



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

**АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫЕ СИСТЕМЫ
ЗЕМЛЕДЕЛИЯ – ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

Материалы международной научно-практической конференции
ФГБНУ ВНИИМЗ,
г. Тверь, 27 сентября 2017 года

КНИГА 1

ТВЕРЬ 2017

УДК 001.895:631.4(0820)
ББК п141.7я431
А28

Адаптивно-ландшафтные системы земледелия – основа эффективного использования мелиорированных земель. Материалы международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, 27 сентября 2017 г. Кн.1. -Тверь: Изд-во ТвГУ, 2017. – 268 с.
ISBN 978-5-7609-1278-7

В сборнике представлены материалы Международной научно-практической конференции «***Адаптивно-ландшафтные системы земледелия – основа эффективного использования мелиорированных земель***» (Россия, г.Тверь, 27-28 сентября 2017 г.). На конференции рассмотрены вопросы развития и использования адаптивно-ландшафтных систем земледелия, агротехнологий и инноваций на мелиорированных землях, научные подходы в области экологизации земледелия, управления плодородием почв и состоянием мелиорированных земель, отражены научно-практические аспекты формирования экологически сбалансированных агроландшафтов, актуальные проблемы кормопроизводства и животноводства на мелиорированных землях, научные основы землепользования на торфяных почвах и вопросы рационального использования водных ресурсов.

УДК 001.895:631.4(0820)
ББК п141.7я431

Материалы даются в авторской редакции.

Ответственные за выпуск:

О.Н. Анциферова, кандидат сельскохозяйственных наук;
Т.Н. Пантелеева

ISBN 978-5-7609-1278-7

© ФГБНУ ВНИИМЗ, 2017
© Тверской государственный
университет, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия, агротехнологии и инновации на мелиорированных землях

Рабинович Г.Ю. ВКЛАД ФГБНУ ВНИИМЗ В РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ. <i>ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия</i>	8
Иванов А.И., Конашенков А.А., Иванова Ж.А. ТОЧНЫЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ИХ ПЕРСПЕКТИВЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РФ. <i>ФГБНУ АФИ, ФГБНУ СЗЦППО, г. Санкт-Петербург, КХ «Прометей» Гдовского р-на Псковской обл., Россия</i>	13
Немцев С.Н. ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОДЕЛЕЙ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ. <i>ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ», г. Ульяновск, Россия..</i>	16
Усанова З.И., Булюкин Е.С. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОЛОЗЕРНОГО ОВСА НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ. <i>ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия</i>	22
Выборнов В.В. ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГИБРИДОВ РЕПЧАТОГО ЛУКА ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ. <i>ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, Волгоградский филиал, г. Волгоград, Россия</i>	28
Кузина Е.В. АДАПТИВНЫЕ ЭНЕРГО- И ПОЧВОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ. <i>ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ», г. Ульяновск, Россия</i>	33
Скворцов С.С. ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ВИДОВ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА. <i>ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г.Тверь, Россия</i>	38
Карасева О.В., Салтунова О.В. ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ГОРЧИЦЫ НА СИДЕРАТ В СЕВООБОРОТЕ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ. <i>ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия</i>	41
Митрофанов Ю.И., Анциферова О.Н., Пугачева Л.В., Карасева О.В. РАЗНОГЛУБИННАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТАХ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ. <i>ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия</i>	45
Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В., Лукьянов С.А. ТЕХНОЛОГИЯ БОРОНОВАНИЯ ГРЕБНИСТЫХ ПОСЕВОВ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР. <i>ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия</i>	52
Митрофанов Ю.И., Артемьев А.Е., Лапушкина В.Н., Казьмин А.Е. УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ЛЕНТОЧНОМ ВНЕСЕНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ГРЯДАХ. <i>ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия</i>	56
Митрофанов Ю.И., Пугачева Л.В., Смирнова Н.А., Тишина Т.М. ЭФФЕКТИВНОСТЬ БОРОНОВАНИЯ ГРЕБНИСТЫХ ПОСЕВОВ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР. <i>ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия</i>	60
Митрофанов Ю.И., Лукьянов С.А. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛОСНОГО МЕЛИОРАТИВНОГО РЫХЛЕНИЯ ОСУШАЕМЫХ ПОЧВ. <i>ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия</i>	64
Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К., Лапушкина В.Н. ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ. <i>ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия</i>	68
Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В., Лукьянов С.А. ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМНОГО	

ЩЕЛЕВАНИЯ ПОЧВЫ НА СТРУКТУРУ УРОЖАЯ И УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР. <i>ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия</i>	74
Рабинович Г.Ю., Тихомирова Д.В. СКРИНИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЫБОРУ ЛУЧШЕГО ВАРИАНТА УДОБРЕНИЯ БИГУЭМ И ЕГО АПРОБАЦИЯ НА КАРТОФЕЛЕ. <i>ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия</i>	78
Смирнова Ю.Д., Рабинович Г.Ю. СОДЕРЖАНИЕ И ВЫНОС ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ. <i>ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия</i>	82
Крюков М.Л., Иванов М.В., Степанов К.А. АВТОМАТИЗАЦИЯ УБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА И ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СЕМЯН ПРИ РАЗДЕЛЬНОЙ УБОРКЕ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДЕЛЯНОК ПРЯМЫМ КОМБАЙНИРОВАНИЕМ. <i>ФГБНУ Федеральный Научный Агроинженерный Центр ВИМ, г.Москва, Россия</i>	86
РАЗДЕЛ II. Вопросы экологизации земледелия	
Хан К.Ю., Позднякова А.Д., Сон Б.К. РОЛЬ СТРУКТУРЫ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ МЕЛИОРАЦИИ И ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ. <i>Окский экологический фонд Международного общественного экологического фонда, г. Пушино, ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Учреждение Российской академии наук Институт фундаментальных проблем биологии, г.Пушино, Россия</i>	93
Алехина Ю.В. ФАКТОРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ АБОРИГЕННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ФИТОЦЕНОЗОВ ПРИ ПОДСЕВЕ БОБОВЫХ ТРАВ В ДЕРНИНУ. <i>УО БГСХА, г. Горки, Республика Беларусь</i>	98
Фомичева Н.В., Рабинович Г.Ю. ЗНАЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЖИДКОФАЗНОГО БИОСРЕДСТВА ДЛЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ЗЕМЛЕДЕЛИЯ. <i>ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия</i>	101
Фрейдкин И.А. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ В ПОЛЕВОМ СЕВООБОРОТЕ. <i>ФГБНУ АФИ, г. Санкт-Петербург, Россия</i>	105
Васильев В.В. МЕЛИОРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ КАК ОБЪЕКТЫ ЭКОТУРИЗМА. <i>УО БГСХА, г. Горки, Республика Беларусь</i>	109
Кочетков М.Н., Овчинников Е.В., Уютов С.Ю. ПРИМЕНЕНИЕ СЖИЖЕННОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ МОТОРНОГО ТОПЛИВА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКЕ. <i>ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, г.Москва, Россия</i>	112
РАЗДЕЛ III. Управление плодородием почв и состоянием мелиорированных земель	
Воробьёв В.А. КАЛИЙНОЕ СОСТОЯНИЕ ИНТЕНСИВНО ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ОКУЛЬТУРЕННОЙ ПОЧВЫ. <i>ФГБОУ ВПО Великолукская ГСХА, г. Великие Луки, Россия</i>	115
Петелько А.И., Панов В.И. ЭФФЕКТ УСКОРЕННОГО ОКУЛЬТУРИВАНИЯ НА ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВАХ. <i>Новосильская ЗАГЛОС – филиал ФНЦ агроэкологии РАН, Орловская область, г.Мценск, Поволжская АГЛОС – филиал ФНЦ агроэкологии РАН, Самарская область, Россия</i>	118
Васильева Н.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА И ЗАВИСИМОСТЬ,	

ХАРАКТЕРИЗУЮЩАЯ КОМПРИССИОННЫЕ СВОЙСТВА БИОГЕННЫХ ГРУНТОВ. УО БГСХА, г. Горки, Республика Беларусь	123
Иванова Ж.А., Филиппов П.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ В ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТАХ РАЗНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ. ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», г. Санкт-Петербург, Россия	129
Фрейдкин И.А., Иванова Ж.А. ВЛИЯНИЕ НОВОГО ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛЕГКОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ. ФГБНУ АФИ, г. Санкт-Петербург, Россия	134
Зинковский В.Н., Зинковская Т.С. К ОЦЕНКЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия	139
РАЗДЕЛ IV. Научно-практические аспекты формирования экологически сбалансированных агроландшафтов	
Ильвес А.Л., Смолина Л.П., Ильвес Н.В. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ТРАНСФОРМАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РФ. ФГБНУ «Ленинградский НИИСХ «БЕЛОГОРКА», Ленинградская область, Россия	145
Рублюк М.В., Иванов Д.А. ВЛИЯНИЕ ЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ В ПОСЕВАХ ПОКРОВНОГО ОВСА. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия	151
Рублюк М.В., Иванов Д.А., Базандина Т.Н. ИЗМЕНЕНИЕ РАВНОВЕСНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ КМН И ЛАНДШАФТНЫХ ФАКТОРОВ. ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия	154
Карасева О.В. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И АДАПТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАЛЕЖНЫХ ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия	157
РАЗДЕЛ V. Кормопроизводство и животноводство на мелиорированных землях	
Дронова Т.Н., Бурцева Н.И., Молоканцева Е.И. ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОЛИВИДОВЫХ ПОСЕВОВ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ – РЕЗЕРВ КОРМОПРОИЗВОДСТВА НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ. ФГБНУ ВНИИОЗ, г. Волгоград, Россия	161
Дронова Т.Н., Бурцева Н.И., Молоканцева Е.И. РАСШИРЕНИЕ АССОРТИМЕНТА МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ В БИОЛОГИЗАЦИИ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ. ФГБНУ ВНИИОЗ, г. Волгоград, Россия	165
Иванова Н.Н., Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Юлдашев К.С., Амбросимова Н.Н. ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП СОЗДАНИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ПАСТБИЩНЫХ ТРАВСТОЕВ НА ОСУШАЕМЫХ ПОЧВАХ ГУМИДНОЙ ЗОНЫ. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия	171
Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н., Силина О.С., Епифанова Н.А. КОНВЕЙЕРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ СОВРЕМЕННОГО ПОКОЛЕНИЯ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия	175
Диченский А.В., Гриц Н.В. ДЕЙСТВИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УЛУЧШЕНИЕ ТРАВСТОЯ ПОЙМЕННОГО ЛУГА. ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г.Тверь, Россия	181
Васильев А.С., Диченский А.В. ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ	

КЛЕВЕРО-ТИМОФЕЕЧНОЙ СМЕСИ И ОЗИМОЙ РЖИ ПОД ВЛИЯНИЕМ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ БИОПРЕПАРАТАМИ. <i>ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия</i>	187
Кузнецова С.Н. ВЛИЯНИЕ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЯДВЕНЦА РОГАТОГО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ. <i>ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г.Тверь, Россия</i>	191
Шмидт И.С. ВЛИЯНИЕ ПРИ НЕБОЛЬШОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЯДВЕНЦА РОГАТОГО НА БИОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ. <i>ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия</i>	195
Капсамун А.Д., Юлдашев К.С., Павлючик Е.Н., Иванова Н.Н. СИЛОСОВАНИЕ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР. <i>ФГБНУ ВНИИМЗ, Тверь, Россия</i>	197
Юлдашев К.С., Сорокина В.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО ЗЕЛЕННОГО КОРМА (КЗК) В РАЦИОНАХ СУХОСТОЙНЫХ КОРОВ. <i>ФГБНУ ВНИИМЗ, г Тверь, Россия</i>	202
Журавлева М.Е., Абрамян А.С., Сударев Н.П., Абылкасымов Д. АНАЛИЗ РАЦИОНОВ КОРОВ И КАЧЕСТВО КОРМОВ В АО «АГРОФИРМА ДМИТРОВА ГОРА». <i>АО ПЗ, «Агрофирма Дмитрова Гора», ООО «Тагрис», ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г.Тверь, Россия</i>	205
Ионова Л. В., Абылкасымов Д., Юлдашев К.С. СХЕМА СОДЕРЖАНИЯ КОРОВ ПО ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ГРУППАМ В ВЫСОКОПРОДУКТИВНОМ СТАДЕ. <i>ОАО «Московское» по племенной работе, ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия</i>	208
РАЗДЕЛ VI. Научные основы землепользования на торфяных почвах	
Рабинович Г.Ю., Бородкина Р.А., Позднякова А.Д. ВИДОВОЙ СОСТАВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ЯХРОМСКОЙ ПОЙМЫ. <i>ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Кафедра экологии, Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал) Астраханского государственного технического университета, г.Дмитров, Россия</i>	211
Широкова Е.В., Мусекаев Д.А., Анциферова О.Н. Магарышкина Л.С. ОСОБЕННОСТИ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ЯХРОМСКОЙ ПОЙМЫ РАЗНОГО ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ. <i>ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия</i>	214
Позднякова А.Д., Поздняков Л.А., Анциферова О.Н. ОЦИФРОВКА РАСТРОВЫХ КАРТ В ПРОГРАММЕ MAPINFO. <i>ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Факультет почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова, г.Москва, Россия</i>	222
Поздняков Л.А., Сидорова Е.А., Позднякова А.Д., Дуброва М.С. ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ЯХРОМСКОЙ ДОЛИНЫ. <i>ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия</i>	227
Широкова Е.В., Пантелеева Т.Н., Михеева Т.В. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И СЕВООБОРОТОВ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ. <i>ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия</i>	233
Уланов Н.А. ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА СТАРОПАХОТНЫХ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКОВ. <i>ФГУП «Кировская ЛОС», г. Киров, Россия</i>	239

РАЗДЕЛ VII. Рациональное использование водных ресурсов

- Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Рыжко Н.В., Смирнов Е.С., Чихачёв А.И., Ботов С.В.** МОДЕРНИЗАЦИЯ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ «Т-Л» ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОЛИВА. *ФГБНУ ВолжНИИГиМ, г. Энгельс, Россия*..... 246
- Рыжко Н. Ф., Рыжко С. Н., Рыжко Н. В., Смирнов Е. С., Чихачёв А. И., Ботов С.В.** ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОХОДИМОСТИ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН «ФРЕГАТ» И «BAUER». *ФГБНУ ВолжНИИГиМ, г. Энгельс, Россия* 249
- Романова Л.Г., Кижаяева В. Е., Пешкова В.О., Рассказова О.Л.** ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА В ПОЧВЕ. *ФГБНУ ВолжНИИГиМ, г. Энгельс, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия* 253
- Шушпанов И.А., Попова Н.Е., Холодкова Г.А.** СПОСОБ И УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ РАБОТЫ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ ПО МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ. *ФГБНУ ВолжНИИГиМ, г. Энгельс, Саратовская область, Россия* 258
- Чушкин А.Н., Лытов М.Н., Чушкина Е.И.** ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА СИСТЕМЫ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ С МОДУЛЕМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ. *Поволжский НИИ эколого-мелиоративных технологий ФНЦ агроэкологии РАН, г. Волгоград, Россия* 261
- Кузьмин Е.А., Кузьмин А.Е.** СРАВНЕНИЕ РАБОТЫ ОСУШИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ. *ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* 266

РАЗДЕЛ I. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия, агротехнологии и инновации на мелиорированных землях

УДК 631.58

ВКЛАД ФГБНУ ВНИИМЗ В РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Рабинович Г.Ю., д.б.н., профессор

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

Земледелие как ключевое направление сельскохозяйственных наук прошло долгий путь становления в мире и в настоящее время имеет вполне оформившиеся контуры, включающие системы почвообработки, семеноводства, машин, удобрений и защиты растений, а также комплекс мелиоративных и природоохранных мероприятий. ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» за 40 лет своего существования (с августа 1977 г.) внес значительный вклад в развитие земледельческой науки, и, учитывая тот факт, что с начала своего создания являлся также правопреемником Калининской сельскохозяйственной опытной станции, – и практики.

Развитие земледелия во ВНИИМЗ всегда шло в ногу со временем и опиралось на признанные широким кругом научной общественности разработки ученых Советского Союза и России, а также на зарубежные достижения в этой области.

Вообще развитие земледелия, как науки, происходило в СССР путем перехода на интенсивные системы земледелия, в том числе в соответствии с разработками Т.С. Мальцева, А.И. Бараева и других столпов земледельческой науки и практики. С 80-х годов прошлого столетия основой ведения сельского хозяйства во многих земледельческих регионах страны становятся интенсивные системы земледелия: плодосменная, зернопропашная и пропашная. В гумидной зоне России преобладающее значение получают плодосменная и пропашная системы земледелия, поскольку именно они оказывают благоприятное влияние на регулирование водно-воздушного режима почвы благодаря специально разработанным технологическим мероприятиям, включающим своевременную, правильно выбранную систему обработки почвы и использование грамотно подобранных севооборотов.

Плодосменная система земледелия и ее элементы были признаны ВНИИМЗ основополагающими, так как оказались способными обеспечивать большую отдачу мелиорированного гектара за счет того, что чистые пары в этом случае заменяются использованием в севообороте бобовых культур, способствующих восстановлению почвой уровня ее потенциального плодородия и формированию высокопродуктивных посевов. Безусловно, немаловажным фактом при реализации данной системы была ор-

ганизация правильного чередования культур, использование достаточного количества удобрений и необходимых технических средств.

Для повышения плодородия в пропашной системе земледелия большое значение имеют следующие факторы – интенсивная обработка почвы, высокие дозы органических и минеральных удобрений, своевременное уничтожение сорняков, осушение избыточно увлажненных земель, орошение в засушливых районах, борьба с эрозией почвы. Пропашная система земледелия, в которой вообще не используются чистые пары, была взята ВНИИМЗ на вооружение, а полученные результаты стали научным обоснованием для рекомендаций по эффективному функционированию специализированных картофельных хозяйств в Тверской области и в других гумидных регионах. В соответствии с этой системой земледелия помимо выращивания промежуточных культур на опытном поле института возделываются повторные посевы пропашных культур, в первую очередь, картофеля.

В 90-х годах в Российской Федерации сложилось представление о системе ведения земледелия, основанной на адаптивно-ландшафтных подходах. Такая система земледелия была призвана обеспечивать высокую биопродуктивность полей на определенной территории с одновременной сохранностью плодородия почвы, что выполнить достаточно трудно. Обозначенная сложнейшая задача достижима только при достаточном уровне использования материально-технических затрат, обусловленных общественными (рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами.

В понятие «адаптивно-ландшафтная система земледелия» помимо общественных (рыночных) потребностей включены связанные воедино понятием адаптации агроэкологические требования культур и их средообразующее влияние, агроэкологические параметры земель (природно-ресурсный потенциал), производственно-ресурсный потенциал, уровни интенсификации, хозяйственный уклад, социальная инфраструктура, качество продукции и среды обитания, а также экологические ограничения [1,2,3]. Благодаря реализации выше изложенных требований к адаптивно-ландшафтной системе земледелия складывается устойчивость агроландшафтов, формирующихся на отдельных территориях регионов, как под воздействием природных особенностей территории и господствующего климата, так и под влиянием применения различных технических средств, предназначенных для выполнения запланированных агромероприятий [4].

Однако следует иметь в виду, что плодородие почвы снижается при ее интенсивном использовании для возделывания сельскохозяйственных культур в связи с направленным выносом элементов питания. Именно поэтому при интенсивном землепользовании очень остро ставится вопрос о необходимости воспроизводства плодородия почв. В течение всех лет деятельности ФГБНУ ВНИИМЗ вопросы плодородия используемых в сель-

скохозяйственном производстве осушаемых почв были самыми насущными. Помимо основного элемента повышения почвенного плодородия, каковым является применение удобрений, как минеральных, так и органических, традиционных и новейших, в институте использовался целый комплекс специальных культуртехнических мероприятий. Причем данный аспект имел значение, как для пахотных земель, так и для земель, которые только планировалось вводить в сельскохозяйственный оборот, и на которых отбивались контуры полей и убирались камни.

Отметим, что предварительно, до проведения собственно культуртехнических мероприятий, опытные мелиорированные участки обследовались с использованием методов научных исследований в почвоведении, микробиологии и других смежных дисциплинах. Не удивительно, что состояние всех посевных площадей института было хорошо изучено, что позволяло рекомендовать к использованию на них различные системы земледелия. Уже с 1984 года ведение земледелия во ВНИИМЗ опиралось на разработанную учеными-аграриями «Систему земледелия на мелиорированных землях Нечерноземной зоны РСФСР», ставшую на долгие годы основополагающим научно-методическим руководством для Тверской области и получившую одобрение в хозяйствах других областей, расположенных на мелиорированных землях Нечерноземья.

С 90-х годов прошлого века институт при научно-методическом руководстве Российской академии сельскохозяйственных наук принимает за основу новую систему земледелия, базирующуюся на адаптивно-ландшафтных подходах. На протяжении трех десятилетий ВНИИМЗ разрабатывает теоретические и практические основы создания и функционирования экологически сбалансированных ландшафтно-мелиоративных систем земледелия, рекомендуемых к применению в гумидной зоне. Вместе с ними в институте разрабатываются и внедряются на мелиорированных землях элементы этой системы: ресурсосберегающие технологии производства зерна, картофеля и кормов, комплексы мелиоративных мероприятий, технологии получения путем биоконверсии органического сырья биологически активных и экологически безопасных удобрений с их последующим применением под различные сельскохозяйственные культуры. Таким образом, институт на долгие годы становится одним из основных исполнителей разработок адаптивно-ландшафтных систем земледелия на основе комплексных мелиораций, рекомендуемых для гумидной зоны России и представляемых как новые системы земледелия и кормопроизводства, новейшие и улучшенные технологии, новые виды продукции. Значительная часть научных разработок ВНИИМЗ выполнена на уровне современных отечественных и зарубежных достижений.

К разработкам, выполненным в институте на уровне современных отечественных достижений и имеющим большое практическое значение для развития сельскохозяйственной науки, относятся:

– теоретические основы и технологические приемы адаптивной интенсификации использования мелиорированных земель на основе проведения комплексной мелиорации агроландшафтов гумидной зоны;

– адаптивные ландшафтно-мелиоративные системы земледелия в хозяйствах гумидной зоны, которые позволяют повысить продуктивность мелиорированных агроландшафтов на 20-30 % и обеспечивают воспроизводство их почвенного плодородия и экологическую устойчивость;

– адаптивные инновационные агротехнологии возделывания основных сельскохозяйственных культур для условий гумидной зоны, основанные на взаимосвязи технологических блоков с лимитирующими ландшафтными факторами, позволяющие снижать затраты материально-технических средств не менее, чем на 20-25 %.

Актуальность и высокая значимость научных исследований и разработок ФГБНУ ВНИИМЗ в области мелиоративного земледелия определяется их четким соответствием разделу «Рациональное природопользование» приоритетных направлений развития науки, технологий и техники Российской Федерации, утвержденных Указом Президента РФ № 899 от 07.07.2011 г. Последние разработки института, направленные на развитие теории и практики адаптивно-ландшафтных систем земледелия, включают технологии и приемы рационального использования осушаемых земель с минеральными и торфяными почвами, способствующие обеспечению повышенной продуктивности агроландшафтов.

Наиважнейшим направлением развития земледельческой науки в настоящее время является разработка методологии и научных основ новых технологий биоконверсии органического сырья в высокоэффективные экологически чистые удобрения, жидкофазные и твердофазные биологически активные средства, способные обеспечивать улучшение физических, микробиологических и агрохимических свойств осушаемых почв, рост урожайности и формирование высококачественной сельскохозяйственной продукции.

Разработки института в области земледелия получили статус наилучших доступных технологий, подробная информация о них приведена на сайте Минсельхоза РФ [5]. Среди них:

– Улучшенная грядовая технология возделывания картофеля с уровнем урожайности 30-40 т/га. Предназначена для применения на осушаемых землях в условиях Центрального, Северного, Северо-Западного и Волго-Вятского регионов Нечерноземной зоны Российской Федерации. По сравнению с базовой гребневой технологией она увеличивает урожайность картофеля на 22 %, снижает энергетические затраты на 10-15 %, повышает производительность труда на отдельных технологических операциях в 1,5-2,0 раза, увеличивает условно чистый доход на 21-31 %, позволяет вести уборку урожая в более сложных почвенно-мелиоративных условиях.

