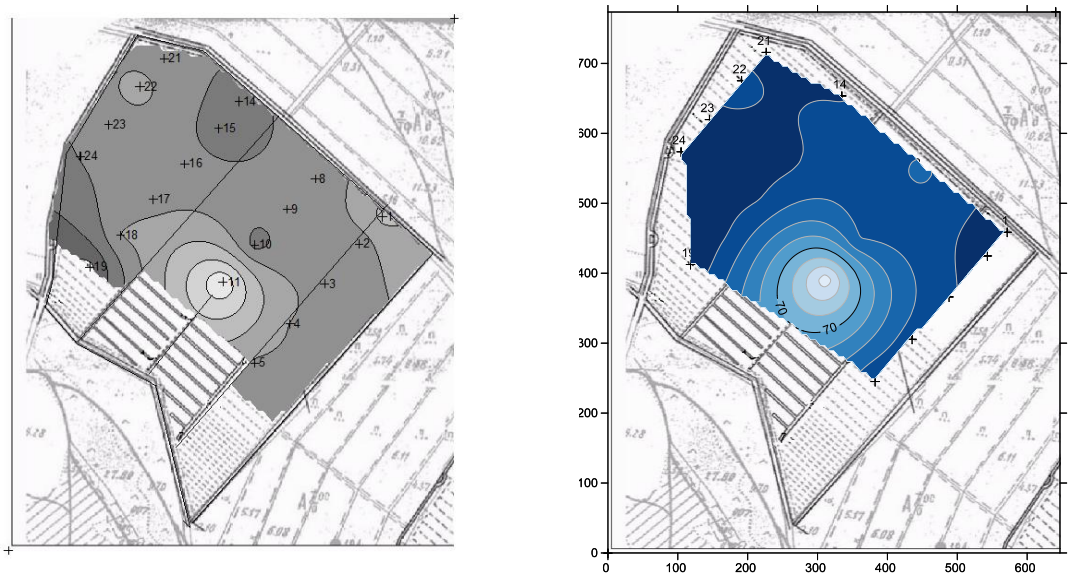


Рис.4. Распределение электрического сопротивления на участке «Дальний». Метод гриддинга Kriging с исключением не обследованных участков (Surfer 8 и 13) (А), Изолинии с исключением участков выходящих за границы точек наблюдения (Surfer 13) (Б)

В результате такого пересчета создается grid-file, в котором хранится информация о распределении того или иного свойства по узлам построенной сетки, то есть по площади покрывающей исследуемый участок. Так можно делать во всех версиях программы, начиная с 8-й. В последней версии Surfer-13, кроме способа "бланкованных" областей есть возможность сразу при выборе способа гриддинга указать, что нужно исключить участки, выходящие за границы точек наблюдения.

В этом случае получаем следующую картинку распределения свойства (рис.4.Б). То есть, в этом случае изолинии не только не выходят за границы участка базовой карты, но и находятся внутри области ограниченной крайними точками, в которых проводились измерения.

Построение изолиний распределения значений исследуемого участка позволяет наглядно представить полученный материал. Программа Surfer для этих целей подходит идеально. Она позволяет выбрать способ построения сетки и пересчета исходных данных на узлы этой сетки, выбрать красочное заполнение промежутков между изолиниями, выбрать интервал таких изолиний и т.д.

Библиографический список

1. *Ковалев Н.Г., Поздняков А.И., и др.* АгроГИС-технологии обследования почв с использованием методов электрофизики. Методические рекомендации // Тверь: Тверской печатник, 2014. - 44 стр.
2. Решение геологических задач с применением программного пакета Surfer: практикум для выполнения учебно-научных работ студентами направления «Прикладная геология» / сост. И.А.Иванова, В.А.Чеканцев. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. - 92 с
3. http://npk-kaluga.ru/index.htm - сайт л**аборатории АгроГИС-технологий, г. Калуга**

РАЗДЕЛ V. Агроклиматические и экологические аспекты сельскохозяйственного использования мелиорированных земель

УДК 551.5:631.75

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРИРОДНОЙ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ И УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ

Капустина Т.А., к.т.н., доцент, **Цекоева Ф.К.,** к.с.х.н, доцент,
Бочкарева А.И., н.с.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения», г. Коломна, Россия

Прогнозы урожайности и качества урожая имеют важное значение для народного хозяйства. Они позволяют с большой заблаговременностью определять ожидаемые ресурсы сельскохозяйственной продукции, потребность в технике для уборки, транспортировки урожая, подготовки хранилищ, перерабатывающих предприятий и т.д.

Урожайность культур зависит от ряда факторов, многие из них довольно стабильны: почвенные условия, биологические особенности сорта (гибрида), агротехнические приемы, качество семенного материала и др.

Отмечаются значительные колебания урожайности, что обусловлено влиянием агрометеорологических условий, характеризующихся большой изменчивостью во времени и пространстве. Поэтому при прогнозах урожайности в первую очередь учитываются основные и лимитирующие агрометеорологические величины.

Природная влагообеспеченность сельскохозяйственных культур определяется продуктивными запасами влаги в почве, накопленными за осенне-зимний период, атмосферными осадками и пресными грунтовыми водами при близком их залегании.

В любой почвенно-климатической зоне страны естественные условия формируют базовый урожай, основанный также на приемах обработки почвы. Величина урожая определяется на фоне современной технологии возделывания культуры, где каждый элемент воздействия или поддержания состояния находится в оптимальных количествах. Проектная урожайность культуры находится в зависимости от зональных особенностей, поскольку такие факторы как сумма величин прямой и рассеянной радиации, качество спектра, продолжительность дня, периоды возделывания не могут быть подвержены нивелировке, что и сказывается на его величине.

В пределах лесостепной и степной зон, природные ресурсы влаги не обеспечивают полностью потребность растений в воде. Недостаток природной влагообеспеченности приводит к тому, что фактическое водопотребление растений (эвапотранспирация) становится меньше оптимального. В засушливые и сухие годы вследствие этого наблюдается значительное нарушение роста и развития растений и существенное снижение их урожайности.

Для реальной оценки влияния недостатка увлажнения на снижение урожайности сельскохозяйственных культур необходимы достоверные зависимости между ними, которые позволили бы объективно оценить почвенно-климатический потенциал орошаемого земледелия, а также условия сохранения экологической устойчивости природно-хозяйственной среды в конкретном регионе.

Результаты исследований, проведенные в различных природных зонах нашей страны, позволили выявить реакцию различных растений на недостаток (дефицит) водообеспечения.

Установлено, что урожайность сельскохозяйственных культур снижается как в случае непрерывного на протяжении всего вегетационного периода накопления дефицита влаги, так и тогда, когда дефицит воды возникает в отдельные фазы развития растений. Отзывчивость растений на недостаток влаги зависит от их засухоустойчивости. Кроме того, как отмечалось, имеют значение реализуемый уровень агротехники и естественное плодородие почвы, в значительной мере определяющие размеры фактической урожайности и ее отличие от максимальной.