– Технология возделывания озимой ржи на профилированной по-

верхности. Технология предназначена для использования на осушаемых землях в условиях Центрального и Северо-Западного регионов Нечерноземной зоны Российской Федерации. Коэффициент кущения в осенний период увеличивается на 0,7-0,9 единицы, биомасса одного растения – на 21,4 %, количество стеблей с колосом – на 84-266 шт./м², количество сохранившихся растений после перезимовки – на 6,2-19,1 %. Снижается засоренность посевов ржи, поражение растений снежной плесенью и корневыми гнилями. Урожайность возрастает на 0,41-0,85 т/га. Прямые затраты на производство 1 тонны зерна уменьшаются на 9,4-11,1 %. Затраты труда на основную обработку почвы снижаются на 10,8-33,9 %, расход ГСМ – на 36,3-53,3 %.

– Технология глубокой микробиологической переработки помета и навоза путем твердофазной аэробной биоферментации. Применима на всей территории Российской Федерации в диапазоне температур воздуха от (–30⁰С) до (+50⁰С). Продукт технологии – компост многоцелевого назначения (КМН) – однородная сухая сыпучая масса (влажностью 55-70 %) с нейтральной или щелочной реакцией (рН_{сол} 6,3-7,2), с высоким содержанием легкодоступных для растений питательных веществ: N_{общ} – 2,8-3,0; P₂O₅ – 3,0-3,5; K₂O – 2,4-2,8 % от абс. сухой массы. Применение КМН осуществляется путем локального или сплошного внесения, при этом дозы могут варьировать по культурам: при сплошном способе – 3-17 т/га, при локальном – 1,5-9 т/га, обеспечивая активизацию почвенной микрофлоры, численность которой возрастает в среднем в 2-3 раза, и дополнительную мобилизацию биогенных элементов, формирующих урожай, в среднем до 25%. Урожайность сельскохозяйственных культур, благодаря КМН, повышается на 25-50%.

Все разработки ФГБНУ ВНИИМЗ направлены на оптимизацию земледелия и растениеводства, причем некоторые из них получили высокое признание и были отмечены на государственном уровне – Государственной премией РФ 2001 г. в области науки и техники и премией Правительства РФ 2013 г. в области науки и техники.

Литература

1. Кирюшин В.И. Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия. Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева. – Пущино: Пущин. науч. центр, 1993. – 63 с.
2. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство /Под ред. акад. РАСХН В.И.Кирюшина, А.Л.Иванова. -М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2005. -784с.
3. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение.– М.: КолосС, 2010.–687с. (Учебники и учеб. пособия для студ. ВУЗов).
4. Основы ландшафтно-экологического земледелия /А.Н. Каштанов, Ф.Н. Лисецкий, Г.И. Швевс. – М.: Колос, 1994. – 150 с.
5. Базовые технологии, рекомендованные к внедрению предприятиями АПК. URL: <http://www.rosinformagrotech.ru/ntd>.

**ТОЧНЫЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ИХ ПЕРСПЕКТИВЫ
В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РФ**

Иванов А.И.^{1,2}, Конашенков А.А.³, Иванова Ж.А.¹

¹*ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»,
г. Санкт-Петербург, Россия*

²*ФГБНУ «Северо-Западный научный центр междисциплинарных
исследований проблем продовольственного обеспечения»,
г. Санкт-Петербург, Россия*

³*КХ «Прометей» Гдовского р-на Псковской обл.*

Прогресс информационно-технологического обеспечения товарного производства на рубеже второго и третьего тысячелетий сделал возможным не только сбор и обработку негенерализованной информации о состоянии сельскохозяйственных земель, но и её использование для дифференцированного агротехнического воздействия с применением прецизионного оборудования (Шпаар и др., 2010; Иванов и др., 2009). Точные системы земледелия относятся к наиболее прогрессивному виду интенсивных систем земледелия на адаптивной основе, проектируемых и осуществляемых с использованием геореференсированных результатов ландшафтно-экологического, почвенного, агрохимического, агрофизического, фитосанитарного и др. обследований (Иванов, Якушев, Иванов, 2011). Их применение на системном уровне предполагает разработку научно-практических основ точных систем земледелия, находящихся в центре внимания отдела физико-химической мелиорации почв и опытного дела АФИ с 2007 г.

Фактологической основой для суждений в этом сообщении стали результаты комплексных исследований в серии многолетних стационарных опытов (агроэкологический и агрофизический стационары, 2 ландшафтных опыта, 5 сравнительных полевых, 6 мелкоделяночных и 4 микрополевых) и агроэкологических полигонов на территории Северо-Запада РФ.

В ходе исследования было показано, что главной предпосылкой эффективности точной системы земледелия служит пространственная и временная неоднородность среды произрастания культурных растений, определяющаяся генезисом почвы, предшествующей деятельностью человека, изменчивостью климатических и погодных условий (Иванов, Якушев, Иванов, 2010; Иванов и др., 2014). Оценка её уровня в различных почвенно-генетических условиях показала, что в наиболее контрастных структурах почвенного покрова в виде мозаик варьирование параметров плодородия как в лесу, так и на пашне предопределил литогенный фактор. На пятнистостях резче проявлялось влияние антропогенного фактора дифференциации. Даже на дерново-карбонатных почвах при благоприятном среднестатистическом раскладе дифференциация ряда свойств столь велика, что минимальные нормативные показатели на применение точных систем зем-

леделия здесь были превышены на 75 % обследованных землепользований. В наиболее контрастных почвенных комбинациях резко выражена неоднородность не только агрохимических, но и агрофизических свойств почвы (до 25 – 30 %). Причём, таких фундаментальных для земледелия как гранулометрический состав, наименьшая влагоёмкость и т.д. (Иванов и др., 2014). Научно-обоснованная корректировка агротехнически с учётом этой неоднородности повышает их агрономический и экологический эффект. Выполнение этого условия связано с освоением комплекса информационных технологий и использованием информационно-управляющих систем, объединяющих средства получения информации и управления производством (Якушев и др., 2008; Иванов и др., 2010).

Для наиболее неоднородных почвенно-агрохимических условий был разработан и апробирован приём точного окультуривания дерново-подзолистой почвы, позволивший в 3 – 5 раз снизить пространственное варьирование ряда показателей и резко повысить окупаемость удобрений (с 9,9 до 14,8 кг з.ед./кг NPK). По завершении ротации овощного севооборота рН_{KCl} увеличился с 5,41 до 6,70, содержание легкогидролизуемого азота, подвижных фосфатов и калия – с 45 до 105, с 371 до 472 и со 158 до 290 мг/кг соответственно. Положительная динамика затронула структуру почвы, а вместе с ней и весь комплекс водно-воздушных свойств и питательный режим. Полная окупаемость затрат на такую мелиорацию в севообороте составила 5 лет.

Наиболее рельефно отдача от этого нового вида мелиоративного воздействия проявлялась на фоне минеральной системы удобрения в овощном севообороте одного из ландшафтных опытов. Здесь продуктивность севооборота увеличилась на 132 % к контролю и на 42 % к зональной системе удобрения (с 2,5 до 4,2 и 6,0 т/га з.ед. соответственно). В ходе полевых испытаний было показано, что при использовании методики точных систем удобрения по мере повышения плодородия почв в нашем регионе отдача от удобрений не только не снижается, но и напротив, может быть повышена. Так впервые была достигнута окупаемость 1 кг д.в. основного удобрения зерновой культурой 20 кг з.ед.

Конечно, эффективность точных систем удобрения зависела и от биологических особенностей культур. Более требовательные к плодородию культуры, например, капуста белокочанная, морковь, картофель отзывались на дифференцированное применение навоза и минеральных удобрений лучше, чем редька чёрная или однолетние травы (Иванов, Лапа, Кошаченков, Иванова, 2017). Тем не менее, в среднем по севообороту обе точные системы удобрения, базирующиеся одна на точном окультуривании, другая – на ежегодном дифференцированном применении туков и периодическом – навоза обеспечили практически равное 110-116 % превосходство перед контролем и 12-15 % – перед зональной системой удобрения. В отличие от зональной системы удобрения, отдача от которой суще-

ственно зависела от почвенной разновидности по гранулометрическому составу, точным вариантам (особенно точному окультуриванию) удавалось в значительной мере элиминировать действие данного фактора.

Не менее широкий масштаб применения в регионе должен получить приём дифференцированной подкормки зерновых и многолетних злаков. Использование спектральных данных состояния их посевов позволило достигнуть окупаемости 1 кг азота 17-34 кг зерна, а при совместном внесении со стимуллайфом и до 70 кг.

В исследовании открыты перспективы в геореференсировании фитосанитарного состояния посевов и прецизионном применении пестицидов. В них уровень применения гербицидов сплошного действия оказывается прямо пропорциональным представленности очагов засорения многолетними сорняками. На имеющихся объектах оказалось возможным сократить расход Урагана-форте в борьбе с пыреем и осотами в 1,7-5,2 раза. Менее выраженный, но достоверный положительный эффект обеспечивает и сокращение дозы препарата в зависимости от уровня засорённости зерновых, фиксируемого спектрометром.

Таким образом, высокая пестрота почвенного плодородия – это естественно-историческая данность Северо-Запада РФ и преодолевать её нужно максимальной дифференциацией приёмов агротехники в системах агромерии, удобрения, обработки почвы, защиты растений. Развитие такого подхода с использованием новых информационно-технических, агротехнологических направлений и средств, позволило добиться в полевых в т.ч. и производственных экспериментах 78 – 90 % реализации потенциала продуктивности сортов.

Литература

1. Иванов А.И. и др. Рекомендации по применению технологий проведения агрохимических, агробиологических и реабилитационных мероприятий. СПб.: ГНУ Агрофизический НИИ РАСХН, 2009. – 207 с.
2. Иванов А.И. и др. Оценка параметров пространственной неоднородности показателей почвенного плодородия // Агрохимия. – 2014. - № 2. – С. 39–49.
3. Иванов А.И., Лапа В.В., Конашенков А.А., Иванова Ж.А. Биологические особенности ответа культур овощного севооборота на точные системы удобрения // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – т. 52. - № 3. – С.454-463.
4. Иванов И.А., Якушев В.П., Иванов А.И. Основы почвоведения, агрохимии и земледелия. СПб: Изд-во АФИ, 2010. - 236 с.
5. Шпаар Д. и др. Точное сельское хозяйство. С.-Пб.-Пушкин: Изд. СПб СРП «Павел» ВОГ, 2010. – 397 с.
6. Якушев В.П. и др. Реализация системы удобрения в точном земледелии // Земледелие. – 2008. – № 5. - С. 18–20.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОДЕЛЕЙ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Немцев С.Н., доктор сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ», г. Ульяновск, Россия

Введение. В лесостепной зоне на территории Пензенской, Ульяновской и Самарской областей преобладает средняя и сильная эрозионная опасность от действия водной эрозии почв [1,2].

В предложенном А.Н. Каштановым природно-сельскохозяйственном районировании земельного фонда областей Поволжья, в лесостепной зоне выделены две провинции: Среднерусская лесостепная, Предуральская лесостепная с тремя основными округами Верхне-Мокшинский, Сызранско-Свияжский, Кондурчинско-Черемшанский. В Пензенской, Ульяновской, Самарской областях проявляется преимущественно водная эрозия. Преобладающие формы рельефа в двух округах – возвышенно-увалистый со средней и сильной эрозионной опасностью, в одном Кондурчинско-Черемшанском – равнинно-волнистый. Преобладающие почвенные разности – выщелоченные черноземы и серые лесные почвы. Теплообеспеченность провинций колеблется от 2175 до 2325° С, коэффициент увлажнения – от 0,67 до 0,93, биоклиматическая продуктивность – от 98 до 114 баллов [4].

Центральной задачей, по мнению А.И. Шабаева, является конструирование и освоение оптимальных экологически устойчивых агроценозов и рациональное использование биоэнергетического потенциала конкретных территорий за счет более высокой адаптации систем земледелия на уровне типов агроландшафтов. В связи с этим очень важно правильно распределить и применить в соответствии с природными особенностями каждого участка различные элементы противоэрозионного комплекса [7].

Материалы и методы исследований. В 1968 г. в Ульяновском НИИСХ заложен крупномасштабный эксперимент по разработке и внедрению адаптивно-ландшафтных систем земледелия в противоэрозионном комплексе на базе ОПХ «Новоникулинское». Изучались закономерности проявления эрозионных процессов, миграции питательных веществ из почвы, эффективность приемов сохранения и воспроизводства плодородия почв (лесные полосы, водозадерживающие земляные валы, валы-террасы, буферные полосы на парах) в различных агроценозах (многолетние травы, противоэрозионные обработки почвы склоновых агроландшафтов) проводилось по общепринятым методикам на трех типах агроландшафтов: плакорно-равнинном полевом; склоново-ложбинном почвозащитном; склоново-овражном противоэрозионном.

Результаты исследований и их обсуждение. На основе многолетних исследований по почвозащитным технологиям на склоновых агроландшафтах нами сформированы принципиальные подходы к формирова-

нию адаптивно-ландшафтных систем земледелия, предложены их модели применительно к лесостепи Среднего Поволжья. По природным условиям и степени эродированности земель ОПХ «Новоникулинское» является типичным для лесостепи Среднего Поволжья. Из общей земельной территории 14,6 тыс.га в хозяйстве имеется земель, подверженных эрозии, на площади 14,0 тыс.га. Весь земельный массив расчленен в сильной степени овражно-балочной сетью с пологими от 1,5 до 5° и сильно вытянутыми до 3 км склонами. Густота овражно-балочной сети 1,5 км на 1 км² сельскохозяйственных угодий. Среднегодовое количество осадков 440 мм. Влагообеспеченность растений в среднем удовлетворительная.

За период с 1969 по 1975 гг. в ОПХ «Новоникулинское» проведено внутрихозяйственное устройство территории с учетом требований ландшафтного земледелия и ведения хозяйства. Противоэрозионный комплекс включает: правильную противоэрозионную организацию земельной территории, систему севооборотов, создание системы противоэрозионных лесных насаждений, почвозащитную обработку эродированных земель, укрепление вершин действующих оврагов гидротехническими сооружениями и водоотводящими валами

На полях ОПХ создана система противоэрозионных лесонасаждений, площадь которых составляет 350 га или около 3% от всей его земельной территории. Вновь созданные защитные лесные насаждения по своему назначению и возрастному составу распределены на следующие категории: полезащитные – 111,0 га, водорегулирующие -134,6 га, овражно-балочные – 104,4 га (табл. 1).

Таблица 1 – Категории лесных полос по ОПХ «Новоникулинское»

Категории полос	Площадь полос по годам, га								
	1949-1953	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	Итого
Полезащитные	40	4	11	30	22	-	4	-	111,0
Водорегулирующие	5	10,6	29	40	40	5	5	-	134,6
Приовражные	-	2,4	10	13	14	40	15	10	104,4
Всего:	45	17	50	83	76	45	24	10	350,0

Изучение продуктивности почвозащитных севооборотов показало, что она в большой степени зависит от состава культур (табл. 2).

Продуктивность зернотравяного севооборота на склоново-овражном типе агроландшафта была выше по всем показателям. Бобовые травы значительно улучшают качество получаемых кормов для животноводства. В целом, продуктивность зернотравяного севооборота на склоново-овражном типе агроландшафта была выше по всем показателям, чем зернового на склоново-ложбинном. Сбор переваримого протеина с 1 га был выше на 70,8 кг, а сбор продукции в зерновых единицах на 21,3 единицы.

При детальном изучении почвозащитных севооборотов на склоново-овражном типе агроландшафта выявлено, что помимо высокой защищен-

ности от эрозии, они способствуют стабильному воспроизводству плодородия.

Таблица 2 – Продуктивность почвозащитных севооборотов на склоновых типах агроландшафтов (1995-2002 гг.)

Севооборот	Культуры	Сбор с 1 га пашни			
		зерна, з/массы, ц	всей продукции в к.ед., ц	протеина, кг	выход протеина, кг/з.
<i>Склоново-ложбинный тип агроландшафта</i>					
Зерновой	Озимая пшеница	22,7	22,7	284	12,5
	Яровая пшеница	21,8	21,8	322	14,8
	Горох	15,5	15,0	345	23,0
	Озимая пшеница	21,6	21,6	270	12,5
	Ячмень	20,9	20,9	188	9,0
<i>Склоново-овражный тип агроландшафта</i>					
Зернотравяной	Однолетние травы (зел. масса)	803,8	41,5	218,0	5,2
	Озимая пшеница	21,3	21,3	266	12,4
	Яровая пшеница	21,3	21,3	315	14,7
	Ячмень	17,8	17,8	160	8,9
	Многолетние травы (зел. масса)	151,6	75,8	591	7,8
	Многолетние травы (зел. масса)	145,3	72,6	588	7,8

Введение в севооборот многолетних бобовых трав значительно улучшает обстановку с балансом органического вещества. Так, при минерализации гумуса в количестве 333 кг/га, восстановление его за счет только растительных остатков составляет 500 кг/га. Положительный баланс гумуса составляет 167 кг/га.

На основе относительного сходства и различий по основным критериям почвенного покрова выделялись поля с различной степенью однородности, сгруппированные в шесть типов агроландшафтов (табл. 3).

Таблица 3 – Классификация земель по типам агроландшафтов в ОПХ «Новоникулинское»

Типы агроландшафтов	Агроресомелиоративное устройство	Севообороты	Площадь, га	Смыв, т/га	Максимальный % пашни	Уклон	Эрозион. устойчивость
1	2	3	4	5	6	7	8
Плакорно-равнинный полевой	Полезащитные лесополосы поперек господствующих ветров	Полевые зернопаропропашные, зернопаропропашные и зернокормовые	6457	до 1	75	до 1°	> 0,35
Склоново-ложбинный почвозащитный	Водорегулирующие лесополосы поперек склонов с обвалованием	Те же виды севооборотов с созданием в парах буферных полос, по-	3422	1-3	60	1-3°	0,35-0,15

		сев сидератов					
1	2	3	4	5	6	7	8
Склоново-овражный противозрозионный	Стокорегулирующие и приовражные лесополосы с валами-канавами. Строительство земляных валов. Выполаживание оврагов	Почвозащитные полевые и кормовые с занятыми парами, исключая пропашные	2034	3-5	45	3-5°	0,25-0,15
Балочно-овражный контурномелиоративный	Стокорегулирующие и приовражные лесополосы с валами-канавами и залужение водотоками. Укрепление вершин земляными валами и гидросооружениями	Почвозащитные с введение многолетних трав более 50%	1236	5-10	35	5-7°	< 0,15
Крутосклоновый лесолуговой	Контурное размещение лесополос. Сплошное облесение. Строительство гидросооружений и прудов	Длительное залужение, культурные пастбища	396	-	20	> 7°	-
Пойменно-водоохранный кормовой	Водоохранные, берегозакрепляющие и колковые насаждения	Сенокосно-пастбищный, гос. Заказник	649	-	10	-	-

Основываясь на многолетних исследованиях и опыте освоения почвозащитного комплекса в ОПХ «Новоникулинское», разработаны наиболее перспективные модели адаптивно-ландшафтных систем земледелия для лесостепи Среднего Поволжья на разных типах агроландшафта.

Модель системы адаптивно-ландшафтного земледелия для плакорно-равнинного типа агроландшафта

Высаживаются полезащитные прямолинейные лесные полосы поперек направления вредоносных ветров с продуваемой конструкцией. Наиболее подходящими древесными культурами являются: береза бородавчатая, тополь, лиственница, состоящая из 3-5 рядов с шириной междурядий 3 м. Расстояние между лесными полосами до 500 м. Наиболее эффективны зернопаровые и зернопаропропашные севообороты с использованием пашни

на 75-80%. Оптимальное чередование культур: чистый пар, озимые, яровая пшеница, горох, озимые, яровая пшеница. Система обработки почвы предусматривает сочетание отвальных, безотвальных и минимальных способов: в пару – безотвальная обработка, под яровую пшеницу после озимых – вспашка, под парозанимающие культуры – безотвальная обработка, под озимые в занятом пару – поверхностная обработка, под замыкающую культуру севооборота – безотвальная.

Для воспроизводства органического вещества в почве используется наряду с навозом измельченная солома зерновых культур.

Модель системы адаптивно-ландшафтного земледелия для склоново-ложбинного типа агроландшафта (1-3°)

Системное расположение водорегулирующих лесных полос поперек основного склона ветропродуваемой конструкции. По нижней опушке лесной полосы создают напашной земляной вал высотой 0,5 м. Расстояние между лесополосами до 450 метров. В качестве защитных лесных насаждений используют березу бородавчатую, лиственницу, тополь, а также плодовые культуры – яблоню, грушу.

Для усиления противоэрозионной роли на поле создаются напашные валы-террасы высотой 0,3-0,5 м, расположенные точно по горизонтам и рассчитанные на полное задержание осадков и валов наклонных, рассчитанных на безопасный (без размыва почвы) отвод непитавшихся талых вод в лесополосы. Валы-террасы способны предотвратить смыв почвы до 8 т/га.

Для предотвращения смыва почвы на парах и пропашных культурах в летний период ливневыми дождями высеваются буферные полосы из многолетних или однолетних трав (ширина 18-20 м). Буферные полосы из сеяных трав, размещенные по парам, предотвращают смыв почвы до 2,6 т с 1 га. Зернопаровые, зернопропашные севообороты с чистыми, сидеральными парами и многолетними травами. Примерное чередование – сидеральный пар, озимые, яровая пшеница, многолетние травы, яровые зерновые. Пашни 60-70%.

Система обработки – дифференцированная отвально-безотвальная с минимализацией. В чистом и сидеральном пару – безотвальная обработка, под яровые зерновые после озимых – безотвальная, под ячмень (в замыкающем поле) – вспашка.

Модель системы адаптивно-ландшафтного земледелия для склоново-овражного типа агроландшафта (3-5°)

Стокорегулирующие и приовражные лесные полосы в сочетании с валами-террасами, запрудами, валами-канавами, с залуженными водоотводами с размещением поперек склона и по горизонталям. Расстояние между лесными полосами до 400 м.

Напашные земляные валы высотой 0,5 м создаются по опушке лесной полосы. Основными древесными культурами являются: тополь, береза бородавчатая, лиственница, также используются кустарниковые культуры – акация желтая, барбарис, шиповник и др.

На поле создаются валы-террасы, находящиеся на расстоянии друг от друга 100-150 м, высотой 0,5 м. У основания склона строится водозадерживающий насыпной земляной вал высотой 1,2-1,3 м.

Севооборот – почвозащитный с буферными полосами однолетних и многолетних трав. Процент использования распаханых земель 35-50%. Почвозащитный зернотравяной севооборот, размещенный на данном типе агроландшафта, способен максимально защитить почву от эрозии в весенне-летний период. Защищенность поля данного севооборота составляет 66%. Примерное чередование культур: вико-овес, озимая пшеница, яровая пшеница, многолетние травы, многолетние травы. Способы обработки – стерневая плоскорезная и гребнекулисная (под вико-овес – вспашка или гребнекулисная обработка, под озимые – поверхностная, под яровую пшеницу – безотвальная и гребнекулисная).

Представленные три типа агроландшафта наиболее пригодны для возделывания сельскохозяйственных культур. В первом типе агроландшафта с более плодородными землями размещаются отзывчивые на плодородие культуры (сахарная и кормовая свекла, гречиха, кукуруза, картофель, озимая и яровая пшеница). Здесь допустимы 6-7 полевые севообороты с чистым паром. Во второй и третий тип агроландшафтов вошли относительно бедные, смытые и более пестрые по плодородию земли. Здесь размещены 4-5 полевые севообороты с занятым и сидеральным паром и с 1-2 полями многолетних трав. В них применяется почвозащитная система основной и предпосевной обработки. Из культур возделываются озимая рожь, овес, ячмень, горох, подсолнечник, однолетние и многолетние травы.

Внедрение противоэрозионного комплекса в хозяйстве полностью предотвратило развитие эрозионных процессов и приостановило процесс деградации почв. Содержание гумуса в средней и нижней частях склона в 2000 г. увеличилось по сравнению с 1971 г. на 0,2-0,4%, возросло содержание подвижного фосфора на 0,5-0,7 мг/100 г почвы и обменного калия – на 2,5-5,9 мг/100 г почвы. В результате внедрения комплекса противоэрозионных мероприятий полностью прекращено наступление оврагов на пахотные земли и сведена до минимума водная эрозия. Применение агротехнических, лесомелиоративных и гидротехнических мероприятий на зарегулированных водосборах сократило поверхностный сток в 4,6 раза и уменьшило смыв почвы в 3 раза. [3,5,6].

Заключение. Разработанные модели адаптивно-ландшафтных систем земледелия прошли обстоятельную производственную проверку в почвозащитном комплексе ОПХ «Новоникулинское» и могут широко применяться в хозяйствах Ульяновской области и других соседних областях

Среднего Поволжья. Они должны корректироваться с учетом социально-экономических, почвенных и климатических условий.

Литература

1. Иванов А.Л., Немцев Н.С., Каргин И.Ф., Немцев С.Н. Очерки по истории агрономии. – М. : Россельхозакадемия, 2008. – 496 с.,
2. И.Ф. Каргин, С.Н. Немцев, В.И. Каргин, Н.А. Перов, М.В. Боровой. Эволюция природных комплексов: возникновение, формирование, развитие, деградация и пути возрождения. – Москва: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2014. – 454 с.
3. Карпович К.И., Петров В.М. Разработка научных основ адаптивно-ландшафтных систем земледелия // Оптимизация агроландшафтов и адаптивно-ландшафтных систем земледелия: Науч.-техн. бюл. / ВНИИЗиЗПЭ. Курск, 2002. Вып. 1(70). С.26-27.
4. Каштанов А.Н. Научные основы почвоохранного земледелия на склонах. Почвозащитное земледелие на склонах. М.: Колос, 1983.
5. Немцев Н.С. Разработка и освоение систем ландшафтного земледелия в Ульяновской области // Земледелие. 2002. №4. С.4-5.
6. Немцев С.Н. Агроэкологические особенности почвозащитных систем земледелия в агроландшафтах лесостепи Среднего Поволжья: дис. ... доктора с.-х. наук: 06.01.01 / Немцев Сергей Николаевич. – Кинель, 2005. – 417 с.
7. Шабаев А.И. Особенности адаптивно-экологических систем земледелия по типам агроландшафтов Поволжья // Модели и технологии оптимизации земледелия: Сб. докл. междунар. науч.-практ. конф., 9-11 сентября 2003 г. / ВНИИЗиЗПЭ. Курск, 2003. С.103-108.

УДК:633.13(470.331)+631.6

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОЛОЗЕРНОГО ОВСА НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

Усанова З.И., д.с.-х.н., профессор, Булюкин Е.С.

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

Наиболее полное использование биоразнообразия, генетического потенциала сортов и гибридов является одним из путей повышения эффективности использования мелиорированных земель. В условиях Верхневолжья (Тверь) традиционно возделывается овес посевной пленчатой формы. Голозерный овес, практически, не используется в сельхозпредприятиях несмотря на существенные преимущества его по питательной ценности зерна в сравнении с пленчатым [1,2,5]. Это в большей мере объясняется слабой разработанностью технологии возделывания в регионе и отсутствием рекомендованных сортов. Не изучена возможность получения запрограммированных урожаев голозерного овса и использование высокотехнологичных препаратов нового поколения, эффективность которых подтверждена в посевах пленчатого овса [6].

В связи с этим целью наших исследований является разработка экономически выгодных вариантов технологий возделывания сортов голозерного овса на мелиорированных землях Верхневолжья с использованием высокотехнологичных препаратов нового поколения.

Условия, материалы и методы. Исследования проводили в 2012-2014 гг. в трехфакторном полевом опыте на дерново-среднеподзолистой остаточной карбонатной глееватой супесчаной почве на морене, осушенной закрытым дренажем на опытном поле Тверской ГСХА. До закладки опыта в почве содержалось: гумуса 2,08% (по Тюрину), $N_{л.г.}$ – 64 мг/кг, (по Корнфилду), P_2O_5 442 мг/кг и K_2O 96 мг/кг (по Кирсанову), $pH_{сол}$ – 6,91.

Схема опыта включала факторы: А-сорты: А₁- Вятский, А₂- Першерон; В- технологии: В₁- экологически чистая, без удобрения, В₂- экологически безопасная, НРК на урожай зерна 3т/га, В₃- интенсивная, НРК на урожай 4т/га; С- некорневая подкормка препаратами: С₁- без подкормки (контроль), С₂- Агрогумат Экстра, (АЭ), С₃- МАКС - Супер Гумат, (МСГ), С₄- Аквадон-Микро, (АМ), С₅- наносеребро - AgБион-2, (AgБ). AgБион-2 применяли в виде 0,1%-ного, другие препараты – 1,0%-ного раствора, расход рабочей жидкости 250 л/га.

Учетная площадь делянки 3-го порядка 36,7 м², 2-го- 183,6 м², 1-го – 550,8 м², повторность-трехкратная, размещение вариантов - расщепленными делянками в рендомизированных блоках[3].

Объекты исследований, сорта - Вятский и Першерон, селекции ГНУ Зональный НИИСХ Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого и ГУ Фаленская селекционная станция имени Н.В. Рудницкого, а так же препараты: МАКС - Супер Гумат – удобрение на основе гуминовых кислот, производитель НПК «Колос-Агро», республика Татарстан; Аквадон-Микро – физиологически сбалансированные полимер-хелатные комплексы удобрений с широким диапазоном состава по микроэлементам, производитель ООО «Оргполимерсинтез», г. Санкт-Петербург; Агрогумат-Экстра- торфяной мелиорант с высоким содержанием гуминовых кислот, производитель ЗАО «Селигер-Холдинг», г. Тверь; AgБион-2 – антибактериальный и фунгицидный препарат нового поколения на основе коллоидного раствора наночастиц серебра, производитель ЗАО «Концерн» «Наноиндустрия», г. Москва.

Исследования проводили по существующим методикам в земледелии и растениеводстве[7]. Дозы удобрений рассчитывали балансовым методом[4], статистическую обработку – методом дисперсионного анализа[3].

В опыте соблюдали запрограммированные технологии. В соответствии с Государственным регистром (1999) экологически чистая агротехнология соответствует «экстенсивной», экологически безопасная – «нормальной», интенсивная – «интенсивной». Голозерный овес возделывали в звене севооборота: вико-овсяный пар – озимая рожь – яровая пшеница – голозерный овес. Удобрения в расчетных дозах НРК (В₂- $N_{60}P_0K_{55}$, В₃- $N_{90}P_0K_{90}$) вносили: калийные под первую культивацию (KCl), азотные – по вегетирующим растениям в фазу кущения (NH_4NO_3), некорневую подкормку – в фазу выхода в трубку (33 микрофаза по коду ВВСН).

Посев с нормой высева 5,5 млн.шт. всхожих семян на гектар проводили 9,14 и 10 мая (соответственно по годам) сеялкой СЗ-3,6. Опрыскивание гер-

бицидом Гранстар (15г/га+ПАВ «Тренд») в вариантах интенсивной технологии проводили один год (2014) в виду превышения экономического порога вредоносности. Уборка и учет урожая – поделяночно с помощью комбайна «TERION-2010». Урожай переводили на 100% чистоту и 14%-ю влажность.

Агрометеорологические условия в годы исследований были различными. Два года (2013 и 2014) были засушливыми, один (2012) – повышено влажный. Наибольший ущерб урожаю нанес дефицит влаги в 2014 г., который сочетался с высокими температурами и низким запасом влаги в почве к началу вегетации в результате малоснежной зимы. Гидротермический коэффициент (по Селянинову) составил в 2012, 2013 и 2014 гг. – 1,97; 1,05; и 1,05 при норме 1,55. Более благоприятным для голозерного овса оказался 2013 г. с теплым маем и июнем при нормальной обеспеченности влагой, что позволило в ряде вариантов некорневой подкормки, несмотря на засуху, получить близкую к запрограммированному урожайность.

Результаты исследований. Голозерный овес хорошо реагирует на более высокие температуры в период «посев-всходы» при нормальной влагообеспеченности. Так, в 2013г., когда температура воздуха во вторую декаду мая была на 4,9 и 3,2 °С выше, чем в 2012 и 2014 гг. и на 7,8 °С выше средне-многолетней нормы, начало всходов отмечено на 5 день, полные на 11 день, а в 2012 г. на 15 и 19 день, в 2014г. на 8 и 14 день от посева. Раннее прорастание и появление всходов оказало положительное влияние на полевую всхожесть, сохранность, густоту стояния и длину вегетационного периода. Вегетационный период (посев-твердая спелость) в 2013г. был (96 дней) короче, чем в 2012г. на 12 дней, в 2014г. на 5 дней и больше соответствовал генотипу сортов.

Сорт Першерон отличается более высокой сохранностью растений от всходов до уборки и густотой стояния к уборке на В₂ и В₃ (таблица 1). Так, в среднем по технологиям сохранность сорта Першерон превышала этот показатель сорта Вятский на 4,9 % (В₁), 6,6% (В₂) и 6,3% (В₃), а густота стояния к уборке соответственно на 20,4, 15 и 19 шт./м². Сорта положительно реагируют на некорневую подкормку, но неодинаково отзываются на отдельные препараты на разных технологиях. Так, сорт Вятский в большей мере увеличивает сохранность на В₁ от МАКС - Супер Гумата (на 3,8%), на В₂ от МАКС - Супер Гумата и Аквадон - Микро (6,1%), на В₃ от АгБион-2 (на 6,2%), а сорт Першерон соответственно по технологиям, от Аквадон - Микро (на 7,0%), АгБион-2 (на 14,7%) и АгроГумат Экстра (на 14,0%), АгроГумат Экстра (на 8,4%). Некорневые подкормки всеми препаратами способствуют росту сохранности растений и густоты стояния к уборке. Повышение фона минерального питания по технологиям В₂ и В₃ в большей мере увеличивает густоту стояния к уборке по сорту Першерон (на 25,5 и 26,6 %) по сорту Вятский (на 9,8 и 9,7%).

В фотосинтезе овса большая роль принадлежит листовой поверхности [4,6]. На мелиорированных землях Верхневолжья в лучших вариантах техно-

логии голозерный овес формирует близкую к оптимальной площадь листьев посева. Так, в среднем за 3 года посевы интенсивной технологии сорта Вятский в варианте с некорневой подкормкой препаратом Аквадон - Микро сформировал площадь листьев в период максимума (фаза выметывания) 41,65 тыс.м²/га, а у сорта Першерон при подкормке AgБион-2- 44,65 тыс.м²/га. В этих вариантах создавался более мощный фотосинтетический потенциал посева (1693 и 1966 тыс. м²*сутки /га), что позволило сорту Першерон накопить в этом варианте технологии более высокую урожайность в опыте.

Таблица 1 – Показатели продуктивности посева сортов голозерного овса, среднее за 2012-2014 гг.

Технология (В)	Вариант некорневой подкормки(С)	Сорт Вятский (А ₁)				Сорт Першерон (А ₂)			
		густота стояния, шт./м ²	сохранность, %	макс. площадь листьев, тыс.м ² /га	ФПП, тыс.м ² *сутки/га	густота стояния, шт./м	сохранность, %	макс. площадь листьев, тыс.м ² /га	ФПП, тыс.м ² *сутки/га
В ₁	Б/П	268	69,5	16,58	732	246	70,4	15,98	714
	АЭ	289	72,2	18,73	886	252	74,6	16,53	789
	МСГ	285	73,3	14,96	786	279	76,2	14,81	727
	АМ	301	65,4	17,88	858	269	77,4	15,10	725
	AgБ	311	69,8	17,21	869	290	75,9	14,60	767
В среднем		291	70,0	17,10	826	267	74,9	15,40	746
В ₂	Б/П	301	72,9	28,20	1241	291	71,2	28,43	1377
	АЭ	298	68,1	27,59	1237	358	85,2	23,98	1378
	МСГ	355	79,0	31,16	1551	345	84,1	27,67	1341
	АМ	336	79,0	36,97	1782	318	77,5	34,45	1464
	AgБ	313	71,9	35,80	1460	365	85,9	29,93	1404
В среднем		320	74,2	31,90	1454	335	80,8	28,90	1353
В ₃	Б/П	289	75,6	23,98	1150	312	77,7	30,78	1356
	АЭ	319	75,6	31,42	1351	345	86,1	33,87	1766
	МСГ	327	74,6	29,66	1356	364	85,8	26,95	1379
	АМ	324	76,9	41,65	1391	318	80,6	27,09	1320
	AgБ	337	81,8	30,72	1301	354	85,8	44,65	1966
В среднем		319	76,9	31,50	1370	338	83,2	32,7	1557

Повышение фона минерального питания увеличивает площадь листьев посева. Так, у сорта Вятский она возростала по В₂ на 87,1, по В₃ на 84,4%, а у сорта Першерон соответственно на 87,7 и 112,3%. Более значительный рост площади листьев, в среднем по технологиям, у сорта Вятский вызывает опрыскивание посевов препаратом Аквадон-Микро (на 9,2%), у сорта Першерон – AgБион-2 (на 18,6%) в связи с повышением устойчивости растений к болезням и сохранности их.

Фотосинтетический потенциал посева (ФПП) изменялся под влиянием изучаемых факторов по тем же закономерностям, как и площадь листьев посева. Улучшение минерального питания растений на технологиях В₂ и В₃ увеличивало мощность ФПП у сорта Вятский на 76,0 и 65,8%, у сорта Першерон на 81,2 и 108,7%. Наибольший рост ФПП вызывает некорневая подкормка по сорту Вятский Аквадон-Микро (на 38,8%), по сорту Першерон AgБион-2 (на 20,0%). Урожай формируется в процессе фотосинтеза и является интегрированной величиной густоты продуктивного стеблестоя и массы зерна с соцветия. Голозерный овес в Верхневолжье на мелиорированных землях более высокую урожайность накапливает как за счет увеличения густоты продуктивного стеблестоя, так и повышения массы зерна с метелки. Так, в повышении урожайности при некорневой подкормке препаратом МАКС - Супер Гумат у сорта Вятский по всем технологиям большую роль в накоплении урожая сыграло увеличение массы зерна с метелки, а у сорта Першерон – количество продуктивных побегов (таблица 2).

Таблица 2 – Продуктивность и экономическая эффективность возделывания сортов голозерного овса, среднее за 2012-2014 гг.

Технология (В)	Вариант некорневой подкормки (С)	Сорт Вятский (А ₁)				Сорт Першерон (А ₂)			
		продуктивность, шт./м ²	урожайность т/га	УЧД, тыс.руб./га	уровень рентабельности, %	продуктивность, шт./м ²	урожайность т/га	УЧД, тыс.руб./га	уровень рентабельности, %
В ₁	Б/П	290	1,10	4,03	26,7	266	1,08	2,89	18,2
	АЭ	327	1,18	4,99	30,5	286	1,38	7,53	42,3
	МСГ	318	1,42	9,15	55,3	336	1,59	11,19	63,6
	АМ	348	1,24	6,24	38,5	332	1,47	9,29	53,6
	AgБ	389	1,34	7,07	41,1	357	1,59	10,45	57,0
В среднем		334	1,26	6,30	38,4	315	1,42	8,27	47,1
В ₂	Б/П	346	1,71	6,58	27,0	360	1,57	3,40	13,6
	АЭ	354	1,93	9,12	35,4	430	2,00	9,48	35,5
	МСГ	470	2,12	13,44	48,0	471	2,17	12,46	46,5
	АМ	394	1,98	10,21	39,8	382	2,10	11,40	42,9
	AgБ	385	2,35	15,58	57,8	436	2,26	11,24	47,9
В среднем		390	2,02	10,79	41,0	416	2,02	10,00	37,3
В ₃	Б/П	373	2,18	9,87	33,4	346	2,12	8,04	26,5
	АЭ	404	2,53	14,59	46,8	427	2,54	13,94	43,5
	МСГ	402	2,80	19,25	61,2	467	2,69	16,58	51,6
	АМ	372	2,63	15,51	53,1	382	2,61	15,35	48,1
	AgБ	419	2,84	19,19	59,6	432	2,88	19,04	57,5
В среднем		385	2,59	15,88	50,8	411	2,57	14,59	45,44
НСР ₀₅ : частных различий – 0,242									
Для главных эффектов – 0,099									
Парных взаимодействий – 0,171									

Повышение урожайности от некорневой подкормки AgБион-2, преимущественно (на технологиях В₁ и В₃) происходит за счет роста числа продуктивных побегов.

Более высокая урожайность обоих сортов сформирована в вариантах технологий с некорневой подкормкой препаратами МАКС - Супер Гумат и AgБион-2. Сорта слабо различаются по продуктивности. Повышение фона минерального питания при возделывании по технологиям В₂ и В₃ увеличивает урожайность сорта Вятский на 0,60 (42,2%) и 1,15т/га (81,0%). Некорневые подкормки всеми препаратами повышают урожайность в разных вариантах сорта Вятский на 0,14-0,66т/га, сорта Першерон на 0,30-0,76т/га, что превышает НСР₀₅. Лучшими являются варианты технологий с применением препаратов МАКС - Супер Гумат и AgБион-2.

Внесение расчетных доз удобрений в среднем за 3 года не обеспечило получение запрограммированных урожаев обоих сортов из-за значительного отклонения тепло- и влагообеспеченности посевов в течении вегетации от среднепогодной нормы. Более близкую к расчетной урожайность накопили сорта в 2013г. В вариантах с некорневой подкормкой наносеребром AgБион-2. Она составила у сорта Вятский на В₂-3,2т/га, на В₃-3,81т/га (расчет на 3 и 4 т/га), а у сорта Першерон – 2,59 и 3,42т/га.

Экономически более выгодными являются варианты технологий возделывания с применением гуминового удобрения МАКС - Супер Гумат и наносеребра AgБион-2. Максимальный условно чистый доход (19,19 и 19,25 тыс.руб/га) и уровень рентабельности (59,6 и 61,2%) обеспечивает возделывание сорта Вятский по интенсивной технологии (В₃) с применением некорневой подкормки наносеребром AgБион-2 и гуминовым удобрением МАКС - Супер Гумат. Возделывание сорта Вятский по нормальной (В₂) и интенсивной (В₃) технологиям повышает УЧД (в среднем по вариантам) на 4,49 и 9,58 тыс.руб/га (71,3 и 152,1%), а уровень рентабельности производства на 2,6 и 12,4 абс. %.

В среднем по технологиям, применение некорневых подкормок повышает уровень рентабельности по сорту вятский на 8,54-23,8 абс.%, а по сорту Першерон на 21,31-34,71%, максимально от AgБион-2.

Заключение. На мелиорированных землях Верхневолжья (Тверь) возделывание голозерного овса экономически выгодно.

Наиболее эффективными являются варианты технологий возделывания обоих сортов с применением некорневой подкормки гуминовым удобрением МАКС - Супер Гумат или наносеребром AgБион-2, которые обеспечивают получение более высокого УЧД и уровня рентабельности производства. В среднем по технологиям в этих вариантах получена по сорту Вятский 13,61 и 13,95 тыс.руб./га УЧД (199,3 и 204,2% к контролю), по сорту Першерон 13,41 и 14,24 тыс.руб./га (280,7 и 298,2% к контролю) с уровнем рентабельности соответственно по сортам 52,83-54,83% и 53,90-54,13%.

В годы с благоприятным распределением тепла и влаги в течение вегетации (2013) голозерный овес формирует близкие к расчетным урожаи зерна в 3,0 и 4,0 т/га.

Литература.

1. Баталова, Г.А. Биология и генетика овса./Г.А. Баталова, Е.М. Лисицын, И.И. Русакова-Киров.: НИИСХ Северо-Востока, 2008.-456с.
2. Баталова, Г.А. Влияние элементов технологии возделывания на формирование качества зерна голозерного овса/Г.А. Баталова//Достижения науки и техники АПК. - 2012. - № 10. - С.35-37.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта/Б.А. Доспехов.-М.: Агропромиздат, 1985.-351с.
4. Каюмов, М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур/М.К. Каюмов.-М.: Агропромиздат, 1989.-320с.
5. Лань, Т. Голозерный овес в рационах/Т. Лань//Животноводство России. -2005, №6. С. 23
6. Усанова, З.И. Эффективность применения новых видов удобрений и наноматериала в технологии возделывания овса / З.И. Усанова, А.С. Васильев// Достижения науки и техники АПК. – 2012. - № 8. – С. 19-22
7. Усанова, З.И. Методика выполнения научных исследований по растениеводству/ З.И. Усанова. – Тверь: Тверская ГСХА, 2015. – 143 с.

УДК 631.674:635.25

ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГИБРИДОВ РЕПЧАТОГО ЛУКА ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

Выборнов В.В., кандидат сельскохозяйственных наук,
*ФГБНУ ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова,
Волгоградский филиал, г. Волгоград, Россия*

Задача наращивания производства овощей относится к числу приоритетных в развитии аграрного сектора России. К тому же спрос на лук и продукты его переработки ежегодно растет, а предложение не может полностью удовлетворить спрос. Наиболее перспективным регионом для создания высокопродуктивных овощных агрофитоценозов является Нижнее Поволжье.

В условиях возрастающего дефицита водных и энергетических ресурсов в орошаемом овощеводстве большое значение придается выбору локальных технологий и способов полива, к которым относится капельное орошение. Анализ научного и производственного опыта капельного орошения лука в нашей стране и за рубежом выявил множество нерешенных вопросов [1,2,3]. Вопросы совершенствования технологии капельного орошения лука на репку с учетом биологических особенностей культуры, закономерностей продукционного процесса, потребления воды и элементов минерального питания представляют как теоретический, так и практический интерес для орошаемого земледелия. Очень важно оценить продуктивность перспективных сортов и гибридов репчатого лука для успешного расширения площадей под этой культурой и увеличения производства лука в регионе.

Применение минеральных удобрений при орошении, соблюдение комплекса агротехнических мероприятий позволят получать стабильные урожаи; обеспечивать получение луковиц высокого качества; рассматривать капельное орошение и внесение минеральных удобрений с поливной водой как основные факторы повышения плодородия орошаемых земель Нижнего Поволжья [4,5].

Цель исследований - оценить продуктивность перспективных гибридов репчатого лука для современных технологий выращивания при капельном орошении в сочетании с минеральным питанием, обеспечивающих при поддержании водного и питательного режимов получение до 100 т/га лука стандартного качества.

Полевые исследования проводили в КФХ «Выборнова В.Д.» Ленинского района Волгоградской области в 2014-2016 гг.

Опытный участок оборудован системой капельного орошения и устройством для внесения макро и микроудобрений. Почвы опытного участка характеризуются маломощным гумусовым горизонтом 0,15 м и низким содержанием гумуса в пахотном слое. Реакция почвенного раствора слабощелочная (рН 7,2 – 8,1). По содержанию доступных форм элементов питания почвы характеризуются низкой обеспеченностью легкогидролизуемым азотом (39 мг/кг сухой почвы) и подвижным фосфором (35,6 мг/кг сухой почвы), средней обеспеченностью обменным калием (331,3 мг/кг сухой почвы). По гранулометрическому составу почвы тяжело и среднесуглинистые.

Опыт закладывался методом расщепленных делянок. Закладка и проведение полевого эксперимента осуществлялась в соответствии с требованиями методики полевого опыта Б.А. Доспехова [6] и методики полевого опыта в овощеводстве [7]. Определение текущей влажности почвы проводили по ГОСТ 28268-89. Контроль качества продукции осуществляли в соответствии с ГОСТ 1723-86. На всех вариантах опыта рельеф, почвенные, гидрологические условия были идентичными. Требования репрезентативности, однородности почвенного покрова и истории опытного участка были соблюдены в соответствии с методикой [6]. Для исключения влияния почвенных разностей опыты закладывались в четырехкратной повторности.

По площади земельного участка опыт закладывался методом расщепленных делянок. Варианты водного режима почвы и режима минерального питания располагались поперек опытного участка. Размещение вариантов в пределах фактора рендомизированное. Общая площадь опытного участка 10 га. Площадь одного организованного повторения 0,25 га. Площадь учетной делянки опыта, образованной сочетанием всех изучаемых в опыте факторов в одной повторности составляет 300 м². Форма и направление делянок, а также размеры защитных полос принимались в соответствии с требованиями общепринятых методик.

Полевой опыт был заложен по плану полного факториального эксперимента, который включал в себя следующие варианты:

- перспективные гибриды репчатого лука (фактор А);
- уровень предельно-допустимого влагосодержания в увлажняемой зоне почвогрунтов и горизонт промачивания почвы (фактор В);
- уровень минерального питания, ориентированный для получения разных уровней планируемой урожайности лука (фактор С);

Схемой опыта по фактору А изучались гибриды лука УниверсоF1, ВалероF1, БашарF1, Байрам F1, Эрика F1, Бонус F1, МанасF1.

Схемой опыта по фактору В были предусмотрены три уровня поддержания предполивной влажности почвы с использованием системы капельного орошения для различных горизонтов промачивания почвы:

В₁– поддержание предполивного порога влажности почвы в первой половине вегетации (от посева семян до формирования луковицы) в слое 0,3 м на уровне 80% НВ, во второй (от формирования луковицы до технической спелости) – 70% НВ в слое почвы 0,3 м;

В₂– поддержание предполивного порога влажности почвы в первой половине вегетации (от посева семян до формирования луковицы) в слое 0,3 м на уровне 80% НВ, во второй (от формирования луковицы до технической спелости) – 70% НВ в слое почвы 0,4 м;

В₃– поддержание предполивного порога влажности почвы в первой половине вегетации (от посева семян до формирования луковицы) на уровне 80% НВ в слое 0,3 м, во второй (от формирования луковицы до технической спелости) – 70% НВ в слое почвы 0,5 м.