Недостаток влаги в наибольшей степени сказывается на урожайности, если он возникает в так называемые критические фазы развития растений (цветения и формирования урожая). В меньшей мере недостаток воды влияет на урожайность культуры в фазу созревания урожая.

Главная закономерность снижения урожайности при недостатке естественного увлажнения и снижения суммарного водопотребления заключается в том, что при кратковременных дефицитах урожайность растений снижается незначительно, а при больших и продолжительных дефицитах водообеспечения снижение урожайности может достигать катастрофических значений, вплоть до гибели растений.

Зависимость снижения урожайности сельскохозяйственных культур от уровня дефицита водообеспечения для случая равномерного его накопления в течение вегетации в обобщенном виде формализуется параболической кривой.

В относительных единицах измерения аналитическая зависимость имеет следующий вид:

$$\Delta y_i = A + B \cdot \Delta \ell_{vi} + C \cdot \Delta \ell_{vi}^2,$$

где: Δy_i - относительное снижение урожайности в долях от расчетной (максимальной, плановой, проектной);

A, B и C – коэффициенты, полученные по линии тренда на основе опытных данных;

$$\Delta y_i = 1 - \frac{y_i}{y_p},$$

$\Delta \ell_{vi}$ - относительное снижение водообеспечения (фактического водопотребления) культуры в долях от E_{vonm}.

Элементы уравнения (**1.1)** определяются следующим образом:

$$\Delta\ell_{vi} = 1 - \frac{E_{vi}}{E_{v_{onm}} \cdot 0{,}95},$$ где:

Ev_{onm} – оптимальное водопотребление при оптимальном уровне водообеспечения растений, в мм;

Evi – водопотребление при фактическом водообеспечении растений, мм;

Yp – урожайность при оптимальном водообеспечении растений и реализуемом уровне агротехники, ц/га;

Yi – фактическая урожайность культуры при дефицитном водообеспечении растений, ц/га.

Принятое в расчетах оптимальное водопотребление "Ev_{onm}" соответствует условиям поддержания запаса влаги в корнеобитаемом слое почвы в пределах от НВ (наименьшей влагоемкости) до некоторой критической влажности, соответствующей ВРК (влажности разрыва капиллярных связей).

Согласно опытным и статистическим данным, полученным в условиях поддержания оптимальных запасов влаги в почве и соблюдения необходимого уровня агротехники, принимаются значения максимальной и расчетной урожайности сельскохозяйственных культур для условий того или иного региона.

По результатам исследований построены зависимости снижения урожайности и относительного снижения водообеспеченности для некоторых сельскохозяйственных культур (табл. 1).

Таблица 1 – Уравнения связи относительного снижения урожайности и относительного снижения водообеспеченности для некоторых сельскохозяйственных культур

Культура	**Уравнения связи $\Delta Yi = f(\Delta\ell_{vi})$**
Сахарная свекла	$\Delta Yi = -0{,}0019 + 0{,}45\Delta\ell_{vi} + 0{,}75\Delta\ell_{vi}^2$
Кукуруза на силос	$\Delta Yi = -0{,}026 + 0{,}64\Delta\ell_{vi} + 0{,}86\Delta\ell_{vi}^2$
Капуста поздняя	$\Delta Yi = -0{,}024 + 1{,}08\Delta\ell_{vi} + 0{,}36\Delta\ell_{vi}^2$
Картофель поздний	$\Delta Yi = -0.025 + 0{,}91\Delta\ell_{vi} + 0{,}45\Delta\ell_{vi}^2$
Яровая пшеница	$\Delta Yi = -0{,}003 + 0{,}63\Delta\ell_{vi} + 0{,}77\Delta\ell_{vi}^2$
Люцерна на сено	$\Delta Yi = -0{,}002 + 0{,}33\Delta\ell_{vi} + 1{,}07\Delta\ell_{vi}^2$

В приведенных зависимостях $\Delta Yi = 1 - Yi/Ymax$ - относительное снижение урожайности в долях от Yp, а $\Delta\ell_{vi} = 1 - Evi/Evon$ - относительное снижение водообеспеченности культуры в долях от $Evon$.

Используя приведенные в табл. 1 уравнения связи $\Delta Yi = f(\Delta\ell vi)$, можно установить относительные и абсолютные значения снижения урожайности от недостатка водообеспечения сельскохозяйственных культур, возделываемых в регионе. Количественные значения возможного снижения урожайности сельскохозяйственных культур от недостатка их природного водообеспечения в разные по влажности (обеспеченности) годы на территории ЦЧО по природным зонам, представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Относительное снижение урожайности в связи с дефицитом природной влагообеспеченности в сельскохозяйственных культур в условиях ЦЧО

№ п\п	Природно-климатическая зона	Коэф. увлажнения *Ку*	Вероятностные (обеспеченные) значения относительного снижения урожайности ΔУ*i* в %					
			5%	25%	50%	75%	85%	95%
Люцерна на сено								
1.	Степная	<0,50	4	21	36	50	57	68
2.	Лесостепная	0,51 ... 0,80	0	10	21	33	40	51
3.	Лесная	> 0,80	0	3	9	21	28	40
Яровая пшеница								
1.	Степная	<0,50	0	15	32	48	57	69
2.	Лесостепная	0,51 ... 0,80	0	10	25	40	48	59
3.	Лесная	> 0,80	0	4	16	29	36	47
Сахарная свекла								
1.	Степная	<0,50	10	24	36	48	55	64
2.	Лесостепная	0,51 ... 0,80	0	10	21	34	41	51
3.	Лесная	> 0,80	0	0	9	18	27	38
Картофель								
1.	Степная	<0,50	8	27	44	62	70	83
2.	Лесостепная	0,51 ... 0,80	0	15	33	51	60	70
3	Лесная	> 0,80	0	4	20	36	45	56
Капуста поздняя								
1.	Степная	<0,50	25	49	61	77	84	95
2.	Лесостепная	0,51 ... 0,80	7	26	45	62	70	81
3	Лесная	> 0,80	0	9	26	46	56	67
Кукуруза на силос								
1.	Степная	<0,50	6	21	39	57	66	77
2.	Лесостепная	0,51 … 0,80	0	9	25	42	52	64
3	Лесная	> 0,80	0	1	10	27	36	50

Примечание: 5% обеспеченности - влажный год
25% обеспеченности - средневлажный год
50% обеспеченности - средний год
75-85% обеспеченности - среднесухой год
95% обеспеченности - сухой год

По данным табл.2 установлено, что относительное снижение урожайности в зависимости от недостатка природного увлажнения в ЦЧО территориально и во времени происходит следующим образом.

В лесостепной зоне во влажный год (5% обеспеченности) оптимальная потребность всех культур (за исключением капусты) обеспечивается природными ресурсами полностью; в средневлажный год (25% обеспеченности) дефицит природного увлажнения приводит к снижению урожайности пшеницы, люцерны, сахарной свеклы и кукурузы на силос на 10-15%. И только урожайность капусты в этот год может снизиться до 26%.

В средний год (50% обеспеченности) относительное снижение урожайности увеличивается по культурам до 21-33%, а капусты до 45%.

В среднесухой год (75% обеспеченности) урожайность указанных выше культур может снизиться до 33-51%, капусты – до 62%. Наибольшие

потери урожайности от недостатка природного водообеспечения в лесостеп-ной зоне ЦЧО отмечаются в сухой год (95% обеспеченности) – от 51% у сахарной свеклы до 81% у капусты. Относительное снижение урожайности пшеницы, люцерны, сахарной свеклы, кукурузы и капусты от недостатка природной увлажненности в степной зоне ЦЧО изменится аналогично его изменению в лесостепной зоне.

Количественно территориальное снижение урожайности в степной зоне изменяется для указанных культур во влажный год от 4 до 10% (для капусты 25%), в средневлажный год от 10 до 27% (для капусты 49%), в средний год от 32 до 44% (для капусты 62%), в среднесухой год от 48 до 62% (для капусты 77%), в сухой год от 64 до 83% (для капусты 95%).

Относительное снижение урожайности люцерны, кукурузы, картофеля, капусты и др. культур от недостатка природной водообеспеченности на территории Уральского ФО представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Средние и вероятностные значения относительного снижения урожайности при дефиците природной водообеспеченности сельскохозяйственных культур в Уральском ФО

№ п/п	Природно-климатическая зона	Коэф. увлажнения Ку	Вероятностные (обеспеченные) значения относительного снижения урожайности ΔYi в %					
			5%	25%	50%	75%	85%	95%
Многолетние травы								
1	Сухостепная	0,30…0,40	24	43	60	76	84	95
2	Умер. степь	0,41 ... 0,50	10	26	44	59	67	81
3	Лесостепная	0,51 ... 0,80	0	10	25	39	49	65
4	Лесная	> 0,80	0	1	9	23	34	50
Яровая пшеница								
1	Сухостепная	0,30…0,40	32	50	66	79	85	95
2	Умер. степь	0,41 ... 0,50	13	27	40	55	62	76
3	Лесостепная	0,51 ... 0,80	0	7	16	29	38	52
4	Лесная	> 0,80	0	0	3	13	21	32
Картофель поздний								
1	Сухостепная	0,30…0,40	43	62	77	88	94	100
2	Умер. степь	0,41 ... 0,50	19	39	55	69	77	91
3	Лесостепная	0,51 ... 0,80	2	16	30	46	54	72
4	Лесная	> 0,80	0	0	10	26	34	55
Кукуруза на силос								
1	Сухостепная	0,30…0,40	30	55	71	84	96	100
2	Умер. степь	0,41 ... 0,50	14	32	48	65	75	89
3	Лесостепная	0,51 ... 0,80	0	8	21	38	50	70
4	Лесная	> 0,80	0	0	6	18	28	48
Капуста поздняя								
1	**Сухостепная**	**0,30…0,40**	**53**	**75**	**88**	**98**	**100**	**100**
2	**Умер. степь**	**0,41 ... 0,50**	**30**	**52**	**67**	**82**	**90**	**100**
3	**Лесостепная**	**0,51 ... 0,80**	**5**	**23**	**40**	**57**	**66**	**83**
4	**Лесная**	**> 0,80**	**0**	**6**	**20**	**36**	**46**	**64**

Территориально наибольшее снижение урожайности имеет место в сухостепной и степной зонах в сухие годы. Например, в годы 75% и 95% обеспеченности относительное снижение урожайности люцерны составляет в степной зоне 59% и 81% соответственно, а капусты 82% и 100%; в сухостепной зоне в год 75% и 95% обеспеченности урожайность люцерны снижается на 76-95%, а капусты – на все 98-100%.

Графически динамика снижения урожайности при недостатке влагообеспеченности для люцерны, картофеля и капусты поздней в степной и лесостепной зонах приведена на рисунках 1 и 2.

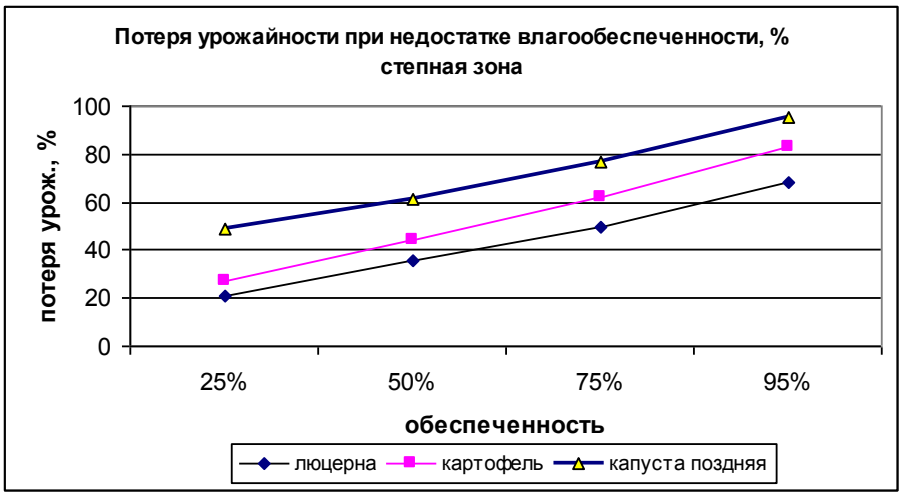


Рисунок 1 - График снижения урожайности при недостатке влагообеспеченности в степной зоне

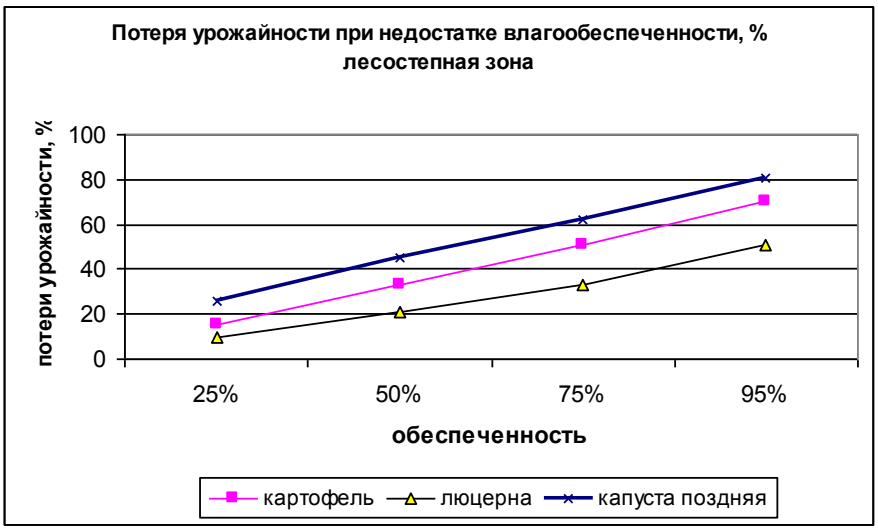


Рисунок 2 - График снижения урожайности при недостатке влагообеспеченности в лесостепной зоне для различных сельскохозяйственных культур

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что снижение урожайности зависит от природной влагообеспеченности и амплитуда этих значений увеличивается в зависимости от природно-климатической зоны.