Схемой опыта по пищевому режиму почвы (фактор С) было предусмотрено четыре варианта доз внесения удобрений, рассчитанных на получение четырех различных уровней урожайности лука:

В₁–без удобрений; (контроль)

В₂ – внесение N₁₀₀P₆₅K₃₀ на планируемый урожай лука 70 т/га;

В₃ – внесение N₁₅₀P₈₅K₈₀ на планируемый урожай лука 90 т/га;

В₄ – внесение N₂₀₀P₁₀₅K₁₃₀ на планируемый урожай лука 110 т/га;

Способ посева ленточный, шестистрочный. Посев осуществлялся итальянской вакуумной сеялкой точного высева Orietta фирмы Gaspardo. Норма высева 800 тысяч семян/га. Глубина посева семян 1 см. Четыре высевающих аппарата высевают заданную норму на ширину колеи трактора, в нашем случае на 1,80 м. Расстояние между высевающими аппаратами 0,20 м. Схема посева представлена на рисунке 1.

После посева участок был обработан гербицидом сплошного действия Стомп нормой 5 л/га. Против опасного вредителя как проволочный червяк почву обрабатывали препаратом «Диазол» нормой 3 л/га. Продолжительность действия препарата 21-30 дней, поэтому инсектицид вносили каждые 21-30 дней до фазы образования луковицы.

Для борьбы с луковой мухой и мухой-минером эффективным препа-

ратом является «Конфидор». В течение вегетационного периода проводилось два полива через 40 дней с нормой 1 л/га, а также одновременно проводилось опрыскивание растений нормой 1 л/га. В баковую смесь добавляли «Гумат Калия», снимающий стресс с растений.

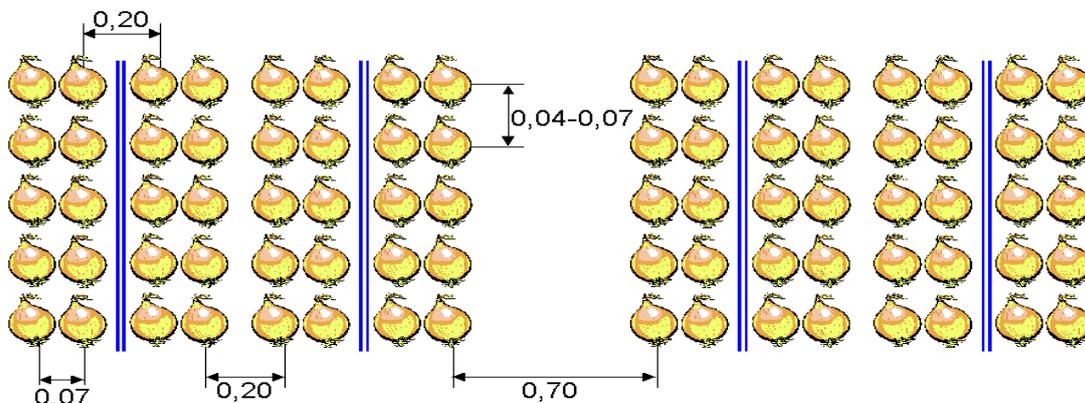


Рис 1 Схема посева лука.

В течение вегетационного периода против трипсов использовали препарат Циткор, проводили два опрыскивания нормой 1 л/га.

В качестве химических средств борьбы против болезни применялись фунгицид «РидомилГолд МЦ» нормой 2,5 кг/га и через 14 дней «Абига Пик» нормой 3 л/га. Все обработки осуществлялись с использованием опрыскивателя Jar-Met емкостью 600 л.

Поливы продолжали до начала периода технической спелости. За три недели до уборки поливы прекращали.

Внесение удобрений при капельном поливе было разбито на два этапа: основное внесение и с поливной водой (фертигация). Под посевы репчатого лука в основное внесение удобрений давали 10% азотных, 60% фосфорных и 30% калийных удобрений. Для основного внесения удобрений применяли аммофос, нитроаммофос, суперфосфат. Учитывая схему расположения капельных линий, удобрения вносили ленточным способом в зону будущих рядов репчатого лука. В разработке модели фертигации учитывали факт высокой корреляции между нарастанием вегетативной массы и количеством потребляемых элементов питания растениями в течение вегетационного периода с учетом особенностей отдельных фаз вегетации. Оросительные поливы проводились при достижении запланированной предполивной влажности почвы согласно схеме опытов. При совпадении графика орошения и фертигации, подкормку проводили в конце оросительного полива.

Для внесения с поливной водой использовали только полностью растворимые удобрения, чтобы в них не было вредных примесей, натрия, хлора. Это аммофос, аммиачная и калийная селитра, сульфат калия, карбамид. В качестве удобрений использовали и ортофосфорную кислоту.

По совокупности гидротермических условий, вегетационный период

лука в 2014 году характеризуется как сухой, в 2015 году – как среднезасушливый, в 2016 году – среднемноголетним уровнем поступления метеоросурсов.

Наблюдения за ростом и развитием изучаемых гибридов лука показали, что продолжительность вегетационного периода у гибридов Универсо, Манас, Валеро, Башар, Эрика, Бонус в пределах 100-115, в отдельные годы не превышала 110 дней. У гибрида Байрам на 15-30 дней вегетационный период продолжается дольше, в среднем за 3 года составила 128 дней.

Размер луковицы у гибрида Универсо в среднем 94 мм, а у Манаса не более 90 мм. Большая масса луковиц 130-180 г у гибридов Башар и Эрика.

Средняя оросительная норма по вариантам водного режима почвы (Фактор В) в зависимости от поддерживаемого порога предполивной влажности почвы составила 3440 (В1), 3690 (В2), 3710 (В3). Поливная норма изменялась от 180, 240 и до 300 м³/га и соответствовала глубине увлажняемого слоя почвы.

Таблица 2 – Урожайность гибридов репчатого лука по вариантам опыта (N200P100K140 - фактор С3)

Гибриды лука (фактор А)	Мощность увлажняемого слоя, м (фактор В)	Урожайность, т/га		
		2014 г.	2015 г.	2016 г.
Универсо F1	0,3-0,3	92,7	88,5	97,3
	0,3-0,4	105	98	108
	0,3-0,5	98,2	90,1	103,4
МанасF1	0,3-0,3	90,1	87,3	82,6
	0,3-0,4	102,4	95,4	90,3
	0,3-0,5	94,1	92,2	85,7
ВалероF1	0,3-0,3	83,4	85,2	80,6
	0,3-0,4	91,3	87,2	89,5
	0,3-0,5	86,1	86	83,4
БашарF1	0,3-0,3	82,8	81,5	79,7
	0,3-0,4	86,9	90,1	87,6
	0,3-0,5	83,5	82,2	84,1
Байрам F1	0,3-0,3	82,4	88,5	90,1
	0,3-0,4	107,2	97,6	97,6
	0,3-0,5	90,3	94,7	95,5
Эрика F1	0,3-0,3	83	79,9	79,3
	0,3-0,4	89,5	91,3	90,5
	0,3-0,5	85,1	87	87,2
Бонус F1	0,3-0,3	77,5	79	78,4
	0,3-0,4	90,1	93,8	99,5
	0,3-0,5	85,2	87,1	84,3
НСР ₀₅	Фактор А (гибрид)	3,00	2,31	2,58
	Фактор В (глубина увлажнения)	1,97	1,51	1,69
	Для частных средних	5,20	3,99	4,46

Динамика урожайных данных, полученных по вариантам полевого опыта, характеризуется устойчивым трендом общей повторяемости численных распределений во все годы исследований (таблица 2). Это позволяет установить регрессионные зависимости между полученными в опытах урожайными данными и варьируемыми значениями изучаемых факторов.

На протяжении 2014-2016 гг. урожайность репчатого лука при равных факторах А и В для данных лет практически не изменяется. С увеличением глубины увлажнения урожайность падает. Высокие урожаи были получены при глубине увлажнения 0,3 м и водном режиме 80 % НВ в период от посева семян до формирования луковицы и слое 0,4 м 70 % НВ в период от формирования луковицы до технической спелости.

Проведенная оценка продуктивности гибридов репчатого лука позволила рекомендовать их для широкого производственного внедрения в хозяйствах Волгоградской области независимо от форм собственности. Площади посева репчатого лука рассмотренными гибридами в 2017 году в крестьянско-фермерских хозяйствах Волгоградской области составляют более 1200 га.

Литература

1. Литвинов С.С. Научные основы современного овощеводства. М.: ВНИИО 2008. 776с.
2. Бородычев В.В. Современные технологии капельного орошения сельскохозяйственных культур [Текст]: научное издание / В.В. Бородычев. - Коломна: ФГНУ ВНИИ «Радуга», 2010. – 241 с.
3. Бородычев В.В., Казаченко В.С. Режим орошения и продуктивность репчатого лука / Мелиорация и водное хозяйство, 2011. - № 2. – С.31-33.
4. Кизяев Б.М., Салдаев А.М., Бородычев В.В., Дубенок Н.Н., Шенцева Е.В. и др. Устройство для внесения с поливной водой микроэлементов, химмелиорантов, гербицидов, пестицидов и макроудобрений в системах капельного орошения, мобильных дождевальными машинами кругового и фронтального действия и многоопорных дождевальными машинами позиционного действия фронтального перемещения / Б.М. Кизяев, А.М. Салдаев, В.В. Бородычев, Н.Н. Дубенок, Шенцева Е.В. и др. // Патент РФ № 2343681. Приоритет от 08.08.2007 г. Опубликовано 20.01.2009 г.
5. Бородычев В.В., Салдаев А.М., Майер А.В. и др. Капельница. Патент на изобретение RUS 2223635 24.09.2001.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985.
7. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов // Россельхозакадемия, М.: 2011. – 648 с.

УДК 631.51

АДАПТИВНЫЕ ЭНЕРГО- И ПОЧВОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Кузина Е.В., кандидат с.-х. наук

ФГБНУ «Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», г. Ульяновск, Россия

Известно, что самым энергоемким и дорогостоящим элементом агротехнологий является обработка почвы [1]. В технологиях возделывания зер-

новых культур на неё приходится до 40% энергетических и 25 трудовых затрат и до половины расходуемого в земледелии горючего, в этой связи все большую актуальность приобретает проблема внедрения в производство новых технологий возделывания зерновых культур, обеспечивающих наименьшие затраты ресурсов. Совершенствование обработки почвы в сторону минимализации при разработке более эффективных и ресурсосберегающих почвозащитных технологий производства зерна имеет приоритетное значение [2,3,4]. Экономическая и энергетическая эффективность приемов возделывания сельскохозяйственных культур во многом определяется применяемыми техническими средствами [5, 6]. На основе полученных нами данных проведена сравнительная оценка способов основной обработки почвы.

Изучали эффективность отвальной, безотвальной, минимальной и гребнекулисной обработки почвы. За контроль в опытах была принята отвальная система основной обработки почвы. Исследования проводились в 2014-2016 годах в опыте возделывали озимую пшеницу (Харьковская 92). Варианты опыта закладывались на трех минеральных фонах $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Установлено, что при применении мелкой гребнекулисной обработки и гребнекулисной с почвоуглублением до 30-32 см плотность почвы не выходила за рамки оптимальных параметров для роста и развития растений озимой пшеницы ($1,26-1,27 \text{ г/см}^3$). Содержание агрономически ценных структурных отдельностей по сравнению со вспашкой возрастало на 1,6-4,6 %, повышалась нитрификационная способность и микробиологическая деятельность в пахотном слое почвы на 34-61 %, и 2,4-4,9%. За счет формирования противоэрозионных микропорежей из стерневых кулис, земляных валиков и водопоглощающих элементов с факультативным почвоуглублением увеличивалось накопление продуктивной влаги в пахотном слое почвы на 17-35 % в метровом слое на 13-23%, что способствовало более благоприятной влагообеспеченности растений озимой пшеницы в течение всей вегетации. Лучшая обеспеченность нитратным азотом в сочетании с оптимальным увлажнением метрового слоя почвы, позволила получить более высокий урожай озимой пшеницы, средняя урожайность зерна, по гребнекулисным обработкам составила 4,82-4,89 т/га, что на 0,45-0,52 т/га больше, чем по вспашке. К тому же на этих вариантах уровень урожайности, полученный без применения удобрений, был выше, чем на вспашке с внесением $N_{30}P_{30}K_{30}$ на 0,10-0,15 т/га. Далее в убывающей последовательности, шли безотвальная, поверхностная (лушение со стернеукладчиком) и мелкая мульчирующая обработки, где по сравнению с контролем прибавки урожайности озимой пшеницы составили соответственно 0,34, 0,10 и 0,07 т/га.

Отсутствие механической осенней обработки снизило производство зерна на 0,64-0,71 т/га по сравнению с гребнекулисными обработками и на 0,19 т/га по сравнению с контролем.

Среднегодовая урожайность озимой пшеницы за 2013-2015гг. на естественном фоне плодородия составила 4,27 т/га. При внесении $N_{30}P_{30}K_{30}$ урожайность повышалась на 0,29 т/га, увеличение дозы удобрений до $N_{60}P_{60}K_{60}$ привело к росту продуктивности на 0,55 т/га по сравнению с не удобренным фоном.

На варианте без механической осенней обработки была отмечена самая низкая отзывчивость на внесение минеральных удобрений соответственно— 0,22-0,40 т/га. Наибольшая отзывчивость в сборе зерна от удобрений наблюдалась на вариантах гребнекулисной обработки и поверхностного лущения со стернеукладчиком, где прибавка составила при внесении $N_{30}P_{30}K_{30}$ - 0,35 т/га при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ - 0,61-0,67 т/га относительно естественного фона соответствующих обработок. На вариантах безотвальной и мелкой обработки от внесения дозы $N_{30}P_{30}K_{30}$ сбор зерна повышался на 0,24-0,26 т/га по сравнению с не удобренным фоном. Увеличение дозы удобрений до $N_{60}P_{60}K_{60}$ привело к росту продуктивности на 0,50-0,54 т/га. На контроле прибавка от изучаемых доз удобрений составила 0,30-0,51 т/га.

При различных способах основной обработки почвы на 1 га затрачивалось от 534 до 1016 руб., в том числе на горючее - от 246 до 534 руб. Затраты в МДж соответственно варьировали от 605 до 1172 в том числе на горючее - от 406 до 880 (таблица 1).

Таблица 1. Сравнительная эффективность способов основной обработки почвы при возделывании озимой пшеницы (2013-2015гг.)

Варианты обработки	Затраты на 1га, руб.		Затраты на 1га, МДж	
	всего	в т.ч.ГСМ	всего	в т.ч.ГСМ
Вспашка на 20-22 см	1016	534	1172	880
Безотвальная на 20-22 см	912	420	926	669
Гребнекулисная-10-12см	778	342	786	564
Мелкая на 10-12 см	818	362	845	596
Лущение со стернеукладчиком на 6-8см	534	246	605	406
Гребнекулисная с почвоуглублением до 30-32см.	888	400	907	659

Максимальные затраты средств и энергии происходили при обычной вспашке. Безотвальная обработка на 20-22см и гребнекулисная с почвоуглублением имели близкие показатели с небольшим преимуществом в пользу гребнекулисной обработки. На этих вариантах энергозатраты уменьшались на 21-23%, затраты на ГСМ на 21-25% по сравнению со вспашкой. При уменьшении глубины обработки до 10-12 см на мелкой мульчирующей и гребнекулисной обработках энергозатраты сокращались на 28-33%, а затраты на ГСМ на 32-36%. Наиболее экономичным по общим затратам оказался ва-

риант лущения со стернеукладчиком, где затраты снижались соответственно на 48 %, и 54%.

В зависимости от использования технических средств, применение безотвальных обработок почвы, включая гребнекулисные, мелкие и поверхностную обработку, обеспечивало в сравнении с обычной вспашкой снижение эксплуатационных затрат на обработку на 13-23%.

Проведение вспашки на 20-22 см требовало дополнительных затрат тяговых усилий, но не приводило к повышению урожайности озимой пшеницы. Вследствие этого по вспашке не зависимо от фона удобренности увеличивалась себестоимость единицы продукции, а уровень рентабельности снижался. Лучшие экономические показатели достигались при проведении гребнекулисных обработок, которые позволили значительно снизить трудовые, энергетические и материально-денежные затраты на основную обработку почвы и при этом получить урожай не ниже, чем на вспашке. Затраты совокупной техногенной энергии при возделывании озимой пшеницы по вариантам опыта изменялись от 33015 МДж/га, на варианте без основной обработки почвы до 38600 МДж/га – по вспашке. Различия между этими вариантами составило 5585 МДж/га или 14 %. Максимальное количество биогенной энергии накопленной в хозяйственно ценной части урожая озимой пшеницы отмечалось на вариантах с гребнекулисной обработкой 160270-162597 МДж/га.

Поверхностная обработка (лущение со стернеукладчиком) и вспашка снизили количество биогенной энергии накопленной в урожае на 9-11%, отказ от основной осенней обработки на 16% по сравнению с гребнекулисной обработкой.

Таблица 2. Энергетическая эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от способов основной обработки почвы (2013-2015 гг.)

№ варианта	Средняя урожайность, т/га	Затраты совокупной энергии, МДж/га	Накопление основной и побочной энергии, МДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
1	4,37	38600	145307	3,76
2	4,71	38105	156612	4,11
3	4,82	36110	160270	4,44
4	4,44	36090	147634	4,09
5	4,18	33015	138989	4,21
6	4,47	35720	148632	4,16
7	4,89	36495	162597	4,46

Коэффициент энергетической эффективности с учетом затрат техногенной энергии по вариантам опыта изменялся от 3,76 до 4,46. Его наибольшие значения были получены на вариантах с гребнекулисной об-

работкой почвы соответственно 4,44-4,46, что превысило его показатели по вспашке на 18-19 %, по обычной безотвальной и мелкой обработке на 8-9 %, по поверхностной на 6-7 %.

Подробный анализ энергетической эффективности способов обработки показывает, что лучшие показатели достигались при проведении гребнекульной обработки на разную глубину, чем при традиционной вспашке на 22 см. Безотвальная, мелкая мульчирующая и поверхностная обработки по энергетической эффективности несколько уступали вышеуказанным вариантам, однако имели показатели лучше, чем на контроле. И даже на варианте без основной осенней обработке, несмотря на недобор в накоплении энергии полученной продукции, за счет снижения энергозатрат на технологию возделывания энергетическая эффективность была выше, чем на вспашке.

Таким образом, сравнительная оценка способов обработки почвы при возделывании озимой пшеницы показала, что применение почвоулагодительных инновационных технологий с использованием комбинированных почвообрабатывающих агрегатов на основе минимализации и создания водоемкого гребнекульного микрорельефа обеспечивает важные агротехнологические и экономические преимущества по сравнению с традиционно сложившимися технологиями, что определяет высокую перспективу их освоения на черноземных почвах Среднего Поволжья.

Литература

1. Алтухов А.И. и др. Повышение эффективности производства зерна на основе научно-технического прогресса /Алтухов А.И., Нечаев В.И., Трубилин А.И., Карсанов К.Б., Санду А.И. - М.: АгриПресс, 2005.-208с.
2. Кузина Е.В. Ресурсосберегающие способы и сроки обработки почвы при возделывании зерновых культур в равнинных условиях Среднего Поволжья: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Саратов, 2006.-С-16-17.
3. Кузина Е. В. Экономическая эффективность способов и сроков обработки почвы при возделывании зерновых культур//«Пермский аграрный вестник» №2 (14), 2016г.- С.49-54.
4. Полянская Н. А. Повышение эффективности производства зерна на основе ресурсосберегающих технологий // Вестник НГИЭИ. 2012. № 5 (12). С. 77-93.
5. Степанов А.И. Интенсификация зернового производства: экономические проблемы. – М.: Экономика, 1983.-304 с.
6. Шабаев А.И., Михайлин Н.В., Курдюков Ю.Ф., Прянишников А.И., Соколов Н.М., Сайфуллин Р.Г., Сибикеев С.Н., Азизов З.М., и др. Перспективная ресурсосберегающая технология производства яровой пшеницы. // Методические рекомендации / Москва, 2008.

УДК: 633.521+631.8

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ВИДОВ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

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

Ориентация современной индустрии на использование возобновляемых сырьевых ресурсов увеличивает спрос в мире на технические культуры. Лен-долгунец является основным источником отечественного натурального волокнистого сырья, обладающими уникальными свойствами, что позволяет использовать продукты его переработки в различных отраслях промышленности. В отличие от других природных ресурсов сырья, лен-долгунец является ежегодно воспроизводимым, стратегически важным богатством России. Качество льноволокна – это комплексный показатель, включающий многочисленные параметры.

Многие элементы минерального питания растениями льна-долгунца потребляются в небольших количествах, но роль и значение их в формировании урожайности важная и значительная.

Управлять процессом питания и получать необходимый эффект в формировании качественной продукции льна-долгунца можно лишь при научно обоснованном применении удобрений в том числе и органоминеральных с учетом биологических и физиологических особенностей культуры, почвенных условий, степени кислотности и запасов макро- и микроэлементов в почвах.

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

В связи с этим нами проводились исследования в однофакторном

полевом опыте на опытном поле Тверской ГСХА на окультуренной дерново-среднеподзолистой остаточной карбонатной глееватой почве на морене, супесчаной по гранулометрическому составу, осушенной закрытым дренажом. До закладки опыта в почве содержалось гумуса – 2,06%, P₂O₅ - 280 и K₂O – 96 мг/кг, рН – 6,81

Схема опыта включала варианты: 1 – контроль без обработки, 2 – Сивид-Цинк (0,2кг/га) (в фазу ёлочка), 3 – Сивид-Бор (0,2кг/га) (в фазу ёлочка), 4 – Сивид-Комплекс (0,2кг/га) (в фазу ёлочка)

Объект исследований – сорт льна-долгунца Дипломат селекции ГНУ ВНИИ льна. В опыте были проведены все запланированные наблюдения и исследования.

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

Агроклиматические условия в год исследований характеризовались теплой погодой в мае до наступления второй декады июля, когда температура оказалась ниже нормы на 3,5°C. Среднесуточная температура воздуха превышала среднюю многолетнюю на 0,2-2,9°C. Незначительное количество осадков выпало в первой декаде мая -56% от нормы. Во второй декаде мая и третьей декаде июня осадков выпало соответственно 380 и 148%. Первая и вторая декады июня характеризовались тёплой погодой с небольшим количеством осадков. Среднесуточная температура воздуха была на 0,2-0,3°C выше нормы, осадков выпало 18 и 36% от нормы. Третья декада июня была отмечена повышенной температурой воздуха и обильными осадками – 148% от нормы. Сложившиеся погодные условия мая и июня способствовали дружному появлению всходов и быстрому росту льна-долгунца. Со второй декады июля наблюдалась холодная с осадками погода. Среднесуточная температура воздуха не превышала среднюю многолетнюю – 0,3-3,5°C. В целом метеорологические условия для роста и развития растений были благоприятные

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

Исследуемые органоминеральные удобрения значительно влияли на густоту стеблестоя льна. Если говорить о проценте сохранившихся к уборке растений, то при применении Сивид-Комплекс в дозе 0,2 кг/га он составил 89,8%. Несколько ниже 86,0% и 88,2% этот показатель составил при применении органоминеральных удобрений дозах Сивид-Цинк и Сивид-Бор кг/га соответственно.

Увеличение сохранности растений при применении органоминерального удобрения Сивид-Комплекс связано с тем, что его применение снижало поражённость льна кальциевым хлорозом (бактериозом). Установлено, что применении Сивид-Комплекс в посевах льна-долгунца способствовала снижению их зараженности кальциевым хлорозом до 48,3%. При его

применении пораженность растений кальциевым хлорозом в фазе ранней желтой спелости растений составила 2,5 – 2,6%, т.е. снизилась более чем в 10 раз. В варианте без обработки пораженность этой болезнью в фазе ранней жёлтой спелости составила 38,7%.

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

В фазу ёлочка растения в вариантах с внесением органоминерального удобрения превышали контроль на 1-2 см, в период быстрого роста на 2-6см, а в фазу бутонизации также на 2-6см. Максимальная высота растений была отмечена в 4 варианте 60см.

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

В наших исследованиях накопление надземной массы протекало более энергично в 4 варианте, к нему был близок 3 вариант, где применяли препарат Сивид- Бор в дозе 0,2 кг/га.