Используя результаты исследований можно рекомендовать состав наиболее приоритетных культур для возделывания на орошаемых землях, а также прогноз продуктивности сельскохозяйственных культур для различных почвенно-климатических зон с учетом пространственно-временной изменчивости гидрометеорологических условий.

Библиографический список

1. Капустина Т.А., Цекоева Ф.К., Бочкарева А.И. Пространственно-временная изменчивость гидрометеорологических параметров и их влияние на режимы орошения сельскохозяйственных культур. //Мелиорация и водное хозяйство, №6, 2013. -С 30-33.
2. Ольгаренко Г.В., Аванесян И.М., Капустина Т.А. и др. Оценка современного почвенно-климатического потенциала агроэкосистем и его трансформации под влиянием природных и технологических факторов с целью регулирования и оптимизации водного и пищевого режима почв на орошаемых землях Уральского ФО. Рекомендации.- Коломна, 2008 г. 87с.
3. Горбачёва Р.И. Способы построения кривых связи урожая с влаго-обеспеченностью // Вопросы водного хозяйства (орошения). Фрунзе, 1976. Вып. 36. С. 21-27.
4. Мосиенко Н.А., Дерингер А.А. Почвенная влага и урожай. Челябинск: Южно-Уральское книжное изд-во, 1980. С. 7-18.
5. Метеоинформация: свидетельство об официальной регистрации базы данных № 2006620309 Рос. Федерация / Ольгаренко Г.В., Капустина Т.А., Аванесян И.М., Бочкарева А.И.; заявитель и патентообладатель ФГНУ ВНИИ «Радуга». -№ 2006620249; заявл. 10.08.2006; зарег. 06.10.2006. 1 с.
6. Ольгаренко Г.В., Капустина Т.А. и др. Оросительные нормы (нетто) и их внутрисезонное распределение для основных сельскохозяйственных культур по Федеральным округам Российской Федерации. Коломна, ФГНУ ВНИИ «Радуга», 2007. 73 с.

УДК 631.5+633.2

АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИФИТОЦЕНОЗОВ

Сутягин В.П., д.с.-х.н., профессор, **Тюлин В.А**., д.с.-х.н., профессор

ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия»

В начале XX века установлена связь между экологическими элементами в биоценозах и в биогеоценозах в двух различных формах – в форме связи разных организмов друг с другом и в форме связи организмов с факторами абиотической среды [1].

Стабильность состава ценоза при изменении экологического режима может привести к резкому снижению урожайности, лабильность его состава напротив стабилизирует урожайность [3]. Климатические условия являются одним из наиболее важных факторов, способствующих формированию агрофитоценоза. Изучая фитоценоз как составную часть агроэкосистемы, мы руководствовались определением Одума Ю.П. [4]. Агроэкосистемы во многих отношениях занимают промежуточное положение между природными экосистемами и искусственными. Все управление агроэкосистемой в отличие от саморегулирующихся природных экосистем ведётся извне и подчинено внешним целям.

Исследования выполнялись на мелиорированных дерново-подзолистых почвах на морене. Содержание гумуса колебалось от 1,8% до 5,9%, pH= 6,0-7,0, подвижных форм калия 62-111мг, фосфора 113-272мг на кг почвы.

В качестве агроклиматических показателей потребности растений в тепле за период вегетации использовали суммы активных температур, которые складываются из средних суточных температур выше 10^o С ($\sum$ТА > 10^o С) и сумма эффективных температур ($\sum$ТА > 5^o С). За период эксперимента $\sum$ТА > 10^o С колебалась от 1672^o С до 2356^oС. Для многолетних трав большое значение имеет весенний переход температуры через $+5^o$С. Принято считать, что с этого времени начинается вегетация трав. За анализируемый период переход среднесуточной t через $+5^o$С отмечался от 26 марта до 30 апреля. Для формирования урожая многолетних трав большое значение имеет обеспеченность теплом первых двух месяцев вегетации [2, 7].

Оценку условий увлажнения вегетационных периодов проводили по сумме осадков, в Тверскойобласти она в среднем 250-325 мм.

По данным 16-ти лет испытаний на сортоучастках Тверской области наиболее устойчивые урожаи по годам пользования обеспечили клевер луговой 3,4-7,3т с 1га абсолютно сухой массы, тимофеевка луговая 2,7-10,5т с 1га, овсяница луговая 3,03-10,0т с 1га, ежа сборная 2,4-6,7т с 1га и мятлик луговой 1,1-4,5.

В наших исследованиях отмечена тесная корреляционная зависимостьмежду урожаем клевера 1-го года пользования и высотой травостоя (r=0,70), между урожаем тимофеевки луговой 11 года пользования в первом укосе и высотой травостоя (r =0,40) [5, 6,7].

На основе обобщённых данных 18-ти летних опытов проведенных на опытном поле Тверской государственной сельскохозяйственной академии установлено, что у удобренных бобовых и злаковых трав коэффициент корреляции между урожаем (Y) и периодом роста (x) выше, чем у неудобренных. Установлена средняя степень сопряженности (r=0,51) между временем формирования и урожаем удобряемого травостоя клевера лугового:

$$Y = 2,03 + 0,604\ x \qquad (1)$$

Высокая корреляционная зависимость (r = 0,68) выявлена для злакового травостоя. Полученное уравнение регрессии указывает на то, что с увеличением времени формирования биомассы на 1 день прирост продукции составляет III кг с 1 га сухой массы.

Урожай первого укоса травостоя (Y) с доминированием овсяницы луговой тесно коррелирует с $\sum$ТА> 5^o С (X_1) и с $\sum$ТА > 10^o С (X_2), соответственно r=0,759 и r=0,803:

$$Y_1 = -4,9 + 0,107\ X_1 \qquad (2);$$
$$Y_2 = 7,1 + 0,184\ X_2 \qquad (3).$$

Большую роль играет температура (X_1иX_2) в формировании отавы (Y), где преобладает тимофеевка луговая (r = 0,831, 0,825)

$$Y_1 = 4,1 + 0,05\ X_1 (4);$$
$$Y_2 = 7,0 + 0,076\ X_2 (5)$$

Наряду с$\sum$ТА>5^o С рост отавы ежи сборной определяется выпадающими осадками (r = 0,624). При увеличении $\sum$Р на 1 мм урожай повышается на 10 кг с 1 га сухой массы.