Так, в фазу ёлочка максимальное накопление массы отмечено в 4 варианте и составило 33 г., а в 3 варианте 28 г. В фазу быстрого роста в варианте с применением органоминерального удобрения в дозе 0,4 кг/га, отмечено максимальное накопление органической массы 92г., минимальное в 1 варианте 72г.

К фазе бутонизации, на всех вариантах с внесением органоминерального удобрения, накопление массы растений было выше, чем на контроле, и более высоким в 4 варианте.

Все испытанные в опыте варианты обработки льна обеспечили получение большего количества семян и соломы льна, чем контроль, что подтверждает дисперсионный анализ данных (таблица1).

Таблица 1 – Влияние органоминерального удобрения на урожайность соломы и семян льна ц/га

Вариант	Солома			Семена		
	Урожайность, ц/га	Прибавка		Урожайность, ц/га	Прибавка	
		ц/га	%		ц/га	%
Контроль без обработки	39,2	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0
Сивид-Цинк (0,2 кг/га)	44,8	5,6	14,2	5,4	1,2	28,5
Сивид-Бор (0,2 кг/га)	46,4	7,2	18,3	7,7	3,5	83,3
Сивид-Комплекс (0,2 кг/га)	49,8	10,6	27,0	8,2	4,0	95,2
НСР0,5	4,17	-	-	1,57	-	-

Самая низкая урожайность льносоломы (39,2 ц/га) и семян (4,2 ц/га) получены в контроле. Наибольшую прибавку из вариантов обработки по-

сево́в по урожайности семян и соломы обеспечил 4 вариант 8,2 и 49,8 ц/га соответственно, что на 4,0 и 10,6 ц/га выше контрольного варианта.

Применение различных органоминеральных удобрений позволило увеличить урожайность льносоломы и семян достоверно во всех вариантах опыта.

Таким образом, применение органоминеральных удобрений увеличивает семенную продуктивность льна-долгунца на 28,5-95,2%, а выход льносоломы на 14,2-27,0 %.

Литература

1. Сычѳв В.Г., Шафран С.А. Влияние агрохимических свойств почв на эффективность минеральных удобрений. – М.: ВНИИА, 2012. – 200 с. 257.
2. Тихомирова В.Я., Сорокина О.Ю. Взаимодействие магния, кальция и калия при по-ступлении в молодые растения льна-долгунца // Агрохимия, 2007. - № 3. - С. 28-33.
3. Тихомирова В.Я. Урожайность и качество волокнистой льнопродукции при разной обеспеченности почвы фосфором и калием // Плодородие, 2010. - № 1. – С. 9-10. 262.
4. Тихомирова В.Я., Васильев Г.А., Голубков Д.Н. и др. Обоснование к совершенствованию ассортимента удобрений с микроэлементами для льна-долгунца // Совершенствование перспективного ассортимента микроудобрений: Тез. докл. Всесоюз. совещ. 23-27 января 1990. М., 1990. - С. 29-30.
5. Технология и организация производства высококачественной продукции льна-долгунца / Под общ. ред. В.П. Понажева. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. - 148 с.

УДК 631. 6; 631. 4.

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ГОРЧИЦЫ НА СИДЕРАТ В СЕВООБОРОТЕ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Карасева О.В., к.с.-х.н., с.н.с., Салтунова О.В.

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

В последние десятилетия в АПК ряда областей Верхневолжья складывается парадоксальная ситуация. Из-за недостатка оборотных и финансовых средств значительно сократились объемы внесения минеральных и органических удобрений, химических мелиорантов, снизилась интенсивность использования и механической обработки пашни, очень много пашни используется не по назначению. Особый урон нанесен мелиорированным землям, которые возвращаются к своему исходному состоянию, перечеркивая немалые усилия, затраченные ранее на их окультуривание.

При многократном сокращении применения органических и минеральных удобрений резко возросла роль биоресурсов корневых, пожнивных и поукосных остатков в воспроизводстве органического вещества и элементов питания в пахотных почвах, а также в сбалансировании их в агротехногенном круговороте. Учитывая острый дефицит традиционный органических удобрений, предлагается расширить посевы культур, обогаща-

ющих почву органическим веществом, используя для этих целей сидерацию, сидеральных паров и т.п.

Направление и интенсивность использования с.х. производителем в обязательном порядке должно быть направлено на сохранение и/или повышение плодородия почв, биологизацию и получение экологически безопасной продукции. В настоящее время многие ученые аграрники выделяют в этом сложном вопросе такие мощные рычаги воздействия как коротко ротационные биологизированные севообороты с включение в них сидеральных паров. По нашим опытным данным для этих целей в условиях НЗ могут широко использоваться крестоцветные сидеральные культуры.

Долгосрочный опыт проводится с 1997 года в различных агроландшафтных условиях стационара ВНИИМЗ, расположенном в 4 км восточнее г.Твери в пределах конечно-моренного холма с относительной высотой 15м. Холм состоит из межхолмных депрессий (северной и южной), южного склона крутизной 3...5°, плоской вершины и северного склона крутизной 2...3°. Агроэкологическая трансекта пересекает все микроландшафтные позиции конечно-моренного холма: транзитно-аккумулятивные (Т-А) агромикроландшафты (АМЛ) межхолмных депрессий и нижних частей склонов, в которых преобладает аккумуляция влаги и питательных веществ; транзитные (Т) местоположения центральных частей склонов, характеризующихся боковым током влаги; элювиально-транзитные (Э-Т) позиции верхних частей склонов, где наряду с боковым током влаги наблюдается вертикальное промывание почвенного профиля и элювиально-аккумулятивные (Э-А) агромикроландшафты плоской вершины с вертикальным нисходящим током влаги и ее аккумуляцией в микро-понижениях.

Почвенный покров представлен дерново-подзолистыми глееватыми и глеевыми почвами на двучленных отложениях различной мощности. Южный склон характеризуется преобладанием песчаных и супесчаных почв, северный – супесчаных и легкосуглинистых разностей.

Определение продуктивности горчицы в точках опробования, регулярно расположенных на расстоянии 40 м друг от друга по трансекте – поле длиной 1300 м, разделенном на продольные параллельные полосы шириной 7,2 м под каждую культуру севооборота.

Горчица на сидерат применяется в наших опытах как предшественник озимой ржи. Посев ее проводится в оптимальные сроки (в начале июня). Уборка на зеленое удобрение в период наивысшего нарастания вегетативной массы (в фазу образования стручков) проведена скашиванием КИР-1,5 с измельчением и разбрасыванием зеленой массы по поверхности поля с дальнейшей заделкой в почву. Этот прием обеспечивает достаточно равномерное распределение сидеральной массы, прост в применении и мало затратен.

В 2017 году нами было проведено сравнение влияние севооборота и микроландшафтных условий на рост вегетативной массы горчицы, исполь-

зубомой на сидерат под озимую рожь. В опыте выявлено преобладающее влияние севооборота на продуктивность горчицы. Прибавка в среднем составила 23,7 ц/га (37,1 %) сухого вещества по сравнению с продуктивностью выводного поля, использованного 17 лет под сенокос. Те мероприятия (а они были минимальными, без применения удобрений и других химических средств и агротехнических приемов), которые проведены с целью реконструкции долговременного использования под сенокос, оказались недостаточными, не же ли чередование культур севооборота за этот же период времени. Отчуждение надземной массы с урожаем сена в течение 17 лет не восполняло опадом, потерями при уборке и частичным отмиранием корневой системы трав почвенных затрат и привело к утрате плодородия. В то время как в севообороте идет ежегодное восполнение органического вещества за счет корневых и пожнивных остатков возделываемых культур, потерь при уборке урожая и симбиотического азота при запашке многолетних трав 3 г.п.

Таблица – Влияние агроландшафтных условий на биологический урожай горчицы, 2017 год, ц/га сухого вещества (СВ)

АМЛ	Севооборотное поле		Выводное поле, опыт № 2	
	ц/га СВ	% от среднего	ц/га СВ	% от среднего
Т-Аю	58,4	91,5	29,6	73,8
Тс	71,2	111,6	39,5	98,5
Э-Тю	63,4	99,4	38,9	97,0
Э-А	56,2	88,1	50,2	125,2
Э-Тс	29,0	45,5	36,2	90,3
Тс	71,7	112,4	46,6	116,2
Т-Ас	96,9	151,9	39,6	98,8
Среднее	63,8	100,0	40,1	100,0
Н _{ср05} =	44,89		14,41	
Н _{ср В} =	22,45		-	
Н _{ср С} =	15,87		7,20	

Были отмечены различия в урожае горчицы в полях опыта. В севооборотном поле были достоверные колебания урожая по АМЛ (фактор В) и по почвам (фактор С), а в выводном поле – только по почвам. В условиях года в севооборотном поле выявлено некоторое преимущество в продуктивности горчицы на южном склоне, в то время как в выводном поле, наоборот, для нее более благоприятно складывались условия на северном склоне. При этом в севооборотном поле в транзитном варианте экспозиция склона на продуктивность горчицы не повлияла. В выводном поле в аналогичных вариантах прибавка на северном склоне составила 7,1 ц/га СВ.

Варианты транзитно-аккумулятивных АМЛ оказывали особо сильное влияние на продукционный процесс горчицы. В обоих опытах лучше набирали массу растения горчицы на северной экспозиции, чем на южной. На этих же вариантах проявлялось положительное влияние глеевой почве на прирост массы горчицы по сравнению с глееватой почвой. В основном

опыте преимущество в продуктивности на глеевых почвах составило 14,5 ц/га СВ и отмечено оно по всем вариантам (АМЛ) опыта, в транзитно-аккумулятивных АМЛ прибавка составила 21,8 ц/га. В выводном поле так же в Т-А агромикрорландшафтах преимущество в продуктивности горчицы составило 10,1 ц/га СВ (в среднем по опыту № 2 – 4,1 ц/га).

Таким образом, при огромном дефиците органических удобрений проблему сохранения и воспроизводства плодородия почв, в т.ч. дерново-подзолистых, возможно за счет использования сидеральных паров, которые по своему положительному влиянию на биологические показатели не уступают навозу. При этом особое внимание нужно уделять правильному подбору культур для чередования в севообороте, учитывая сокращающийся набор возделываемых сельскохозяйственных растений в АПК.

В результате многолетних исследований установлено, что во всех зонах страны при самом высоком уровне интенсификации земледелия применение удобрений, пестицидов, регуляторов роста, средств механизации и мелиорации не могут заменить высокую эффективность правильного, научно обоснованного чередования культур в севообороте. Однако фактически севообороты в хозяйствах стали травяными и зернотравяными.

Установлено, что элементы рельефа, особенности почвенного покрова и другие природные факторы влияют на продуктивность горчицы слабее, чем севооборот, т.е. чем антропогенные мероприятия в системе земледелия (агротехнические, мелиоративные и т.п.). Нарушение баланса биогенных элементов в земледелии ведет не только к уменьшению продуктивности культур (горчицы в данном случае), но и к снижению устойчивости агроландшафтов.

Влияние агроландшафтных условий на продукционный процесс культуры во многом зависит от характера местоположения. Наиболее уязвимы для горчицы продукционные процессы в пониженных частях рельефа в транзитно-аккумулятивных агромикрорландшафтах южного склона, а в севообороте – на вершине и верхней части северного склона, где, провоцируя стрессовые ситуации в начале вегетации, накладывали заметный отпечаток на образование сидеральной массы горчицы.

На основании полученных данных можно определить общие основы агро-мелиоративные мероприятия по оптимизации системы земледелия в севообороте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимова Т.Ю. Агрофитомелиоративные приемы повышения плодородия склоновых пахотных почв Центрального Нечерноземья. Рекультивация и использование залежных земель в Нечерноземной зоне России: теория и практика; материалы Междунар. научно-практической конференции. ГНУ ВНИИМЗ Россельхозакадемии, г. Тверь, ноябрь 2012 г. – Тверь: Твер. Гос. ун-т 2012. – стр.125-129.
2. Лошаков В.Г. Эффективность совместного использования севооборота и удобрений. Плодородие, № 2 (89), 2016 г. стр. 37-41.
3. Уланов А.К., Сордонова М.Н., Будажапов Л.В. Изменение гумусного состояния каштановой почвы при длительном изучении севооборотов с различными видами пара в условиях сухой степи Бурятии. Плодородие, № 1 (88), 2016 г. стр. 19-22.

4. Чекмарев П.А., Сорокин И.Б., Катаев М.Ю. Агроэкологическое состояние пахотных земель Томской и перспективы применения методов дистанционного зондирования. Земледелие, № 5, 2017 г. стр. 7-11.

УДК 631

РАЗНОГЛУБИННАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТАХ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

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

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

Существующая в настоящее время технология обработки почвы (дискование, вспашка, культивация) является энергоемким процессом, требующим значительных материальных и трудовых затрат. На обработку почвы приходится до 40% энергетических и 25% трудовых затрат от общего их количества, необходимого для возделывания озимых культур [7]. Наиболее распространенным приемом основной обработки почвы, в том числе и на осушаемых землях, является вспашка на глубину пахотного слоя. Основные направления совершенствования систем и приемов обработки почвы связаны с созданием глубокого корнеобитаемого слоя почвы, эффективных технологий и технических средств углубления пахотного слоя почвы, изучением возможности минимизации обработки почвы, разработкой ресурсосберегающих технологий и разноглубинных систем обработки почвы в севооборотах и др. [1,2,3,4,7]. Система дифференцированной обработки почвы должна строиться с учетом действия основных законов земледелия и требований культурных растений к условиям произрастания, соответствовать почвенно-климатическим условиям и зональным особенностям основных типов ландшафтов, функционально должна быть направлена на снижение или устранение факторов, лимитирующих уровень продуктивности (переувлажнение, переуплотнение, дегумификация, смывость и др.) сельскохозяйственных культур.

В основу рациональной системы обработки почвы должны быть положены принципы разноглубинности, минимизации и ресурсосбережения, почвозащитной целесообразности и агроэкологической адаптивности, обоснованного сочетания отвальных и безотвальных, а также глубоких, средних и мелких обработок, дифференцированного подхода к выбору приемов и технологий обработки почв. Интенсификация земледелия расширяет возможности для повышения производительности труда и снижения энергозатрат на проведение обработки почвы. Одним из реальных направлений снижения затрат на основную обработку почвы является уменьшение глубины ее проведения, что позволяет в этом случае исполь-

зовать на обработке более производительную почвообрабатывающую технику [1,2,3,4,5,6,7].

Цель настоящей работы – изучить влияние отдельных приемов и систем разной разноглубинной обработки почвы на урожайность полевых культур и продуктивность севооборотов на осушаемых минеральных почвах.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

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

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

№ системы обработки почвы	Чередование культур в севооборотах*					
	горохо-овсяная смесь	оз. рожь/ оз. пшеница	овес/ картофель	ячмень +МТ	озимая рожь	яровая пшеница
1.	Вс** – 20-22	Вс – 20-22	Вс – 20-22	Вс – 20-22	Вс – 20-22	Вс – 20-22
2.		Л - 10-12	Вс – 20-22	Л - 10-12	Вс – 20-22	Л - 10-12
3.		Л - 10-12	Л - 10-12	Л - 10-12	Вс – 20-22	Л - 10-12
4.	Вс. ВК - 30-32	Вс. ВК - 30-32	Вс. ВК - 30-32	Вс. ВК - 30-32	Вс. ВК - 30-32	Вс. ВК - 30-32
5.		Л - 10-12	Вс. ВК - 30-32	Л - 10-12	Вс. ВК - 30-32	Л - 10-12
6.	Вс – 28-30 - с припашкой 8-10 см и весенней перепахкой на ту же глубину	Вс – 28-30	Вс – 28-30	Вс – 28-30	Вс – 28-30	Вс – 28-30
7.		Вс – 20-22	Вс – 20-22	Вс – 20-22	Вс – 20-22	Вс – 20-22
8.		Л - 10-12	Л - 10-12	Л - 10-12	Вс – 28-30	Л - 10-12
9.	Д - 8-10, Ф - 20-22 - весной	Д – 8-10 Ф - 10-12	Д – 8-10 Ф - 10-12	Д – 8-10 Ф - 10-12	Д – 8-10 Ф - 20-22	Д – 8-10 Ф - 10-12
10.	Трехъярусная вспашка на 40-45 см	Вс – 20-22	Вс – 20-22	Вс – 20-22	Вс – 20-22	Вс – 20-22

- числитель – зернотравяной, знаменатель – плодосменный;
- ** Вс - 20-22 – вспашка на глубину 20-22 см; Вс.ВК- 30-32 – вспашка на 30-32 см плугом с вырезными корпусами; Вс -28-30 – вспашка на 28-30 см; Д - 8-10 – дискование на 8-10 см; Ф - 20-22(10-12) - фрезерование на 20-22 (10-12) см; Л - 10-12 – лемешное лушение на 10-12 см

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

Повторность опыта четырехкратная, учетная площадь делянки после расщепления 80 м², варианты в повторениях размещены рендомизированными блоками, перпендикулярно к дренам в 2 яруса. Учет урожая проводился методом сплошной уборки. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена методом дисперсионного анализа (Б.А. Доспехов, 1979). Опыты проводились на старопахотном среднекультуренном участке. Почва участка дерново-подзолистая, глееватая легкосуглинистая на карбонатной морене. Перед закладкой опыта пахотный слой (0-20 см) характеризовался следующими показателями: содержание гумуса 1,80-1,95%, рН солевой вытяжки 5,7-6,5, гидролитическая кислотность 1,2-1,9 мг.-экв. на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями 92%, содержание Р₂О₅ -121-174, К₂О -110-134 мг на кг почвы; подпахотный слой (20-40 см): содержание гумуса 0,57-0,70%, рН солевой вытяжки 5,1-6,3, гидролитическая кислотность 0,9-1,1 мг.-экв. на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями 92%, содержание Р₂О₅ – 88-125, К₂О – 33-106 мг на кг почвы. Плотность твердой фазы в слое 0-20 и 20-30 см - 2,61 г/см³, в слое 30-40 см – 2,65 г/см³. Наименьшая влагоемкость в пахотном слое почвы – 25,4 в % от веса и 33,8 % от объема почвы при объемной массе равной 1,33 г/см³.

Тип водного питания осушаемого участка – атмосферный. Участок осушен закрытым гончарным дренажем в 1972 году. Расстояние между дренами 20 м, глубина залегания дрен 0,9-1,2 м, длина дрен 130 м.

Агротехника возделывания культур в опыте была общепринятой за исключением изучаемых приемов обработки почвы. Вспашка в опыте проводилась плугами ПЛН-3-35 и ПТН-40, лушение луцильником ППЛ -5-25, фрезерование – фрезой ФБН-1,5, дискование - дисковой бороной БДТ-3,0, культивация – культиватором КПС - 4, безотвальная обработка - плоско-резом КПП-2,2. Предпосевная обработка под яровые культуры состояла из культивации, кроме варианта с фрезерованием, и обработки комбинированным агрегатом РВК-3,6. Под картофель весной проводилась безотвальная обработка на глубину 25-27 см. Органические удобрения, фосфорно-калийные удобрения вносились осенью под основную обработку, азотные – весной под культивацию.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

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

Влияние глубоких обработок почвы на урожайность культур проявилось, в основном, в паровом звене севооборота: однолетние травы (занятый пар) – озимые зерновые культуры. В среднем за 3 года урожайность зеленой массы однолетних трав по вариантам опыта составила 20,0-26,0 т/га, колебалась от 15,2 до 20,5 т/га в избыточно – влажные и от 20,9 до 28,8 т/га в засушливые и средние годы. Лучшие результаты по урожайности были получены на вариантах вспашки плугом с вырезными корпусами на глубину 30-32 см и 3-х ярусной вспашке на 40-45 см. Урожайность зеленой массы однолетних трав при вспашке плугом с вырезными корпусами увеличилась, в среднем за 3 года, на 5,0 т/га или 23,8%, при 3-х ярусной вспашке – на 3,1 т (14,7%) (табл.2, 3). Прибавки урожая от указанных приемов глубокой обработки почвы были одинаково высокими независимо от погодных условий года.

Таблица 2 – Влияние приемов основной обработки почвы на урожайность культур зернотравяного севооборота, т/га

№	Прием основной обработки почвы и номер поля	Номер поля и культура севооборота							
		1 одно- летние травы	2 озимая рожь	3 овес	4 ячмень	5 травы 1г.п.	6 травы 2г.п.	7 озимая рожь	8 яровая пшеница
1.	Вс - 20 -22 – 1-8 (контроль)	21,0	4,13	3,51	3,41	45,5	22,3	4,30	2,61
2.	Вс - 20 -22 – 1, 3, 7; Л-10 -12 – 2, 4, 8		4,13	3,55	3,44	47,1	23,8	4,29	2,41
3.	Вс - 20-22 – 1, 7; Л – 10 -12 – 2, 3, 4, 8		4,14	3,59	3,23	44,8	23,0	4,24	2,39
4.	Вс.ВК- 30 -32 -1-8	26,0	4,79	3,69	3,34	46,2	24,2	4,24	2,42
5.	Вс. ВК 30-32– 1, 3, 7; Л-10 -12 – 2, 4, 8		4,38	3,58	3,25	46,3	23,3	4,13	2,41
6.	Вс-28 -30 – 1-8	20,0	3,93	3,56	3,18	44,4	24,8	4,28	3,01
7.	Вс-28 -30 - 1; Вс-20 -22 – 2, 3,4,7,8		4,01	3,42	3,31	43,1	23,2	3,95	2,87

8.	Вс-28 -30 - 1; 7; Л - 10 -12 - 2, 3, 4, 8		3,98	3,59	3,22	42,5	23,7	4,08	2,41
9.	Ф -20 -22 - 1, 7; Ф -10 -12- 2,3,4,8	21,1	3,76	3,25	3,15	44,6	23,0	3,14	2,24
10.	3-х яр. вспашка на 40-45см - 1; Вс-20-22- 2, 3,4,7,8	24,1	4,57	3,66	3,56	46,1	23,3	4,13	2,89
	НСР ₀₅ , т/га	2,68	0,34	0,28	0,24	3,00	2,12	0,20	0,27

На вторых культурах паровых звеньев севооборотов вспашка плугом с вырезными корпусами и 3-х ярусная вспашка также обеспечили существенные прибавки урожая. В зернотравяном севообороте на озимой ржи прибавка урожая зерна при вспашке плугом с вырезными корпусами в среднем за 3 года составила 0,66 т/га (16,0%), озимой пшеницы в плодосменном севообороте – 0,44 т/га (12,9%). При 3-х ярусной вспашке прибавки урожая озимой ржи и озимой пшеницы были также высокими - соответственно 0,44 (10,6%) и 0,5 т/га (14,6%).

Таблица 3 – Влияние приемов основной обработки почвы на урожайность культур плодосменного севооборота, т/га.

№	Прием основной обработки почвы и номер поля	Номер поля и культура севооборота							
		1 одно- летние травы	2 озимая пшеница	3 карто- фель	4 ячмень	5 травы 1г.п.	6 травы 2г.п.	7 озимая рожь	8 яровая пшеница
1.	Вс - 20 -22 - 1-8 (контроль)	21,0	3,42	31,1	3,32	46,3	23,2	4,55	3,19
2.	Вс - 20 -22 - 1, 3, 7; Л-10 -12 - 2, 4, 8		3,42	31,2	3,44	45,6	23,1	4,37	2,96
3.	Вс- 20 -22 - 1, 7; Л- 10 -12 - 2, 3, 4, 8		3,43	30,7	3,55	46,0	22,4	4,31	2,70
4.	Вс.ВК- 30 -32 -1-8	26,0	3,86	33,1	3,24	47,9	24,0	4,45	3,26
5.	Вс. ВК 30-32- 1, 3, 7; Л-10 -12 - 2, 4, 8		3,63	32,2	3,14	47,9	21,2	4,35	3,13
6.	Вс-28 -30 - 1-8	20,0	3,70	31,5	3,18	46,0	24,1	4,43	3,27
7.	Вс-28 -30 - 1,7; Вс-20 -22 - 2, 3,4,8		3,53	30,9	3,21	46,9	21,4	4,39	3,23
8.	Вс-28 -30 - 1; 7; Л - 10 -12 - 2, 3, 4, 8		3,47	30,8	3,37	46,2	23,2	4,44	2,88
9.	Ф -20 -22 - 1, 7; Ф -10 -12- 2,3,4,8	21,1	3,01	31,7	3,36	46,3	21,0	3,44	2,67
10.	3-х яр. вспашка на 40-45см - 1; Вс-20-22- 2, 3,4,7,8	24,1	3,92	31,0	3,52	46,3	22,5	4,60	3,40
	НСР ₀₅ , т/га	2,68	0,38	1,62	0,24	3,12	2,29	0,18	0,20

Следует отметить, что наиболее высокие прибавки урожая озимых культур были получены в засушливые годы. У озимой ржи они составили при вспашке плугом с ВК – 1,1 т/га (22,0%), по фону 3-х ярусной вспашки (2-ой год действия) – 0,93 т/га. В средние по погодным условиям годы прибавки урожая по этим вариантам обработки были практически в два раза меньше и составили, соответственно, 0,62 и 0,45 т/га; в избыточно-

влажные годы небольшая прибавка урожая - 0,24 т/га, была получена только при вспашке плугом с ВК.

Аналогичные результаты по эффективности приемов глубокой обработки почвы в разные по погодным условиям годы были получены и на озимой пшенице: в засушливые прирост урожая составил – 0,64-0,69 т/га, в избыточно – влажные – 0,19-0,36 т/га. Увеличение урожая культур парового звена севооборота на вариантах вспашки плугом с ВК, с 3-ярусной вспашкой и обычной вспашкой по фону 3-ярусной явилось результатом положительного влияния этих приемов обработки на агрофизические, агрохимические, биологические свойства почвы, развитие корневых систем, выживаемость растений и т.д. Отмечено, что глубокие обработки уменьшали полегание посевов озимых культур, особенно пшеницы – на 0,5-0,8 балла, в избыточно- влажные годы. Одноразовое углубление пахотного слоя на 8 см (до 28-30см) методом припашки с двойным оборотом пласта положительного влияния на продуктивность культур парового звена не оказало. Припашка 8-и сантиметрового слоя подпахотного слоя не привела к повышению почвенного плодородия в первые годы после ее проведения и росту урожайности культур парового звена севооборотов.

В других звеньях севооборотов положительное действие глубоких обработок проявилось в травяном звене зернотравяного севооборота. На варианте 6 (ежегодная вспашка на 28-30см) на многолетних травах 2 г.п. прибавка урожая зеленой массы составила 2,5 т/га (11,2%), на яровой пшенице в 8-ом поле (оборот пласта трав) этот прием увеличил урожайность на 0,40 т/га (15,3%). Достоверное увеличение урожая яровой пшеницы (+0,28 т/га, 10,7%) было получено на варианте с 3-х ярусной вспашкой в последствии на восьмой год после ее проведения. Прибавка урожая яровой пшеницы при 3-х ярусной вспашке была получена и в плодосменном севообороте - 0,21 т/га (6,6%).

На картофеле из глубоких обработок (на фоне весенней плоскорезной обработки почвы на глубину 25-27 см) положительное достоверное влияние на урожайность оказала только вспашка на 30-32 см плугом с ВК – прибавка урожая в среднем за 3 года составила 2,0 т/га или 6,4%, в основном за счет засушливых лет.

На приемы глубокой обработки почвы и системы обработки в целом практически не прореагировали овес, ячмень и озимая рожь по пласту многолетних трав. На овсе урожайность по вариантам опыта изменялась в пределах от 3,25 до 3,69 т/га, при вспашке плугом с ВК и вспашке на 20-22 см по фону 3-х ярусной (3 год после ее проведения) прибавки урожая были получены – 0,15-0,17 т/га, но они были недостоверными. На ячмене тенденция роста урожайности под влиянием глубоких обработок сохранилась в обоих севооборотах только по фону 3-х ярусной вспашки (вар.10, 4-ый год ее действия), прибавка, также как и на овсе, была недостоверной – 0,20 т/га. При этом исследованиями установлено, что замена обычной вспашки

менее энергоемкой обработкой – лемешным лушением, не приводила к снижению урожайности овса и ячменя ни в одной из изучаемых систем обработки почвы. При обработке почвы под покровную культуру лемешным лущильником не отмечено снижения урожайности и многолетних трав. Следует отметить, что в зернотравяном севообороте даже трехлетнее наложение лемешного лушения (мелкой обработки) не привело к снижению урожайности зерновых культур и многолетних трав. Возможность замены вспашки лемешным лушением без снижения урожайности была установлена на картофеле и яровой пшенице по обороту пласта.

При обработке пласта многолетних трав под озимую рожь все виды вспашки были равноценны, приемы глубокой обработки почвы – вспашка на 30-32 см плугом с ВК и вспашка плугом на глубину 28-30 см, преимущества перед обычной вспашкой на глубину 20-22 см не имели.

Из всех изучаемых систем разноглубинной обработки почвы наименее эффективной была система, основанная на фрезерной обработке. Замена отвальной системы обработки почвы на фрезерную положительного результата не дала. Урожайность однолетних и многолетних трав, картофеля и ячменя (после картофеля) в плодосменном севообороте при фрезеровании была такой же как на контроле или на вариантах с лемешным лушением, а озимая рожь, озимая пшеница, овес, яровая пшеница и ячмень (по овсу) в зернотравяном севообороте урожай при фрезеровании достоверно снижали.

Таким образом, полученные в опыте результаты по урожайности показали, что полевые культуры обладают разной адаптивной реакцией на способ и глубину обработки почвы. Наиболее отзывчивыми на углубление корнеобитаемого слоя почвы являются озимые зерновые культуры в паровом звене севооборотов, однолетние бобово-злаковые травы, картофель; практически не реагировали на глубокую обработку почвы овес и ячмень. Установлена возможность замены под эти культуры, картофель и яровую пшеницу обычной вспашки почвы мелкой обработкой – лемешным лушением без снижения урожая. Лучшим приемом обработки пласта многолетних трав является вспашка на глубину пахотного слоя почвы. Влияние 3-х ярусной вспашки на продуктивность культур прослеживалось в течение всей ротации севооборотов. Эффективность углубления пахотного слоя в паровом поле севооборота до 28-30см путем одноразовой припашки 8-10 см проявилась только в конце ротации - на яровой пшенице.

По результатам исследований смоделированы наиболее эффективные разноглубинные системы обработки почвы для полевых зернотравяных и плодосменных севооборотов.

Литература

1. Дмитриев О.А., Митрофанов Ю.И. Основная обработка осушенных земель под озимые зерновые культуры / Сб. научных трудов ВСХИЗО «Агротехника основных зерновых культур в нечерноземной зоне РСФСР». М., 1982.

- 2.Кирюшин В. И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия //Земледелие.- 2006.- №5. -С.12-14.
- 3.Макаров И.П., Кошкин П.Ф. Эффективность минимизации обработки дерново-подзолистых почв Кировской области /Тр. ВАСХНИЛ «Вопросы обработки почвы». – М.: Колос. - 1979.
- 4.Митрофанов Ю.И., Дмитриев О.А. Влияние приемов основной обработки осушенной почвы на формирование урожая горохо-овсяной смеси /Сб. научных трудов ВНИИМЗ «Факторы, влияющие на плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур на мелиорированных землях». - вып.3. – Калинин. -1982.
- 5.Митрофанов Ю.И.,Чарушкина О.В. Эффективность приемов основной обработки почвы под картофель и овес в полевом севообороте на осушенных землях / Сб. научных трудов ВСХИЗО «Агротехника основных зерновых культур в Нечерноземной зоне РСФСР». М., 1982.
- 6.Митрофанов Ю.И., Артемьев А.Е., Чарушкина О.В. Возможности минимизации основной обработки почвы под зерновые культуры на осушенных землях / Сб. научных трудов «Ресурсосберегающие системы обработки почвы». М.: Агропромиздат. -1990.
- 7.Пупонин А.И., Хохлов Н.Ф. Минимизация основной обработки дерново-подзолистой почвы в зерновом севообороте // Вестник с.-х. науки. -1983. - №2. – С.107-112.

УДК 631

ТЕХНОЛОГИЯ БОРОНОВАНИЯ ГРЕБНИСТЫХ ПОСЕВОВ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Митрофанов Ю.И., к.с.-х.н., Гуляев М.В., к.с.-х.н., Лукьянов С.А.

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

В Нечерноземной зоне, особенно в ее северо-западной части, посевы озимых культур часто страдают от нарушения водно-воздушного режима почвы, образования ледяной корки в периоды зимних оттепелей, от истощения растений и выпревания, застоя воды и вымокания. В отдельные годы при перезимовке наблюдается полная гибель посевов озимых зерновых культур. Существующая технология посева зерновых культур недостаточно адаптирована к условиям повышенного увлажнения и слабо защищает растения озимых культур от неблагоприятных факторов перезимовки.

Как показывают исследования Всероссийского НИИ мелиорированных земель, одним из эффективных способов, направленных на создание более благоприятных условий для перезимовки растений, их роста и развития, повышения продуктивности, является специальная технология посева озимых зерновых культур с размещением растений на профилированной гребнистой поверхности [1,2,3,4]. Выбор этого способа посева зерновых культур на осушаемых землях определяется их почвенной и гидрологической пестротой, сложностью рельефа поверхности и почвенного покрова, особенностями водного режима (повышенное увлажнение, участие поверхностных и грунтовых вод в формировании водного режима, наличие блюдца, западин и более мощного снегового покрова, неравномерное про-

сыхание полей и др. Семена озимой ржи при гребнистом ленточно-разбросном способе посева кладутся лентой на выровненную поверхность почвы перед катками, вдавливаются ими в почву и закрываются загортачами путем нагребания почвы на ленту с формированием мелкогребнистой поверхности. Растения размещаются в ленте шириной 13-15 см. Высота гребней – 40-80мм. Посев проводится гребне-катковой сеялкой с абривиатурой СЗГК- 3,6 (переоборудованная зерновая сеялка СЗ-3.6) [5,6,7].

Основные преимущества гребнистого способа посева связаны с созданием более благоприятных почвенных условий для формирования узла кущения растений, являющегося зимующим органом и местом формирования колоса. Зимостойкость растений и потенциальная продуктивность колоса определяется тем, насколько технология позволяет растениям на протяжении осеннего периода вегетации сформировать мощный узел кущения и накопить в нем достаточное количество запасных питательных веществ. Потенциальные размеры колоса в главных и боковых побегах, в основном, определяются мощностью развития растений в осенний период и запасами в них пластических веществ. Узел кущения очень требователен к условиям аэрации. Переувлажнение почвы в зоне расположения узла кущения снижает интенсивность кущения, ослабляет закалку растений и их устойчивость к неблагоприятным факторам перезимовки. В нечерноземной зоне осенний и ранне-весенний периоды вегетации озимых культур проходят, как правило, в условиях повышенного или избыточного увлажнения. При гребнистом посеве узел кущения всегда размещается выше основания гребня, что исключает застой воды в зоне его расположения, создает повышенную защищенность растений от переувлажнения и ледяной корки, повышает зимостойкость посевов озимых культур. Профилирование поверхности существенно изменяет агрофизическое состояние почвы в посевном слое, повышает уровень устойчивой аэрации почвы в зоне расположения узла кущения. На вариантах с гребнистой поверхностью почва в посевном слое (0–5 см) в течение всего вегетационного периода имеет, по сравнению с контролем (ровная поверхность), более рыхлое сложение и более высокую пористость устойчивой аэрации – на гребнях она выше на 27,7-71,1% [4,5,6].

Конкурентные преимущества гребнистого ленточно-разбросного способа посева проявляются в усилении процесса кущения, лучшей сохранности растений при перезимовке, увеличении площади листьев и фотосинтетической активности, снижении засоренности посевов, увеличении урожайности озимых зерновых культур.

Вместе с тем, создание на поле профилированной поверхности практически приводит к исключению из технологического цикла такого важнейшего приема по уходу за озимыми как весеннее боронование посевов, делает не возможным его проведение с использованием существующей технологии и технических средств. Боронование посевов зерновых куль-

тур при гребнистом ленточно-разбросном способе их сева с использованием обычной технологии его проведения вызывает массовое повреждение растений. При этом, в новой технологии возделывания озимых культур боронование их посевов важно сохранить как агротехнический прием контроля сорной растительности и способ улучшения водно-воздушного режима верхнего посевного слоя почвы. Боронование посевов обеспечивает увеличение урожая озимых зерновых культур на 5,5-18,5%. Повышение урожая связано как с дополнительным рыхлением верхнего слоя и улучшением почвенного газообмена, так и со снижением засоренности посевов.

В связи с этим, для гребнистых посевов была разработана инновационная схема их боронования и принципиально новый вариант бороны, позволяющей вести боронование посевов вдоль гребней. Схема навесной односледовой сцепки тяжелых борон для продольного боронования посевов озимых культур показана на рисунке 1.

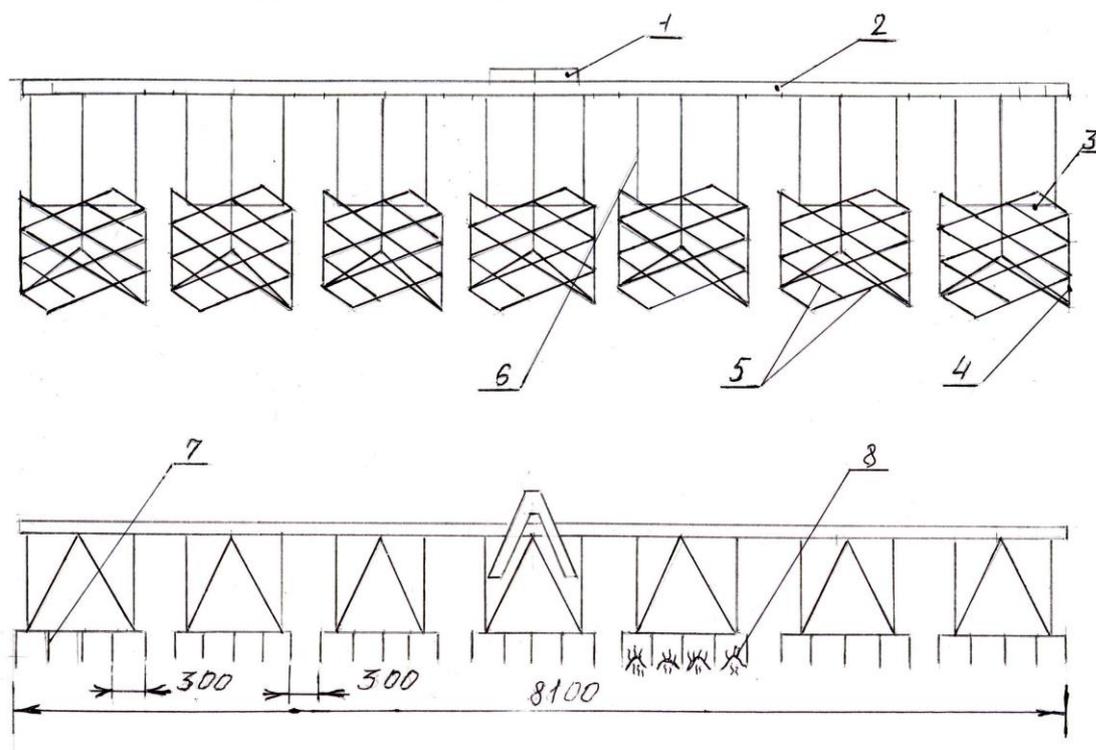


Рис.1. Сцепка борон для весеннего боронования гребнистых посевов озимых культур (Патент №143555 от 24.06.2014г.)

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| 1 – Прицепное устройство | 5 – Планки |
| 2 – Брус | 6 – Кронштейн крепления |
| 3 – Полоса с креплениями | 7 – Зуб |
| 4 – Поперечная полоса | 8 – Гребни |

Сцепка борон включает в себя поперечный брус (1) с устройством для присоединения его к тяговому устройству (2) и зубовые бороны, выполненные в виде рамы из поперечных полос (4) и крестообразно расположенных планок (5), в местах пересечения которых закреплены зубья. Бороны присоединяются к брусу при помощи полосы с креплениями (3),

поводков (б), кронштейнов и цепей (рис.1). Расстояние между боронами в сцепке равно расстоянию между рядами зубьев в каждой бороне. Установка рамы бороны перпендикулярно поперечному брусу позволяет получить сцепку борон с рядами зубьев, расположенных на расстоянии 300 мм друг от друга. Для улучшения копирования почвы борона изготавливается из 2-х секций, соединенных шарнирно. Бороны на поводках крепятся не жестко, что дает возможность для их свободного смещения в поперечном направлении в «поисках» борозды. Зубья на бороне установлены в 4 ряда по 2 зуба в ряду. Первые затупленные зубья бороны выполняют роль рабочих органов, стабилизирующих движение бороны относительно гребней. Основную обработку междурядий обеспечивает второй зуб, который устанавливается на режим активного рыхления. Зуб бороны работает как клин.

Оценка эффективности работы бороны проводилась в 2014-2016 годах на посевах озимой ржи, озимой тритикале и озимой пшеницы и показала ее высокую эффективность. Полевые опыты проводились на дерново-подзолистых легкосуглинистых глееватых окультуренных почвах, осушаемых гончарным дренажем. Расстояние между дренами 20м, глубина заложения – 1,0-1,1м. Повторность опытов 4-х кратная, учетная площадь делянки 40-50м². Для боронования посевов озимых культур использовалась переоборудованная 8-и метровая односледовая навесная сцепка тяжелых зубовых борон конструкции ВИМ.

Результаты исследований показали, что предложенный способ весеннего боронования посевов обеспечивает существенное увеличение их урожая: тритикале в среднем за 3 года на 0,72 т/га, озимой ржи – на 0,76 т/га, озимой пшеницы – 0,21.

Таким образом, на гребнистых посевах озимых зерновых культур для весеннего боронования могут быть успешно использованы переоборудованные 8-и метровые односледовые навесные сцепки тяжелых зубовых борон конструкции ВИМ. Боронование следует проводить при физической спелости почвы, когда почвы не прилипает и хорошо крошится.

Литература

1. Митрофанов Ю.И. Возделывание озимой ржи на профилированной поверхности // Земледелие. - 1993. №7. - с.31.
2. Митрофанов Ю.И. О способах посева озимой ржи на осушаемых землях // Зерновое хозяйство. - 2006. №3. - С. 10-14.
3. Митрофанов Ю.И. Озимая рожь на осушаемых землях Нечерноземной зоны (монография), г. Тверь: АгростерА. 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: Гвер. гос. ун-т, 2014 - Кн.1 - С. 214- 220.
6. Митрофанов Ю.И., Пугачева Л.В., Смирнова Н.А., Симонов В.Ф., Лукьянов С.А., Петрова Л.И. Гребнистый ленточно-разбросной посев тритикале на осушаемых зем-

лях / Международная Научно-практическая конференция, ТГСХА, «Научное обеспечение интенсивного развития животноводства и кормопроизводства», Сахарово, 2016, С.196-199.

7. Митрофанов Ю.И., Симонов В.Ф., Лукьянов С.А. Сеялка для гребнистого ленточно-разбросного способа посева зерновых культур / Инновационные агро- и биотехнологии в адаптивно-ландшафтном земледелии на мелиорированных землях: Материалы Междунар. научно-практ. конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, 15-16 сентября 2016г. – Тверь: Твер.гос.ун-т, 2016. – С.185-189.

УДК 631

УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ЛЕНТОЧНОМ ВНЕСЕНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ГРЯДАХ

**Митрофанов Ю.И., к.с.-х.н., Артемьев А.Е., к.с.-с.н., Лапушкина В.Н.,
Казьмин А.Е.**

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

Многолетние исследования, проведенные в ФГБНУ ВНИИМЗ, показали, что при выращивании картофеля на осушаемых землях наиболее значительным адаптивным ресурсом обладает грядовая технология его выращивания. Растения на гряде располагаются в две строчки по схеме $(110 \times 30) \times t$ см. Посадка осуществляется сажалками с двухдисковыми сошниками конструкции ФГБНУ 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 [1-4].

Исследования показали, что грядовая форма поверхности создает дополнительные возможности для дальнейшей модернизации технологии выращивания картофеля. Особый интерес представляет усовершенствованная система обработки почвы и локальное (ленточное) внесение высококачественных органических удобрений – грядовая технология позволяет технически это осуществить. Полевые и производственные опыты проводились на дерново-подзолистых слабооглеенных и глееватых почвах легкого гранулометрического состава, осушаемых закрытым гончарным дренажем. Расстояния между дренами 20 м, глубина их заложения 0,8-1,0 м. На опытных участках мощность пахотного слоя находилась в пределах 20-25 см, рН – 5,3-6,7, содержание P_2O_5 – 13,9-28,0, K_2O – 9,1-30,0 мг на 100 г почвы, гумуса – 1,85-2,80%. Предшественниками картофеля в опытах были зерновые культуры. Основная фоновая обработка почвы осенью состояла из лущения и зяблевой вспашки на глубину 20-22 см. Весной проводились культивация, перепашка или безотвальное рыхление почвы, нарезка гряд или гребней. Органические удобрения в виде торфо-навозного компоста, полуперепревшего навоза и КМН – продукта биоферментации, вносились

в соответствии со схемой опытов: фосфорно-калийные – осенью под основную обработку, азотные – весной под культивацию. Густота посадки клубней составляла 40-50 тыс. шт./га. Глубина заделки клубней 6-8 см. Уход за посадками состоял из двух обработок до появления всходов картофеля и окучивания.

В опытах были смоделированы разные варианты расположения органических удобрений в гряде по отношению к клубням. В одном варианте органические удобрения располагались в гряде ниже клубней (удобрения вносились под клубень), в другом – выше (над клубнем), а в третьих часть удобрений размещалась ниже, другая - выше клубней. Результаты исследований показали, что лучшим вариантом является ленточный способ с двойным внесением удобрений половинными нормами – навоз (50%) под клубень, а торф (50%) – на клубень – прибавка урожая составила 3,3 т/га клубней или 16,4% к контролю – разбросному способу внесения органических удобрений (табл.1).

Таблица 1 – Влияние различных способов внесения органических удобрений на урожайность картофеля, среднее за 3 года
(доза органических удобрений - 30 т/га, фон - минеральные удобрения)

Способ внесения органических удобрений	т/га	К контролю:	
		±	%
Вразброс под культивацию	20,1	-	100,0
Лентой под клубень	22,2	+ 2,1	110,4
Лентой на клубень	22,2	+ 2,1	110,4
Навоз (50%) лентой под клубень и торф (50%) - на клубень	23,4	+ 3,3	116,4

НСР₀₅ т/га

1,74

Варианты с внесением одновременно всей дозы удобрений под клубень или на клубень были равнозначными – прибавка урожая, по отношению к контролю, составила – 10,4%. При этом полуперепревший навоз лучшие результаты показал при внесении его под клубень, тофо-навозный компост – на клубень. Следует отметить, практическая реализация последнего варианта связана с технологическими трудностями. В среднем по 6 опытам ленточное внесение органических удобрений (торфо-навозный компост и полуперепревший навоз) в гряде повысило их эффективность и урожайность картофеля, по сравнению с разбросным способом, на 10,7% (табл.2).

Таблица 2 – Влияние ленточного внесения органических удобрений на урожайность картофеля, т/га (среднее по 6 опытам)

№ п/п	Способ внесения органических удобрений	Доза органических удобрений, т/га		Среднее по 2-м дозам удобрений
		30-40(среднее по 4-м опытам)	50-60(среднее по 2-м опытам)	
1	Разбросной(контроль)	23,4	35,4	29,4
2	Ленточный	26,2	38,7	32,5
	К контролю: ±	+2,8	+3,3	+ 3,1
	в %	112,0	109,3	110,7

НСР₀₅, т/га

2,55

2,78

Примечание: органические удобрения – торфо-навозный компост и полуперепревший навоз.

При средней дозе органических удобрений 35 т/га прибавка составила 12,0%, при дозе 55 т/га – 9,3%.

Эффективным для локального внесения было использование низинного торфа и КМН. Присыпка клубней перед их закрытием низинным торфом из расчета 20 т/га увеличила урожайность картофеля на 3,4 и 3,6 т/га или 10,4 и 10,8% и снижала заболевание клубней на 25 - 60 % (табл.3).

Таблица 3 – Влияние торфяной присыпки клубней на урожайность картофеля

№ п/п	Технология возделывания	Густота посадки, тыс. шт/га	Урожайность	
			т/га	% к контролю
1.	Грядово-ленточная	55,1	32,8	100,0
2.	Грядово-ленточная + торф (20 т/га)	56,0	36,2	110,4
Прибавка урожая от торфа, ц/га			+ 3,4	10,4
3.	Грядово- однострочная	25,2	26,2	80,0
4.	Грядово-однострочная +торф (20 т/га)	25,5	29,8	90,8
Прибавка урожая от торфа			+ 3,6	10,8

Локальное внесение в грядку 10 т/га КМН было равнозначно ленточному внесению 30 т/га торфо-навозного компоста. Прибавка урожая составила 2,0 т/га клубней. Внесение 20 т/га КМН привело к удвоению прибавки урожая до 4,6 т/га, дальнейшее увеличение дозы КМН результата не дало (табл.4).