Высокая взаимосвязь числа дней формирования урожая и суммы активных температур для трав первого укоса и особенно для отав. Нами для травостоя с доминированием ежи сборной установлена зависимость урожая (Y) от $\sum$ТА>5 ^{0}С (X_1);$\sum$ ТА>10^o С (X_2); $\sum$Р,мм (X_3) и числа дней роста (X_4)

$$Y= 3,45 - 0,77X_1 + 0,80X_2 - 0,002X_3 + 4,13X_4 \text{при } r = 0,79 \quad (6)$$

Нами предпринята попытка определения степени влияния суммы осадков, температуры воздуха и прихода ФАР на изменение обилия сорного компонента посевов культур [5,6].

По результатам исследований, был проведён корреляционный анализ по выявлению тесноты связи между нарастанием надземной массы сорняков, суммой осадков, температурой воздуха, который показал наличие существенного влияния этих элементов климата на сорняки. Выявлена их определённая направленность на накопление сырой массы сорняков.

На засорённость клевера в начале вегетационного периода малолетними видами положительно влияет сумма осадков за апрель месяц (R^2= 0,83) и осадки в третьей декаде мая (R^2= 0,73). Засорённость многолетними видами слабо зависела от осадков (R^2<0.30). Сумма осадков в целом за апрель, май и июнь месяцы и средние температуры воздуха за эти месяцы не имели существенной связи с массой сорняков в посевах клевера (r<0.3). Внесение минеральных удобрений снижает тесноту связи осадков и накопления сырой массы сорняков (R^2 <0,3).

Температура воздуха по декадам имеет более заметное влияние на засорённость посевов клевера. Отмечается повышение тесноты связи накопления массы сорняков и температуры воздуха в третьей декаде апреля, мая и июня (R^2=0,53…0,78). Применение минеральных удобрений снижает зависимость сорняков от температуры воздуха (R^2=0,11…0,30). Важно отметить, что наибольшее влияние на засорённость посевов клевера оказали декадные значения осадков и температуры воздуха, чем показания за весь месяц.

Наиболее сильное влияние на нарастание массы сорняков погодные условия оказали в посевах картофеля. Скорее всего, это связано с тем, что большая часть поверхности почвы длительное время не покрыта растительностью. Такие условия способствуют созданию отличного от культур сплошного сева микроклимата, значительно изменяя температурный и водный режим почв. В посевах картофеля выявлена существенная зависи-

мость массы малолетних и многолетних сорняков от суммы осадков второй декады апреля (R^2> 0,96), что связано с накоплением влаги в почве. Во второй декаде мая теснота связи массы сорняков и суммы осадков ослабевает, но остаётся достаточно высокой (R^2=0,55…0,72). В посевах картофеля внесение минеральных удобрений также снижает зависимость массы сорняков от суммы осадков.

Выявлено, что температура воздуха в первой половине апреля благоприятно сказывается на накоплении сырой массы малолетних и многолетних видов сорняков, а в конце апреля повышение температуры отрицательно сказывается на малолетних видах и положительно влияет на многолетние виды. Средняя температура мая и июня месяца имеет достаточно сильное влияние на накопление общей надземной массы сорняков, но претерпевает значительные изменения. В начале мая температура не оказывает сильного влияния, но в середине месяца повышение температуры отрицательно сказывается на накоплении массы малолетних видов (r= -0,80), однако увеличивается положительное влияние на многолетние виды. В первой декаде июня степень влияния температуры на малолетние виды положительна (R=0.98), а во второй – отрицательна (r> (-0.98)). Для многолетних сорняков влияние температуры воздуха в первые две декады июня носят отрицательный характер. Важно отметить, что наиболее тесная связь массы сорняков и климатических условий установлена при подекадном их анализе. Среднемесячные показатели осадков и температуры воздуха с надземной массой сорняков в начале вегетационного периода не имеют существенной связи. Внесение минеральных удобрений в посевах картофеля снижает зависимость нарастания сырой массы сорняков от климатических условий.

На фоне внесения минеральных удобрений обнаруживается положительная тенденция увеличения массы всех групп сорняков от суммы осадков как подекадно, так и в сумме за май месяц. В июне месяце наблюдается противоположное явление: на фоне без удобрений в первой декаде связь осадков и массы сорняков положительна (r – 0.44…0.48), а во второй и третьей отрицательна (r– (-0.17)…(-0.39)) . При внесении удобрений в первой и второй декаде – отрицательная (r – (-0.25) … (-0.53)), а в третьей декаде все группы сорняков имеют существенную положительную связь с суммой осадков (r – 0.58…0.82).

В посевах ячменя влияние осадков и температуры воздуха на засорённость аналогично посевам картофеля. Установлено отрицательное влияние повышения суммы осадков за апрель месяц и вторую декаду мая на накопление малолетних видов сорняков (r= -0,77…-0,98). На многолетние виды сумма осадков 2-ой и 3-ей декады мая и всего за месяц оказали положительное влияние (r=0,50…0,98).

Температура месяца оказала на сорняки противоположное влияние: повышение температуры в апреле и мае положительно влияет на накопле-

ние малолетних видов сорняков (r=0,70…0,99), а многолетние сорняки больше накапливают сырую массу при повышении температуры воздуха в апреле (r=0,99) и снижают её накопление при повышении температуры в мае месяце (r= -0,76-0,98).

Наибольшее влияние климатические параметры оказывают на сорный компонент в посевах ячменя и картофеля, чем на уровень засорения многолетних трав и озимой ржи. Применение минеральных и органических удобрений снижает степень зависимости засоренности посевов всех культур от погодных условий в начале вегетационного периода и усиливает в середине вегетации. Распределение суммы осадков и средней температуры воздуха имеет более тесную корреляционную связь с накоплением массы сорняков, чем сумма осадков и температура воздуха за весь месяц.

Нами выявлена тенденция большего влияния на сорные растения не суммы осадков или средней температуры воздуха за месяц, а распределение их по декадам, т.е. климатическими условиями каждого дня начала вегетации.

Корреляционный анализ выявил, что формирование видового состава сорного компонента агрофитоценоза полевых культур в начале вегетационного периода происходит под влиянием культуры, а нарастание сырой массы сорняков больше определяется климатическими факторами. Причём, больше суммой осадков, чем температурой воздуха. Влияние минеральных удобрений на сырую массу сорняков в начале вегетационного периода слабо связано с осадками и температурой воздуха.

Анализ результатов исследований мелкоделяночных и стационарных опытов показал существенное влияние на накопление надземной массы растений параметров метеорологических показателей апреля, мая и июня месяца, особенно распределение суммы осадков и температуры воздуха по декадам. В то же время, приход ФАР определяет уровень накопления массы растений в течение всего вегетационного периода (таб. 1). Характерно, что в апреле, мае и июне месяце приход ФАР почти во всех случаях положительно влияет на формирование урожайности полевых культур плодосменного севооборота, а в июле и августе установлено существенное отрицательное воздействие прихода ФАР на все культуры, кроме озимой ржи.

Наибольшее влияние погодные условия оказывают на те культуры, основной продукцией которых является их надземная масса (сено, зелёная масса, сенаж). Если основная продукция культур представлена зерном или клубнями, степень зависимости их от погодных условий снижается. Объясняется это тем, что происходит нивелирование вариабельности вариантов исследований при доработке продукции и вместе с этим потерей части информации, которая снижает вес фактора в математической модели формирования урожайности растений. Корреляционный анализ зависимости накопления биологической массы ячменя и картофеля от суммы осадков и температуры воздуха показал существенную связь изучаемых параметров (R=0,70…0,98).

Таблица 1 – Частные коэффициенты корреляции (R) зависимости урожая культур от прихода ФАР

Культура	Фон	Месяц				
		апрель	май	июнь	июль	август
Клевер	О	0,65	0,65	-0,29	-0,73	-0,39
	NPK	0,80	0,83	-0,11	-0,81	-0,69
	навоз	0,71	0,81	-0,08	-0,83	-0,64
Картофель	О	0,07	0,58	0,56	-0,65	-0,68
	NPK	-0,01	0,53	0,60	-0,60	-0,65
	навоз	0,07	0,58	0,56	-0,65	-0,68
Ячмень	О	0,48	0,79	0,25	-0,82	-0,76
	NPK	0,74	0,83	-0,04	-0,83	-0,70
	навоз	-0,05	0,51	0,62	-0,58	-0,64
Травы 1	О	0,43	0,74	0,14	-0,84	-0,62
	NPK	0,71	0,79	-0,11	-0,83	-0,61
	навоз	0,55	0,80	0,12	-0,85	-0,70
Травы 2	О	-0,94	0,27	0,66	-0,53	-0,40
	NPK	-1,00	0,19	0,77	-0,33	-0,48
	навоз	-0,79	0,32	0,50	-0,62	-0,29
Травы 3	О	0,52	0,36	-0,28	-0,43	0,56
	NPK	0,23	0,63	0,03	-0,14	0,78
	навоз	-0,63	1,00	0,80	0,70	0,97
Озимая рожь	О	0,26	0,18	-0,41	-0,35	0,11
	NPK	0,51	-0,14	-0,62	0,37	0,23
	навоз	-0,34	-0,53	-0,39	0,39	0,70

Погодные условия в наших опытах оказали влияние на биохимический состав корма. Установлена обратная корреляционная зависимость между изменением содержания сырого протеина (Y1), золы (Y2) в корме с первого укоса злакового травостоя и соответственно суммой температур более 5°С (X1) и суммой осадков (X2).

$$Y1 = 20,6 - 0,019\ X1, \qquad r = -0,745 \qquad (7).$$

$$Y2 = 8,6 - 0,014\ X2, \qquad r = -0,472 \qquad (8).$$

Повышение ∑ТА>5 °С на 1^0 С снижает количество протеина на 0,019%. В отаве злакового травостоя ∑ТА>5°С (X) на 60% определяет процент клетчатки в корме, повышение её на 1°С увеличивает содержание клетчатки (Y) на 0,018%, что выражается уравнением

$$Y = 23,8 + 0,018\ X, \qquad r = 0,771 \qquad (9).$$

Для бобового травостоя связь изменения погодных условий и качества корма различная по фазам вегетации. В фазы бутонизации-цветения обратная тесная связь между суммой температур более 5°С и содержанием сырого протеина, сырой золы, Mn, Cu. Самый высокий коэффициент корреляции (-0,93) для сырой золы.Для суммы температур более 10°С отме-

ченная тенденция сохраняется.Чем больше выпадает осадков на бобовый травостой первого укоса, тем в большей степени снижаются показатели биохимического состава. Особенно резко падает содержание Mn и сырой золы, коэффициент корреляции соответственно -0,92 и -0,95.

Связь изменений агроклиматических факторов и показателей качества в отавах бобового травостоя несколько другая. Помимо отрицательных корреляций отмечена положительная тесная связь суммы температур более 10^oC с содержанием сырой клетчатки (r = 0,74). С увеличением суммы осадков в корме повышается содержание Fe, Mn, Zn, при коэффициенте корреляции соответственно 0,74; 0,76 и 0,82. Обобщение данных 3-х опытов влияния погоды на качество корма из бобового травостоя позволилорассчитать линейную зависимость содержания золы (Y) от $\sum ТА>5^o$ С (X1) и от ∑Р (X2) :

$$Y = 16,2 - 0,011\ X1; \qquad r = -0,691 \qquad (10)$$

$$Y = 18,5 - 0,021\ X2; \qquad r = -0,560 \qquad (11)$$

Увеличение$\sum$ ТА$>5^oC$ на 1^oC снижает процент золы на 0,011 и аналогично для ∑Р. Вообще с большей степенью точности в зависимости от складывающихся погодных условий можно прогнозировать содержание в корме сырого протеина и клетчатки.

Заключение

1. Выявлена реакция различных многолетних трав на агроклиматические факторы в зависимости от уровня минерального питания, периода вегетации, состава травостоя.
2. Проведён корреляционно-регрессионный анализ продуктивности культур и климатических факторов. Установлена связь продуктивности с выпадающими осадками и температурой.

Библиографический список

1. Блауберг И.В. Системный подход в современной науке //Блауберг И.В., Садовский В.Н., Юдин Э.Г. Сб. Проблемы методологии системного исследования. -Мысль, 1970. - С.7-48.
2. Ковалёв Н.Г. Методы исследований в адаптивно-ландшафтном растениеводстве / Ковалёв Н.Г., Иванов Д.А., Тюлин В.А., Сутягин В.П., Сутягина Т. И.. Москва-Тверь, Из.: «АГРОСФЕРА»ТГСХА. 2007. – 280 с.
3. Куркин, К.А. Системные исследования динамики лугов/ Куркин К.А. -М., Наука, 1976. -283 с.
4. Одум, Ю.П. Свойства агроэкосистем //Одум Ю.П. Сельскохозяйственные экосистемы. Пер. с англ. ВО Агропромиздат, 1987. -С.12-18.
5. Сутягин В.П. Агроэкологические аспекты продукционного процесса в растениеводстве/ Сутягин В.П., Тюлин В.А.. Тверь, Изд. «Агросфера», 2009. - 332 с.
6. Сутягин, В.П. Принципы формирования устойчивости агрофитоценозов адаптивно-ландшафтного земледелия / В.П. Сутягин. Тверь, Изд. ТГСХА «Агросфера». 2007. - 286 с.
7. Тюлин В.А. Формирование устойчивой продуктивности бобово-злаковых и злаковых травостоев/ Тюлин В.А. -Тверь: Изд. ООО «Губернская медицина», 2000. 224с.