Таблица 4 – Влияние разных видов органических удобрений и способов их внесения на урожайность картофеля и качество продукции, т/га

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожая к контролю, ±	Содержание	
			крахмала, %	нитратов, мг/кг
ТНК (30т/га)- вразброс (контроль)	25,2	-	13,9	109,5
ТНК (30т/га)- лентой под клубень	27,6	+ 2,4	13,6	125,0
КМН под клубень: 10т/га	27,2	+ 2,0	14,4	81,0
20т/га	29,8	+ 4,6	15,1	85,0
30 т/га	30,3	+5,1	14,8	82,3

НСР₀₅, т/га

1,80

В специальных технологических опытах были изучены разные схемы ленточного внесения органических удобрений с использованием технических средств, в т.ч. схемы со специальной подготовкой почвы – предварительной нарезкой гребней или маркировкой поля. Удобрения вносились вразброс и ленточно – по бороздам и размаркированной поверхности с последующим формированием гряд.

И тот, и другой варианты обеспечили достоверное увеличение урожая картофеля. Прибавки урожая клубней составили 3,4 и 4,1 т/га (10,2 и 12,3%). Эффективным при этом оказалось дополнительное внесение азота

в дозе 50 кг/га д.в. В целом, эффективность азотных удобрений при ленточном их внесении, по сравнению с разбросным, снижалась.

Таблица 5 – Урожайность картофеля при различных технологических схемах внесения органических удобрений, ц/га
(рядово-ленточная технология; органические удобрения - 40 т/га)

Способ внесения органических удобрений	Урожайность, т/га	Прибавка урожая к контролю	
		±	%
Разброс – под культивацию	33,2	-	100,0
Ленточно – в борозду между гребнями с последующим формированием гряд	36,6	+ 3,4	110,2
Ленточно – по размаркированной поверхности с последующим формированием гряд	37,3	+ 4,1	112,3
Ленточно (+N50) - по размаркированной поверхности с последующим формированием гряд	41,2	+ 8,0	124,1
НСР ₀₅ , т/га		3,20	

Таким образом, проведенными исследованиями установлено, что ленточное (полосное) внесение органических удобрений при рядовой технологии выращивания картофеля повышает, по сравнению с разбросным способом, их эффективность и урожайность картофеля.

Таблица 6 – Влияние способов внесения органических удобрений и доз азота на урожайность и качество клубней картофеля

Способ внесения органических удобрений (50-60т/га)	Доза минеральных удобрений	Урожайность, т/га	Прибавка урожая от азотных удобрений,		Содержание	
			среднее	т/га	кг на 1 кг азота	крахмала, %
Разбросной (контроль)	P90 K90	35,4	-	-	17,4	58,1
	N50 P90 K90	38,6	+ 3,2	+ 64	18,9	63,5
	N100 P90 K90	40,2	+ 4,8	+ 48	15,3	81,6
	Среднее	38,1	-	-	17,2	67,7
Ленточный	P90 K90	38,7	-	-	17,3	61,3
	N50 P90 K90	40,8	+ 2,1	+ 42	16,3	71,6
	N100 P90 K90	42,2	+ 3,5	+ 35	15,4	83,2
	Среднее	40,6	-	-	16,3	72,0
К контролю, ±		+2,5	-	-	- 0,9	+4,3
НСР ₀₅ , т/га		2,28				

Достоверные прибавки урожая картофеля на уровне 10,4-16,4% были получены в опытах с разными видами органических удобрений и разными способами их ленточного внесения в грядку. При рядовой технологии выращивания картофеля ленточное внесение органических удобрений осуществимо и технически и технологически.

Литература

1. Иванов А.М., Митрофанов Ю.И. Технология возделывания картофеля на грядах/Сб. научных трудов ВНИИМЗ «Интенсификация использования мелиорированных земель», вып. 6, Калинин, 1984.
2. Митрофанов Ю.И., Rogozin A.B., Иванов А.М., Иудин Г.И. Грядово-ленточная технология возделывания картофеля на минеральных осушенных землях нечерноземной зоны РСФСР (рекомендации). М.: - 1988. – 43с.
3. Митрофанов Ю.И., Ковалев Н.Г. Грядовая технология выращивания картофеля на осушаемых землях Нечерноземной зоны /Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: Сборник научных докладов Международной научно – технической конференции. Москва, ВИМ, 17-18 сентября 2013 г.. Ч.1. – М.:ВИМ, 2013. С. 78-83.
4. Митрофанов Ю.И., Петрова Л.И., Артемьев А.Е., Лапушкина В.Н. Совершенствование технологии возделывания картофеля на грядах / 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. – С. 193-197.

УДК 631

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БОРОНОВАНИЯ ГРЕБНИСТЫХ ПОСЕВОВ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

**Митрофанов Ю.И., к.с.-х.н., Пугачева Л.В., к.с.-х.н., Смирнова Н.А.,
Тишина Т.М.**

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

Боронование озимых зерновых культур является широко распространенным приемом ухода за их посевами после перезимовки. При бороновании разрыхляется уплотнившийся за зиму верхний слой почвы и уничтожается почвенная корка, благодаря чему уменьшается расход воды на испарение и сохраняется почвенная влага, воздух лучше проникает к корневой системе растений. При бороновании, кроме того, удаляются отмершие листья озимых и уничтожаются сорняки. По многолетним данным опытных учреждений, своевременно проведенное боронование повышает урожайность озимой ржи на 0,2-0,3 т/га [1]. При рядовом способе сева боронование проводится поперек рядков или по диагонали посева; на слабо развитых посевах и легких почвах боронуют в один след, на хорошо развитых посевах и тяжелых почвах – в два следа. Данная схема боронования посевов, как показывает анализ, несовместима с гребнистым ленточно-разбросным способом посева зерновых культур, разработанным во Всероссийском НИИ мелиорированных земель специально для осушаемых земель. Конкурентные преимущества этого способа посева проявляются в усилении процесса кущения, лучшей сохранности растений при перезимовке, увеличении площади листьев и фотосинтетической активности, снижении засоренности посевов, увеличении урожайности озимых зерно-

вых культур. Основная его особенность – размещение растений лентой шириной 13- 15 см на профилированной поверхности – гребнях высотой 40-80мм [2-6]. Боронование таких посевов поперек гребней с использованием обычной технологии его проведения приводит к массовым повреждениям растений. В связи с этим, для гребнистых посевов была разработана инновационная схема их боронования и принципиально новый вариант бороны, позволяющей вести боронование посевов вдоль гребней.

Изучение эффективности боронования гребнистых посевов озимых зерновых культур проводилась в полевых опытах в 2014-2016 годах на экспериментальном участке отдела мелиоративного земледелия ФГБНУ ВНИИМЗ. Полевые опыты проводились на дерново-подзолистых легкосуглинистых глееватых окультуренных почвах, осушаемых гончарным дренажем. Расстояние между дренами 20м, глубина заложения – 1,0-1,1м. Повторность опытов 4-х кратная, учетная площадь делянки 40-50м². Посев проведен гребне-катковой сеялкой СЗГК -3,6 [7]. Для боронования посевов озимых культур использовалась переоборудованная 8-и метровая односледовая навесная сцепка тяжелых зубовых борон конструкции ВИМ. Опыты проводились на посевах озимой ржи (сорт Дымка), озимой тритикале (Немчиновский 56) и озимой пшеницы (Мироновская 808). Агротехника выращивания культур, за исключением способа посева и боронования, общепринятая.

Результаты исследований показали, что предложенный способ весеннего боронования посевов обеспечивает существенное увеличение их урожая: тритикале в среднем за 3 года – на 0,60 т/га (12,5%), озимой ржи (при продольном способе боронования) - на 0,76 т/га (18,5%), озимой пшеницы – 0,21 (5,5%)(табл.1).

Таблица 1 – Влияние боронования гребнистых посевов на урожайность озимых зерновых культур, т/га

Культура	Год	Вариант		Прибавка урожая:	
		посев СЗГК-3,6, без боронования – контроль	посев СЗГК-3,6, боронование	±	%
Озимая рожь	2014	4,22	4,92	+0,70	116,6
	2015	3,45	4,33	+0,88	125,5
	2016	4,68	5,38	+0,70	114,9
	среднее	4,11	4,87	+0,76	118,5
Озимая тритикале	2014	4,82	5,14	+0,32	106,6
	2015	4,37	5,36	+0,99	122,6
	2016	5,17	5,68	+0,51	109,9
	среднее	4,79	5,39	+0,60	112,5
Озимая пшеница	2014	3,81	4,02	+0,21	105,5

Более устойчивые прибавки урожая от боронования были получены на ржи – 0,70-0,88 т/га. Высокая прибавка урожая у тритикале от весеннего боронования почвы в 2015 году связана, во многом, с наличием весной на

посевах озимых ледяной корки и ее негативным воздействием на почву и растения. При этом на гребнистом посеве растения прямому воздействию ледяной корки не подвергались – ледяная корка находилась в межгребневом пространстве, но она привела к дополнительному уплотнению и заплыванию почвы. В этих условиях эффективность рыхления почвы при бороновании существенно увеличилась.

Повышение урожая озимых зерновых культур связано как с дополнительным рыхлением верхнего слоя почвы и улучшением почвенного газообмена, так и со снижением засоренности посевов. На фоне гербицидов боронование снизило засоренность посевов озимой ржи по воздушно сухой массе сорняков с 12,7 до 3,8 г/м², озимой тритикале с 39 до 27 г/м². Боронование посевов оказало положительное влияние на площадь листовой поверхности и основные элементы продуктивности растений: количество стеблей с колосом, число зерен в колосе и массу 1000 зерен. У тритикале боронование посевов увеличило площадь листьев в фазу выхода растений в трубку на 3,7 тыс. м²/га и в фазу колошения – 2,5 тыс. м²/га.

Прирост урожая у озимой тритикале и озимой ржи получен за счет всех элементов структуры урожая. У тритикале количество стеблей с колосом под влиянием боронования увеличилось на 8,0%, массы зерна в колосе – на 12,7%, у ржи соответственно на 4,6 и 9,2 % (табл. 2, 3).

Таблица 2 – Изменения в структуре урожая озимой тритикале под влиянием боронования посевов (в среднем за 2015-16гг.)

Показатели		Ед. измерения	Вариант		К контролю:	
			без боронования	с боронованием	±	%
Количество	растений	шт./м ²	270	286	+16	105,9
	стеблей		328	365	+37	111,3
	стеблей с колосом		313	338	+25	108,0
Число зерен в колосе		шт.	44,6	48,5	+3,9	108,7
Масса 1000 зерен		г	43,7	45,0	+1,3	103,0
Масса зерна в колосе			1,94	2,19	+0,25	112,9
Масса соломы		г/м ²	439	545	+106	124,1
Биологическая урожайность			608	727	+119	119,6

Таблица 3 – Изменения в структуре урожая озимой ржи под влиянием боронования посевов (в среднем за 2015-16гг.)

Показатели		Ед. измерения	Вариант		К контролю:	
			Без боронования	С боронованием	±	%
Количество	растений	шт/м ²	180	180	0	100,0
	стеблей		339	372	+33	109,7
	стеблей с колосом		302	316	+14	104,6
Число зерен в колосе		шт.	51,6	54,0	+2,4	104,6
Масса 1000 зерен		г	31,5	32,9	+1,4	104,4
Масса зерна в колосе			1,63	1,78	+0,15	109,2

Масса соломы	г/м ²	569	597	+28	104,9
Биологическая урожайность		480	550	+70	114,6

Биологическая масса соломы при бороновании в среднем за два года у ржи стала больше на 4,9, у тритикале – на 19,6%; зерна, соответственно, – на 14,6 и 19,6 %.

Расчет экономической эффективности боронования посевов озимых культур при гребнистом ленточно-разбросном способе их посева показал, что затраты на боронование многократно окупаются дополнительно полученной продукцией. На 1 рубль затрат на боронование посевов озимой ржи было получено продукции на 9,03 рубля, у озимой тритикале – на 8,83 и у озимой пшеницы – на 4,23 рубля.

Таким образом, весеннее боронование гребнистых посевов озимых зерновых культур с использованием для этой цели переоборудованных 8-и метровых односледовых навесных сцепок тяжелых зубовых борон конструкции ВИМ является экономически эффективным приемом, обеспечивающим лучший контроль засоренности посевов, улучшение водно-воздушного режима верхнего слоя почвы, лучшее развитие растений и повышение урожайности. Прибавки урожая озимой ржи от боронования составляют 0,76т/га, озимой тритикале – 0,72, озимой пшеницы – 0,21т/га. Повышение урожайности достигнуто за счет всех элементов структуры урожая: количества продуктивных стеблей, числа зерен в колосе и массы 1000 зерен.

Литература

1. Майсурян Н.А., Степанов В.Н., Кузнецов В.С., Лукьянюк В.И., Черномаз П.А. Растениеводство. Издательство «Колос». -М.: - 1971. 484с.
2. Митрофанов Ю.И. Возделывание озимой ржи на профилированной поверхности //Земледелие. - 1993. №7. -с.31.
3. Митрофанов Ю.И. О способах посева озимой ржи на осушаемых землях // Зерновое хозяйство. -2006. №3. -С. 10-14.
4. Митрофанов Ю.И. Озимая рожь на осушаемых землях Нечерноземной зоны (монография), г.Тверь: Агросфера. 2008. - 166 с.
5. Митрофанов Ю.И., Петрова Л.И. и др. Гребнистый посев озимой ржи на осушаемых землях / Мелиорация и водное хозяйство 21 века: проблемы и перспективы развития: Материалы Международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, 27-28 августа 2014г. - Тверь: Твер. гос. ун-т, 2014 - Кн.1 - С. 214- 220.
6. Митрофанов Ю.И., Пугачева Л.В., Смирнова Н.А., Симонов В.Ф., Лукьянов С.А., Петрова Л.И. Гребнистый ленточно-разбросной посев тритикале на осушаемых землях /Международная Научно-практическая конференция, ТГСХА, «Научное обеспечение интенсивного развития животноводства и кормопроизводства», Сахарово, 2016, С.196-199.
7. Митрофанов Ю.И., Симонов В.Ф., Лукьянов С.А. Сеялка для гребнистого ленточно-разбросного способа посева зерновых культур /Инновационные агро- и биотехнологии в адаптивно-ландшафтном земледелии на мелиорированных землях: Материалы Междунар. научно-практ. конф.ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, 15-16 сентября 2016г. -Тверь: Твер.гос.ун-т,2016. – С.185-189.

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛОСНОГО МЕЛИОРАТИВНОГО РЫХЛЕНИЯ
ОСУШАЕМЫХ ПОЧВ****Митрофанов Ю.И., к.с.-х.н., Лукьянов С.А.***ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
мелиорированных земель», г.Тверь, Россия*

Основным объектом осушительных мелиораций в Нечерноземной зоне Российской Федерации являются переувлажняемые почвы, обладающие целым рядом неблагоприятных водно-физических свойств: плохой водопроницаемостью и водоотдачей, низкой водовместимостью, бесструктурностью и др. В этих условиях закрытый дренаж (основной способ осушения), прежде всего из-за отсутствия надежной гидравлической связи между пахотным слоем и дренами, часто не обеспечивает своевременного отвода избыточной влаги из корнеобитаемого слоя почвы. В решении этой проблемы большая роль принадлежит агромелиоративным приемам обработки почвы, действие которых направлено на улучшение водного и воздушного режимов осушаемых минеральных почв, усиление водорегулирующей роли дренажа. Одним из таких приемов является мелиоративное рыхление почв на глубину 50-80 см. Применяют его на осушаемых закрытым дренажем минеральных почвах с коэффициентом фильтрации менее 0,3 - 0,5 м/сутки. Мелиоративное рыхление, как и все другие приемы механического воздействия на почву, оказывает влияние, прежде всего, на агрофизические и водно-физические свойства почвы – объемную массу, пористость, влагоемкость, водопроницаемость, динамику влажности, уровень почвенно-грунтовых вод, интенсивность внутрпочвенного и дренажного стока избыточной влаги. В зависимости от гидрогеологических и почвенных условий применяют сплошное и полосное рыхление. Сплошное рыхление на тяжелых почвах считается наиболее распространенным и эффективным [8]. Направлено на рыхление всей толщи почвы. Проводится рыхлителями с расстоянием между стойками не более 75-80 см. При глубине рыхления 80 см в почве остаются не разрыхленные призмы, занимающие (в сечении) $\frac{1}{4}$ часть обрабатываемого слоя и сохраняющие естественную плотность [1]. Полосное рыхление по Зайдельману Ф.Р. осуществляется рыхлителями (чаще одностоечными) с проходами между стоек рыхлителя через 4 м [2]. Другие авторы к полосному относят рыхление с диапазоном расстояний между следами рыхления – от 1,2 до 7,5 м. Расстояние между полосами дифференцирует в зависимости от гранулометрического состава почв. На глинистых почвах расстояние между полосами принимают равным 2,5 м, на тяжелых и средних суглинках - 5 м и на легких суглинках – 7,5 м [3,5]. Для условий Белоруссии Турецкий Р.Л. рекомендует расстояние между полосами 2-2,5 м для глинистых, 3-4 м для суглинистых почв [7]. Х.Ю.Томсон [6] считает, что разреженное рыхление (через 1,4-1,8 м)

которое обеспечивает рыхление 25-35% объема подпахотного слоя (20-60 см) на тяжелых почвах малоэффективно, такое рыхление целесообразно на более легких поверхностно – слабоглееватых почвах.

Наши исследования по изучению эффективности действия полосного мелиоративного рыхления (МР) на состояние водного режима почвы и продуктивность культур проводились в серии полевых опытов во Всероссийском НИИ мелиорированных земель. В основных полевых опытах изучалось рыхление на глубину 50-60 см с шагом рыхления 1,4 м. Увеличение шага рыхления до 2,8 и 5,6 м достоверного увеличения урожая культур в опытах не давало. При шаге рыхления 1,4 м положительные результаты от полосного мелиоративного рыхления на глубину 50-60 см были получены во всех опытах. Прирост урожая озимой ржи в опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой глеевой почве, в среднем за 9 лет, составил 0,37 т/га, глееватой – 0,56, слабооглеенной – 0,10 т/га; на ячмене, соответственно, - 0,59, 0,30 и 0,23, овсе – на 0,65, 0,58 и 0,18, картофеле – на 4,2, 5,7 и 3,3, горохо-овсяной смеси – на 2,4, 1,7 и 1,8 т/га. Отмечено определенное гомогенизирующее воздействие мелиоративного рыхления на агроэкологическое состояние агроландшафта. На его фоне пестрота в урожайности на осушаемом участке снижалась, особенно во влажные годы. Применение мелиоративного рыхления выводило глееватую почву по продуктивности на уровень слабооглеенной, а глеевую – на уровень глееватой без рыхления. На участках с небольшими и плавными уклонами поверхности мелиоративное рыхление позволяло получать на глееватой и слабооглеенной почвах практически равные урожаи всех полевых культур, что говорит о возможности включения этих почв при определенных условиях в одну технологическую группу.

Вместе с тем, несмотря на установленную высокую результативность, мелиоративное рыхление почв в сельскохозяйственной практике широкого применения не нашло. В основном применялось строительное сплошное рыхление с использованием тяжелых промышленных тракторов. Для выполнения глубокого рыхления были разработаны разные типы рыхлителей, в том числе пассивного, активного и объемного действия. Наиболее распространены рыхлители пассивного действия РУ-65,2.5, РК-1,2, РНТ-0,8, РН-80Б, РГ-0,8, РС-80; активного действия – рыхлитель ВР-8Р, рыхлители фирмы «Бренинг». Выбор типа рыхлителя определялся наличием соответствующей техники в мелиоративных организациях и региональными особенностями осушаемого объекта. Эксплуатационное рыхление практически не проводилось из-за отсутствия в сельхозпредприятиях необходимой техники.

В наших исследованиях для проведения полосного мелиоративного рыхления на глубину 50-60см были переоборудованы лесной навесной плуг ПКЛ-70 и чизельный плуг ПЧ-2,5, агрегатируемые в одностоечном варианте тракторами класса 1,4, и 3,0, в зависимости от гранулометриче-

ского состава, плотности почвы и глубины рыхления. По техническим характеристикам чизельный плуг ПЧ-2,5 предназначен для основной обработки почвы на глубину до 45 см. Увеличение глубины рыхления до 60 см достигается путем установки на плуг опорных колес меньшего диаметра. Переоборудование чизельного плуга заключается в следующем: на раме устанавливают одну чизельную стойку, расположенную по центру плуга (1) или две стойки - через 1,4-1,6 м с расположением по следу трактора. Стойка оборудуется стрельчатой лапой (2) шириной 30 см. Заводские колеса диаметром 70 см заменяются на опорные колеса (3) диаметром 50 см (рисунок).

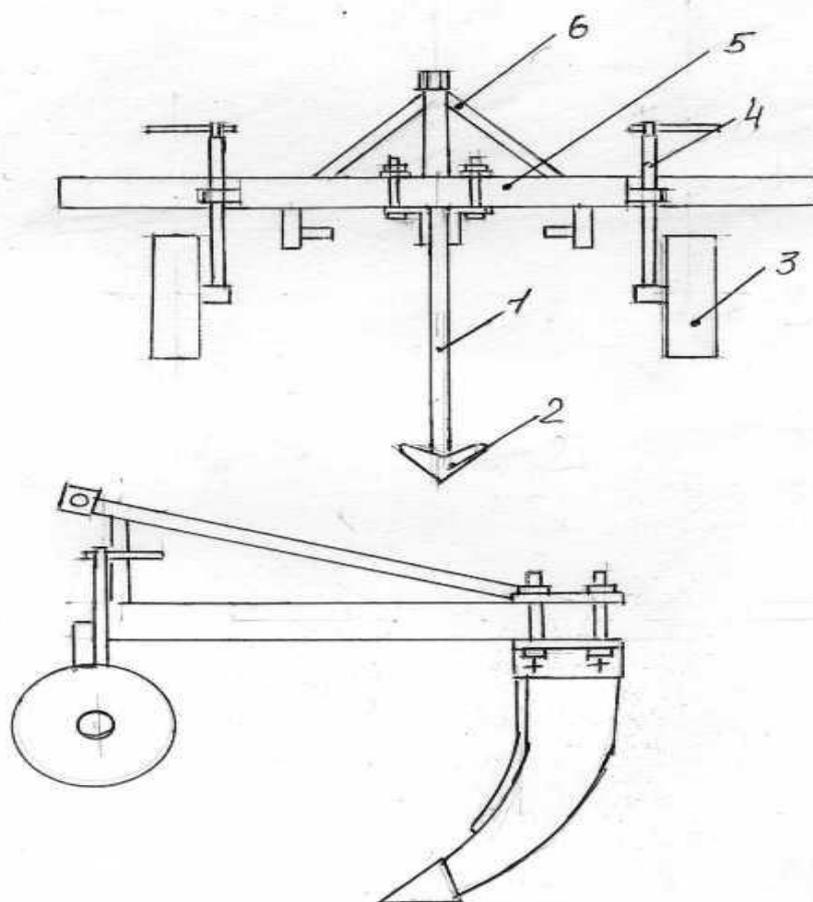


Рисунок. Схема одностоечного рыхлителя для мелиоративного полосного рыхления почвы

1 - вертикальная стойка рыхлителя; 2 – стрельчатая лапа рыхлителя; 3 – опорное колесо; 4 – механизм регулировки глубины обработки почвы; 5 – рама; 6 – навеска

Переоборудование навесного плуга ПКЛ-70 состоит в замене отвального корпуса рыхлящей лапой и комплектации агрегата опорным колесом, регулирующим глубину обработки. Возможная глубина обработки – до 70 см [4].

При полосном рыхлении движение агрегата по полю осуществляется челночным способом по следу предыдущего прохода трактора. Минималь-

ный шаг рыхления при работе одноствоечного агрегата равен ширине дорожной колеи трактора (1,4-1,6м). Проводят его поперек или под углом к дренам. Глубина обработки зависит от гранулометрического состава почвы, глубины заложения дрен, биологических особенностей культур. Максимальная глубина рыхления должна быть на 20-30 см меньше минимальной глубины заложения дрен. Применять рыхление рекомендуется в первую очередь на почвах тяжелого и среднего механического состава пахотного и подпахотного слоев, имеющих коэффициент фильтрации менее 0,3-0,5 м/сут, при атмосферном типе водного питания осушаемой территории. Рыхлению должны предшествовать внесение удобрений и общая подготовка поля, выполняемые в соответствии с технологией возделывания сельскохозяйственных культур. Оптимальная влажность почв при обработке должна составлять 60-80 % НВ. Глубокое рыхление проводят летом или осенью, не исключается и весенняя обработка после завершения на мелиоративных системах дренажного стока. Затраты на глубокое рыхление окупаются чистым доходом от дополнительной продукции в год его проведения. Последствие глубокого рыхления в зависимости от почвы и условий рыхления прослеживается в течение 2-5 лет.