УДК 631.

ВЛИЯНИЕ ЛАНДШАФТНЫХ И АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА КАЧЕСТВО ОСНОВНОЙ ПРОДУКЦИИ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ

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

Химический состав и питательные свойства зерна яровых культур определяются генетическими факторами, но во многом зависят и от освещенности, условий питания растений, мелиоративного состояния почв, погодных факторов. Однако, влияние природных условий различных частей агроландшафта на качества зерна до сих пор во многом не изучено.

Особенности пространственной и временной вариабельности содержания сырого протеина в зерне овса сорта «Аргамак» и ячменя сорта «Абава» в пределах конечно-моренной гряды исследовали на агроэкологическом стационаре ВНИИМЗ на агроэкологической трансекте, пересекающей все микроландшафтные позиции конечно-моренного холма. Изучение характеристик компонентов агроландшафта и отбор образцов основной продукции производилось в точках опробования, различающихся только в природном отношении. Удобрения перед посевом не вносились, осуществлялась только их подкормка аммиачной селитрой (1 ц/га) в фазу кущение – трубкование.

Исследования проводились на данных, полученных в 1997 – 2006 гг., которые обрабатывались методами описательной статистики и многофакторного линейного регрессионного анализа, на основе которого определялись факторы, достоверно влияющие на показатели качества зерна. Степень влияния факторов определялась по методу Н.А. Плохинского [2] путем деления частной факториальной суммы квадратов на общую.

Установлено, что около 16% веса основной продукции овса приходится на клетчатку, около 10% составляет сырой протеин, 2,6 % - зола , на долю жира приходится 4,5% веса зерна, содержание безазотистых экстрактивных веществ колеблется в диапазоне от 50 до 60%,. Около 8% веса основной продукции ячменя приходится на клетчатку, около 12% составляет сырой протеин, 4,8 % - зола , на долю жира приходится около 2% веса зерна, содержание безазотистых экстрактивных веществ составляет менее 70%, что, в основном, согласуется с литературными данными [1].

Определение степени антропогенной нагрузки на ландшафт возможно на основе изучения различных адаптивных реакций растений на природные условия. В данном случае приведены результаты воздействия управляемых и неуправляемых факторов агросреды на степень накопления протеина в зерне злаковых культур. Оптимальные или критические значения факторов, влияющих на процесс накопления сырого протеина в зерне овса и ячменя, приведены в табл.1. Они рассчитываются на основе исследования парных полиномов, описывающих влияние конкретного фактора на накопление протеина в зерне.

Таблица 1 – Оптимальные значения факторов, влияющих на накопление сырого протеина в зерне овса и ячменя

Местоположение					
Весь агроландшафт		Южный склон		Северный склон	
Фактор	Значение	Фактор	Значение	Фактор	Значение
Овес					
Урожай	<2,84т/га	Пористость	<53,0%	Порис-тость	<49,0%
Плотность	>1,0 г/см^3	Радиация	>3,67квтч/м^2	МГ	>3,3%
Магний	<1,5мг/100г	Высота	>158м	Запас во-ды в снеге	<130мм
Ячмень					
Порис-тость	>49,5%	Плотность	< 1,15 г/см^3	Радиация	<3,66 квтч/м^2
pH	< 7.3	Радиация	>3,67кВтч/м^2	ГК	>1мгэкв/100г
Урожай	>0,4т/га	Запас воды в снеге	<130мм	Урожай	>0,74т/га

Оптимальные значения факторов, приведенные в табл. 1 получены для тех временных отрезков, в которые эти факторы были наиболее проявлены. Такие факторы, как урожай культуры, плотность и пористость почвы, pH, гидролитическая кислотность, максимальная гигроскопическая влажность почв и содержание в них магния являются управляемыми. Изменение их человеком приводит к росту антропогенной нагрузки на ландшафт. Солнечная радиация, высота поля над уровнем моря, запас воды в снеге – факторы неуправляемые, для их оптимизации необходимо адаптивное размещение посевов зерновых в пределах агроландшафта.

В целом по стационару наиболее значимое влияние на процесс накопления в зерне овса сырого протеина оказывают его урожайность, в среднем за годы исследований объясняющая 9,6% вариабельности содержания белка в зерне. Следующим по значимости фактором является плотность почвы, определяющая 9,0% его изменчивости. Содержание в пахотных горизонтах почв магния обусловливает 7,6% вариабельности содержания в продукции сырого протеина. Фактором, максимально влияющим на пространственную динамику содержания сырого протеина в зерне овса в пределах южного склона холма, является порозность почв (12,6% вариабельности). Пространственная неоднородность солнечной радиации, влияющая на степень прогрева территории, в пределах этого склона определяет 11,6% вариабельности его содержания. Существенное влияние на его пространственную изменчивость (9,4%) оказывают и колебания высотных отметок поля, определяющих смену почвенно-гидрологических обстановок. В пределах северного склона основное влияние на вариабельность содержания протеина в зерне овса также оказывает порозность почвы (15,4%). Такие факторы, как пространственная изменчивость максимальной гигроскопии

(МГ) почв и запасов воды в снеге определяют по 9,1% вариабельности протеина каждый.

В пределах всего стационара увеличение ГТК и осадков приводит к снижению влияния урожайности и усилению воздействия плотности почв на содержание протеина в зерне. Усилению влияния магния на процесс накопления протеина способствует увеличение суммы температур. На южном склоне увеличение ГТК и осадков способствует усилению влияния порозности почв и солнечной радиации на содержание протеина в зерне. Увеличение суммы температур приводит к снижению степени влияния этих факторов на процесс накопления белка. Усиление влияния высоты на этот процесс происходит при увеличении осадков и температуры. Изменение влияния порозности почв на накопление протеина в зерне в пределах северного склона обусловлено теми же причинами, что и на южном. Увеличение ГТК и осадков здесь способствуют также и усилению влияния запасов воды в снеге и значений МГ почв на процесс накопления протеина. Увеличение сумм температур приводит к ослаблению их влияния на этот параметр биохимического состава зерна овса.

Набор факторов, влияющих на качество зерна, меняется в зависимости от масштаба исследования (весь агроландшафт или его отдельные части) и характера местоположений. Это означает, что для разработки мероприятий по управлению процессом накопления протеина в зерне овса необходимо в масштабе всего хозяйства регулировать урожайность культуры, плотность почв и содержание в них магния, а в пределах отдельных склонов надо также управлять и порозностью почв. На южном склоне, для увеличения и стабилизации содержания белка в зерне, должна применяться гамма мероприятий по оптимизации теплового и водно-воздушного режимов почв, а на северном снежные мелиорации и мероприятия по управлению гранулометрическим составом почв. Системы двойного регулирования водно-воздушного режима почв в транзитных ландшафтах позволят локально управлять процессом накопления протеина в зерне, а тепловых мелиораций в нижних частях склонов – содержанием жира в продукции.

В целом по стационару наиболее значимое влияние на процесс накопления в зерне ячменя сырого протеина оказывают пространственная изменчивость значений общей порозности почв, в среднем за годы исследований объясняющая 11% вариабельности его содержания в продукции. Следующим по значимости фактором является актуальная кислотность почвы, определяющая 9,0% его изменчивости. Пространственная вариабельность урожайности посевов обусловливает 7% вариабельности содержания в продукции сырого протеина. Фактором, максимально влияющим на пространственную динамику содержания сырого протеина в зерне ячменя в пределах южного склона холма, является изменчивость плотности почв (11% вариабельности). Пространственная неоднородность солнечной радиации, влияющая на степень прогрева территории, в пределах склона

определяет 10% вариабельности его содержания. Существенное влияние на его пространственную изменчивость (9,8%) оказывают и колебания запасов воды в снеге в пределах агроландшафта, обусловливающие пространственное и временное разнообразие начальных влагозапасов в почвах. В пределах северного склона основное влияние на вариабельность содержания протеина в зерне также оказывает неоднородность солнечной радиации (8,3%). Такие факторы, как пространственная изменчивость гидролитической кислотности почв и урожайности посевов определяют по 8,2% вариабельности протеина каждый.

В разрезе всего стационара, по мере увеличения ГТК растет влияние пестроты пористости почв и pH на процесс накопления протеина в зерне ячменя. Минимальная взаимосвязь пространственной вариабельности урожайности и количества протеина в зерне наблюдается при значении гидротермического коэффициента близком к 1,5. В пределах южного склона увеличение ГТК приводит к возрастанию влияния пространственного распределения солнечной радиации на процесс накопления протеина в зерне ячменя. При ГТК равном 1,5 наблюдается максимальное влияние на этот процесс колебаний запасов воды в снеге и минимальное изменчивости плотности почв. На северном склоне при увеличении ГТК происходит снижение влияния неоднородности радиации на процесс накопления белка в зерне и увеличение взаимосвязи его с флуктуацией урожая. Максимальное влияние изменчивости гидролитической кислотности на процесс накопления белка в зерне происходит при ГТК равном 1,5.

Для разработки мероприятий по управлению процессом накопления протеина в зерне ячменя необходимо в масштабе всего хозяйства регулировать урожайность культуры, порозность и кислотность почв, что во многом может быть осуществлено в ходе оптимизации водно-воздушного режима почв, а в пределах отдельных склонов надо также управлять плотностью и гидролитической кислотностью почв. На южном склоне, для увеличения и стабилизации содержания белка в зерне, должна применяться гамма мероприятий по оптимизации теплового и водно-воздушного режимов почв и снежные мелиорации, а на северном мероприятия по известкованию почв. Системы двойного регулирования водно-воздушного режима почв позволят локально управлять процессом накопления протеина и БЭВ в зерне в нижних частях склонов, а содержанием жира в продукции на высоких позициях агроландшафта.

В пределах всего агроландшафта, для того, чтобы содержание белка в зерне яровых было выше среднего необходимо урожай овса держать на уровне менее 28 ц/га, а урожай покровного ячменя должен быть выше 4 ц/га. Низкая плотность почвы приведет к снижению содержания белка в зерне овса. Для увеличения количества белка в зерне ячменя необходимо создать пористость почв более 49%. Внесение больших доз извести способствует ухудшению биохимического состава зерна ячменя. Для управле-

ния качеством зерна овса магниевые удобрения должны вноситься только там, где содержание этого элемента не превышает 15мг/кг. почвы.

На южном склоне управление плотностью и пористостью почв приведет к изменению биохимического состава зерна яровых культур. Здесь, для увеличения содержания в зерне овса протеина, почва не должна быть слишком рыхлой. Для управления биохимическим составом зерна ячменя необходимо поддерживать плотность почвы ниже 1,2 г/см^3. Посевы зерновых надо располагать на средних и верхних частях склона, где значение солнечной радиации превышает 3,67квтч/м^2. Наилучшее местоположение для выращивания овса – верхняя часть склона и вершина. Посевы ячменя не стоит располагать в местах, где происходит сильная аккумуляция снежных масс, однако на подветренных склонах, с которых снег сдувается необходимо проводить снегозадержание, что приведет к оптимизации качества продукции.

На северном склоне на супесчаных и суглинистых почвах. для оптимизации качества зерна овса надо проводить уплотнение пахотных горизонтов до величин пористости <49,0%. С помощью органических удобрений необходимо поддерживать максимальную гигроскопическую влажность почв на уровне >3,3%. Зерно ячменя наилучшего качества можно получить с поля, расположенного в верхней части склона северной экспозиции, которое получает <3,66 квтч/м^2 солнечной радиации. Избыточное известкование приведет к снижению содержания белка в зерне ячменя, однако урожайность посевов должна быть не ниже 8 ц/га.

В заключение следует отметить, что качество продукции является чуткой адаптивной реакцией сельскохозяйственных растений на изменение агроприродной среды. Адекватный учет реакции растений на управляемые факторы позволяет оптимизировать качество зерна и резко снизить степень антропогенной нагрузки на почвы и ландшафты. Правильная реакция землепользователя на неуправляемые факторы, выражающаяся в адаптивном размещении посевов в пределах агроландшафта, также способна снизить антропогенный пресс на ландшафты, так как замедляет или даже предотвращает воздействия деградационных процессов на природную среду.

Библиографический список

1. Калашников А.П., Клейменов Н.И., Баканов В.Н. и др. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справ. пособие. –М.: Агропромиздат, 1985, -352с.
2. Плохинский Н.А. Биометрия. –М.:МГУ, 1970, -367с

Научное издание

ИННОВАЦИОННЫЕ АГРО- И БИОТЕХНОЛОГИИ В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ

Материалы Международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, 15 – 16 сентября 2016 года

Подписано в печать 09.11.2016. Формат 60х84 $^{1}/_{16}$.
Усл. печ. л. 19,25. Тираж 200. Заказ № 480.
Редакционно-издательское управление
Тверского государственного университета
Адрес: 170100, г. Тверь, Студенческий пер. 12, корпус Б.
Тел. РИУ (4822) 35-60-63.