Таким образом, полосное мелиоративное рыхление на глубину 50-60см является эффективным агро-мелиоративным приемом, направленным на повышение продуктивности и устойчивости земледелия на осушаемых почвах. Для его проведения, при отсутствии в хозяйствах серийных глубокорыхлителей, целесообразно использовать переоборудованные для этих целей чизельные плуги ПЧ-2,5 и навесные плуги ПКЛ-70.

Литература

1. Временные рекомендации по проектированию и выполнению строительных работ по глубокому мелиоративному рыхлению почв Нечерноземной зоны РСФСР. – Под ред. Ф.Р. Зайделямана. – М.: - 1979. – 42с.
2. Зайделяман Ф.Р. Мелиорация заболоченных почв Нечерноземной зоны РСФСР: Справочная книга. – М.:Колос, 1981.- 168 с.
3. Маслов Б.С. Глубокое рыхление почв: опыт и задачи науки // Гидротехника и мелиорация. - 1979. - № 7. – С. 28-33.
4. Митрофанов Ю.И., Котельников В. А. Агромелиоративные приемы обработки минеральных осушаемых почв //Мелиорация и урожай. – 1987. -№3. - С.22-24.
5. Тимофеев А.Ф. Мелиорация сельскохозяйственных земель.-М.: Колос, 1982. -239 с.
6. Томсон Х.Ю. Воздействие глубокого рыхления на водно-воздушный режим почвы и урожайность сельскохозяйственных культур в условиях Эстонской ССР / Научные труды ВАСХНИЛ «Осушение тяжелых почв». -М.: Колос, 1981. - С.168-177.
7. Турецкий Р.Л. и др. Глубокое рыхление и шелевание эродированных, уплотненных и временно переувлажняемых почв. -Минск, 1988. -18 с.
8. Черненко В.Я., Печенина В.С., Бальчюнас А.И. и др. Рекомендации по осушению тяжелых почв закрытым дренажем с применением агро-мелиоративных мероприятий и химмелиорантов. - М., 1987. - 41с.

**ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ
ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ****Петрова Л.И., к.с.-х.н., Митрофанов Ю.И., к.с.-х.н., Первушина Н.К.,
Лапушкина В.Н.***ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
мелиорированных земель», г. Тверь, Россия*

Полевые культуры проявляют различное отношение к плотности почвы. Изменение плотности оказывает непосредственное воздействие на содержание в почве воды, воздуха, питательных веществ [1, 2, 5, 6]. Большинство растений отрицательно реагируют как на излишне рыхлое, так и на избыточно плотное сложение почвы и проявляют свой адаптивный потенциал наиболее полно при оптимальной для данной культуры плотности. Разным почвам и культурам соответствует своя оптимальная плотность, при которой создаются наилучшие условия для роста и формирования урожая.

Оптимальная плотность, заданная во время посева культур, изменяется в течение вегетации – наблюдается «самоуплотнение». Дрейф исходной плотности тем больше, чем далее она расположена от параметров равновесного состояния [3]. Самоуплотнение тем интенсивнее, чем больше выпадает осадков, хуже выражена структура почвы и ее водопрочность. Существует и так называемая экотрофная изменчивость оптимальных параметров плотности, вызванная различиями в погодных условиях и уровнях минерального питания. При недостатке влаги уровень параметров оптимальной плотности увеличивается, при повышенном увлажнении снижается, а в условиях достаточного увлажнения диапазон оптимальных значений плотности расширяется [4].

В 2015 году во ВНИИМЗ были проведены исследования в полевом опыте на осушаемых легкосуглинистых почвах по изучению влияния различной плотности почвы на формирование урожая яровой пшеницы на разных вариантах удобрений. Были смоделированы варианты различной интенсивности уплотнения почвы в среднем за вегетацию – 1,20, 1,32, 1,36, 1,40 г/см³.

Глубина заделки семян яровой пшеницы и залегания узла кущения, всхожесть в зависимости от плотности почвы распределились следующим образом, представленным в таблице 1. Прямой зависимости по всхожести не выявлено, по другим показателям она прослеживается, на более плотных почвах их значения меньше. Влажность пахотного слоя почвы в начале вегетации была на уровне оптимальной на всех вариантах 72,8-78,4% ППВ и близкая к ней в фазу колошения – 64,8-68,8, в остальные периоды недостаточной - 40,4-54,4. В начале и в конце вегетации заметно снижалась по мере уплотнения почвы (табл. 2).

Таблица 1 – Глубина заделки и всхожесть семян яровой пшеницы в зависимости от интенсивности уплотнения почвы

Объемная масса, г/см ³	Глубина заделки, см	Глубина залегания узла кущения, см	Всхожесть, %
1,20	3,7	2,8	60
1,32	2,2	1,8	72
1,36	1,9	1,8	51
1,40	1,2	1,1	62

Таблица 2 – Влажность пахотного слоя почвы в зависимости от различной его плотности (в % от ППВ)

Объемная масса, г/см ³	Фаза развития					В среднем за вегетацию
	всходы	кущение	трубкование	колошение	молочно-восковая	
1,20	72,8	49,6	50,4	68,8	54,4	59,2
1,32	78,4	54,4	44,4	66,4	52,8	59,3
1,36	76,4	45,6	49,2	68,0	48,0	57,4
1,40	73,2	46,0	40,4	64,8	46,8	54,2

Общая пористость и пористость аэрации пахотного слоя почвы по мере ее уплотнения снижались, в среднем за вегетацию на 1 варианте по сравнению с 4 соответственно с 53,8 до 46,2 % объема почвы и с 36,1 до 27,2 (табл. 3).

Таблица 3 – Агрофизическое состояние пахотного слоя почвы в зависимости от плотности почвы

Объемная масса, г/см ³	Общая пористость,	Пористость аэрации, %					В среднем за вегетацию
		Фаза развития растений, дата определения					
		всходы 2.06	кущение 19.06	трубкование 02.07	колошение 13.07	молочно-восковая спелость 10.08	
1,20	53,8	32,0	38,9	38,7	33,2	37,5	36,1
1,32	49,2	23,3	31,2	34,5	27,3	31,8	29,6
1,36	47,7	21,7	32,2	31,0	24,6	31,4	28,2
1,40	46,2	20,6	30,1	32,1	23,5	29,8	27,2

Определение биологической активности почвы по интенсивности разложения льняного полотна под посевами яровой пшеницы в зависимости от уплотнения почвы показало, что наиболее низкие значения и близкие между собой получены при 1,40 г/см³ на всех вариантах удобрений 20,3-26,6% (табл. 4). В среднем на варианте без удобрений процент разложения наиболее низкий 37,5, а при использовании их на уровне 53,2-53,8.

Таблиц 4 – Биологическая активность почвы под посевами яровой пшеницы в зависимости от интенсивности уплотнения почвы, вариантов удобрений, % разложения льняного полотна

Объемная масса, г/см ³	Без удобрений	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N ₄₅ в подкормку	В среднем по вариантам удобрений
1,20	28,3	31,2	90,2	49,9
1,32	22,6	71,7	60,4	51,6
1,36	72,5	88,6	44,1	68,4
1,40	26,6	21,2	20,3	22,7
В ср. по вариантам уплотнения	37,5	53,2	53,8	

Наблюдение за питательным режимом, в частности суммарным содержанием в пахотном слое почве нитратного и аммиачного азота, показало, что в среднем за вегетацию меньше оно было в варианте без удобрений на уровне очень низких значений 0,36-0,55 (в среднем 0,46) мг/100 г почвы (табл. 5). Наибольшие значения были в варианте с N₉₀P₉₀K₉₀ – 0,82-3,25 (в среднем 1,84) мг/100 г почвы. На более уплотненных почвах вариантов можно отметить тенденцию его повышения, хотя прямой зависимости нет.

Таблица 5 – Влияние объемной массы почвы и удобрений на суммарное содержание нитратного и аммиачного азота в пахотном слое почвы в среднем за вегетацию, мг/100 г

Объемная масса, г/см ³	Варианты удобрений			В среднем по вариантам уплотнения
	без удобрений	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N ₄₅ в подкормку	
1,20	0,36	0,82	0,63	0,60
1,32	0,44	1,35	0,71	0,84
1,36	0,55	3,25	0,80	1,54
1,40	0,47	1,95	0,66	1,03
В среднем по вариантам удобрений	0,46	1,84	0,70	

Наблюдения за динамикой накопления биомассы растений в зависимости от вариантов удобрений и интенсивности уплотнения показали, что лучшие условия складывались в основном на фоне N₉₀P₉₀K₉₀, только при наиболее высокой плотности преимущество за вариантом N₄₅P₉₀K₉₀ + подкорма N₄₅ (табл. 6). В зависимости от вариантов уплотнения можно отметить преимущество за вариантом с объемной массой 1,36 г/см³.

В зависимости от уровня плотности преимущество было за вариантами с объемной массой 1,20 и 1,32 г/см³. Величина фотосинтетического потенциала (ФПП) по вариантам опыта распределилась аналогичным образом (табл. 7).

Таблица 6 – Динамика накопления биомассы растений в зависимости от вариантов интенсивности уплотнения почвы и удобрений

Объемная масса, г/см ³	Вариант удобрений	Высота растений, см				Воздушно-сухая масса растений, г/м ²			
		кущение	трубкавание	колошение	молочно-восковая спелость	кущение	трубкавание	колошение	молочно-восковая спелость
1,20	без удобрений	30,5	47,5	76,0	76,0	184	288	595	522
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	37,0	66,0	96,0	96,0	284	414	969	924
	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + подкорма N ₄₅	36,5	66,5	90,0	90,0	216	545	1011	796
	в среднем по вариантам удобрений	34,7	60,0	87,3	87,3	228	416	858	747
1,32	без удобрений	28,2	43,8	70,0	72,0	146	314	610	569
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	32,5	64,8	94,0	98,0	274	539	976	1214
	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + подкорма N ₄₅	32,0	69,0	96,0	99,0	210	489	1048	1127
	в среднем по вариантам удобрений	30,9	59,2	86,7	89,7	210	447	878	970
1,36	без удобрений	26,5	40,5	74,0	78,0	110	298	577	556
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	29,5	64,0	84,0	84,0	234	510	701	1493
	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + подкорма N ₄₅	27,5	65,8	87,0	88,0	267	486	986	1327
	в среднем по вариантам удобрений	27,8	56,8	81,7	83,3	204	431	755	1125
1,40	без удобрений	24,0	48,0	73,0	74,0	94	288	477	656
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	35,5	70,0	91,0	92,0	234	531	1116	990
	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + подкорма N ₄₅	36,9	68,0	93,0	93,0	282	353	827	1338
	в среднем по вариантам удобрений	32,1	62,0	85,7	86,3	203	391	807	995

Таблица 7 – Показатели фотосинтетического потенциала в зависимости от вариантов интенсивности уплотнения почвы и удобрений, млн. м²/га дн.

Вариант удобрений	Объемная масса, г/см ³				В среднем по вариантам уплотнения
	1,20	1,32	1,36	1,40	
Без удобрений	0,77	0,63	0,44	0,51	0,59
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,18	1,11	0,75	0,98	1,00
N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + подкорма N ₄₅	1,06	1,11	0,65	0,80	0,90
В среднем по вариантам удобрений	1,00	0,95	0,61	0,76	0,83

Наблюдения за формированием листовой поверхности в течение вегетации показали, что в среднем за вегетацию на всех уровнях плотности она была выше при внесении сразу полной дозы удобрений на 2-ом варианте (табл. 8).

Таблица 8 – Площадь листьев в зависимости от вариантов интенсивности уплотнения почвы и удобрений, тыс. м² /га

Объемная масса, г/см ³	Вариант удобрений	Фаза развития			В среднем за вегетацию
		кущение	трубкование	колошение	
1,20	без удобрений	22,4	16,3	12,8	17,2
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	27,7	27,4	20,9	25,3
	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + подкорма N ₄₅	20,0	26,9	23,4	23,4
	в среднем по вариантам удобрений	23,4	23,5	19,0	22,0
1,32	без удобрений	17,2	12,2	11,9	13,8
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	19,4	29,6	24,8	24,6
	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + подкорма N ₄₅	23,0	21,8	25,6	23,5
	в среднем по вариантам удобрений	19,9	21,2	20,8	20,6
1,36	без удобрений	8,2	15,7	7,2	10,4
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	17,2	24,6	13,8	18,5
	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + подкорма N ₄₅	14,3	20,0	13,9	16,1
	в среднем по вариантам удобрений	13,2	20,1	11,6	15,0
1,40	без удобрений	10,4	13,1	10,3	11,3
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	20,1	25,6	19,8	21,8
	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + подкорма N ₄₅	16,8	16,5	18,4	17,2
	в среднем по вариантам удобрений	15,8	18,4	16,2	16,8

В условиях теплого и влажного года (ГТК=1,49), выше урожай сформировался при применении удобрений при плотности почвы 1,36 г/см³ 5,46-5,47 т/га за счет большего количества числа зерен в колосе и массы 1000 зерен (табл. 9, 10).

Таблица 9 – Урожайность яровой пшеницы в зависимости от объемной массы почвы и вариантов удобрений, т/га

Вариант удобрений	Объемная масса, г/см ³					В ср. по вариантам уплотнения
	1,20	1,26	1,32	1,36	1,40	
Без удобрений (контроль)	2,28	2,31	2,36	2,69	3,10	2,55
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	4,82	5,02	5,23	5,47	4,60	5,03
N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N ₄₅ в подкормку	4,60	4,68	4,77	5,46	5,38	4,98
В ср. по вариантам удобрений	3,90	4,00	4,12	4,54	4,36	

НСР₀₅ (для любых средних) - 0,22; НСР₀₅ (для А – уплотнение) - 0,13; НСР₀₅ (для Б - удобрения) - 0,10

Таблица 10 – Структура урожая яровой пшеницы в зависимости от объемной массы почвы и вариантов удобрений

Варианты опыта	Объемная масса почвы, г/см ³				В ср. по вариантам уплотнения
	1,20	1,32	1,36	1,40	
Количество стеблей с колосом, шт./м²					
Без удобрений (контроль)	455	450	460	545	478
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	575	610	487	527	550
N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N ₄₅ в подкормку	530	567	520	547	541
В среднем по вариантам удобрений	520	542	489	540	
Число зерен в колосе, шт.					
Без удобрений (контроль)	20,6	20,4	19,9	22,0	20,7
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	30,4	29,1	36,0	30,0	31,4
N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N ₄₅ в подкормку	32,1	34,1	37,5	34,2	34,5
В среднем по вариантам удобрений	27,7	28,5	31,1	28,7	
Масса 1000 зерен, г					
Без удобрений (контроль)	31,5	30,2	35,2	33,2	32,5
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	34,1	33,7	37,0	35,2	35,0
N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N ₄₅ в подкормку	37,4	33,0	37,5	36,2	36,0
В среднем по вариантам удобрений	34,3	32,3	36,6	34,8	

Использование данных полевого эксперимента, результатов исследований прошлых лет и литературных источников позволит научно обосновать методологию управления продуктивностью мелиорированных агроландшафтов на основе наукоемких агротехнологий, интегрирующих современные достижения НТП и адаптированных к почвенно-мелиоративным условиям осушаемых земель.

Литература

1. Кузнецова И. В. О некоторых критериях оценки физических свойств почв // Почвоведение, 1979. № 3. - С. 81-83.
2. Кузнецова И. В. Об оптимальной плотности почвы // Почвоведение, 1990 № 5. С.40-42.
3. Медведев В.В. В. Изменчивость оптимальной плотности сложения почв и ее причины // Почвоведение, 1990. № 5. - С.20.
4. Пупонин А.И. Обработка почвы в интенсивном земледелии Нечерноземной зоны. М.: Колос, 1984. - С. 184.
5. Ревут И.Б. Плотность и плодородие почвы // Сб. Теоретические вопросы обработки почвы. – Л.: Гидрометеиздат, 1968.
6. Румянцев В.И., Митрофанов Ю.И., Салихов Р.А. Уплотнение дерново-подзолистых легкосуглинистых почв и урожай // Земледелие, 1984. № 9. С. 51-52.

УДК 631

ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМНОГО ЩЕЛЕНИЯ ПОЧВЫ НА СТРУКТУРУ УРОЖАЯ И УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР

Ю.И. Митрофанов, к.с.-х.н., М.В. Гуляев, к.с.-х.н., С.А. Лукьянов

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

Наиболее важными приемами адаптации современных технологий к агроэкологическим условиям осушаемых земель являются освоение адаптивно организованных севооборотов, размещение культур в севооборотах с учетом биологических требований к условиям произрастания и применение агромелиоративных приемов (АП) обработки почвы. Последние позволяют повысить урожайность сельскохозяйственных культур в среднем на 10-30%, в зависимости от вида мероприятий и водности года. Окупаемость затрат на их проведение составляет 4,2-22,8 руб/руб.

По характеру влияния на формирование водных потоков и водный режим почвы агромелиоративные приемы, как известно, подразделяются на 2 группы:

- приемы, направленные на усиление поверхностного и внутрипочвенного стока по пахотному слою почвы (планировка поверхности, узкозагонная вспашка, выборочное бороздование, ложбины стока, гребневание, грядование)
- приемы, направленные на усиление внутрипочвенного стока по пахотному и подпахотному слоям почвы, на увеличение ее водовместимости и водопроницаемости, улучшение работы дренажа (глубокое рыхление, кротование, щеление, создание мощного пахотного слоя).

Основная сложность назначения и применения АП в условиях северо-запада Нечерноземной зоны РФ связана с пестротой почвенного покрова по литологии, водно-физическим свойствам, рельефу, типу водного питания территории и др. Наши исследования показали, что в этих условиях важен адаптивный подход к назначению АП с учетом индивидуальных особенностей каждого технологического участка. Особенно трудно реша-

ется вопрос выбора приемов второй группы – глубокого мелиоративного рыхления, кротования, щелевания. Недостатком применения этих приемов является непродолжительность их действия, особенно щелевания и кротования (1 год). Наиболее применяемый на практике прием – глубокое мелиоративное рыхление, также требует постоянного возобновления – через 2-3 года. Поэтому, разработка способов повышения эффективности и длительности действия агромелиоративных приемов второй группы представляет большой научный интерес. При щелевании почвы, как показали наши исследования, этого можно достичь за счет увеличения ширины щели и заполнения подпахотной ее части специальным водопроницаемым материалом, гумусовым слоем, измельченной соломой и другими медленно разлагающимися растительными остатками. По сравнению с обычным щелеванием здесь возрастает водовместимость, увеличивается длительность эффективного влияния на состояние водного режима пахотного слоя почвы, расширяются возможности для более широкого применения щелевания на разных почвах, возрастает положительное влияние на продуктивность культур и др. Для формирования таких щелей была разработана технологическая схема щелевания и изготовлен щелеватель – специальное орудие (опытный образец), позволяющее в процессе щелевания заполнять нижнюю часть щели смесью из растительных остатков, измельченной соломы зерновых культур и гумусового слоя.

Опыты по оценке влияния объемного щелевания почвы на урожайность полевых культур были начаты в 2011 году на экспериментальном участке Всероссийского НИИ мелиорированных земель, расположенном на объекте мелиорации "Губино" в Тверской области. Участок осушен закрытым гончарным дренажем, расстояние между дренами 20 м, глубина заложения – 0,9- 1,2 м. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, глееватая на маломощном двучлене. Площадь варианта обработки 600 - 4000 м², учетная площадь делянки 100 м².

В первые два года (2012-2013 гг.) щелевание проводилось на глубину 40-45 см, в последующие – на 45-50 см. Ширина щели 16 см, шаг щелевания 140-160 см. Перед щелеванием почвы проводилось измельчение соломы и дискование почвы на глубину 8-10 см.

Установлено, что эффективность объемного щелевания, по сравнению с обычным, возрастает за счет увеличения ширины щели и заполнения подпахотной ее части специальным водопроницаемым материалом, гумусовым слоем, измельченной соломой и другими медленно разлагающимися растительными остатками. При этом возрастает водовместимость, увеличивается длительность эффективного влияния на состояние водного режима пахотного слоя почвы, расширяются возможности для более широкого применения щелевания на разных почвах, возрастает положительное влияние на продуктивность культур и др.

Объемное щелевание обладает длительным (4 и более года) положи-

тельным действием на состояние почвы и продуктивность растений. По обобщенным за 2012-2016гг. данным повышает урожайность отдельных полевых культур на 9,4 – 27,9% (рис.1)

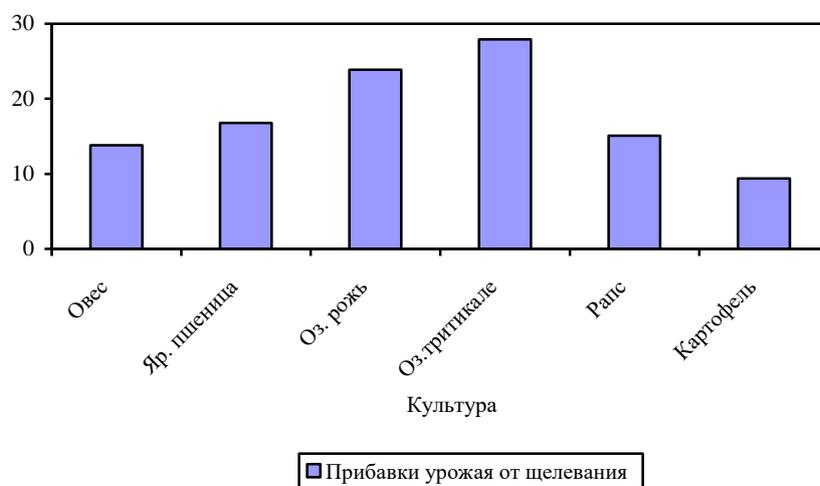


Рис.1. Влияние объемного щелевания осушаемой почвы на урожайность полевых культур, в % к контролю

В 2016 году прибавки урожая зеленой массы рапса ярового от щелевания (поперек дренажа) на второй год его действия (в разных опытах) составили 3,7 и 12,4%, озимой ржи – 35,6, овса – 12,4%.

Продольное щелевание (второй год действия) также оказало положительное влияние на урожайность полевых культур – прибавки урожая по культурам колебались от 7,5 до 15,5%. Щелевание почвы проводилось вдоль дренажа (междренные расстояния 20 м) с шагом щелевания 1,4-1,6 м и с выходом на коллекторную засыпку (табл.1).

Таблица 1 – Влияние объемного щелевания почвы на урожайность (т/га) культур полевого севооборота

(щелевание проведено вдоль дрен, расстояние между дренами 20 м, 2-й год действия)

Культура	Вариант		Прибавка урожая:	
	Контроль	Объемное щелевание на 45-50см	±	%
Яровой рапс	25,5	27,4	+1,9	107,5
Озимая рожь	4,41	4,99	+0,58	113,2
Яровая пшеница	4,33	5,00	+0,67	115,5
Картофель	27,7	31,0	+3,3	111,9

Анализ структуры урожая показал, что прибавки урожая у озимой ржи сформировались за счет увеличения плотности продуктивного стеблестоя и лучшей озерненности колоса. Под влиянием щелевания количество продуктивных стеблей на единице площади увеличилось на 73 шт/м² или 23,5%, масса зерна в колосе – на 9,1% (табл.2).

Положительное влияние объемного щелевания почвы проявилось и в биометрических показателях овса – увеличилось количество стеблей с

метелкой, количество зерен в метелке, масса 1000 зерен, площадь листовой поверхности растений.

Таблица 2 – Изменения в структуре урожая озимой ржи под влиянием объемного щелевания почвы

Варианты	Количество, шт/м ²		Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна в колосе, г
	Растений	Стеблей с колосом			
Контроль	240	310	53	31,2	1,65
Объемное щелевание	267	383	55	32,7	1,80

Площадь листьев у овса под влиянием объемного рыхления увеличилась на 14,6-33,8% (табл.3).

Таблица 3 – Влияние объемного щелевания почвы на площадь листьев овса

Вариант обработки почвы	Фаза кущения			Фаза выметывания		
	тыс. м ² /га	К контролю:		тыс. м ² /га	К контролю:	
		±	%		±	%
Контроль	6,5	-	100,0	16,4	-	100,0
Объемное щелевание (2-й год действия)	8,7	+2,2	133,8	18,8	+2,4	114,6

Таким образом, проведенные исследования показали, что объемное щелевание почвы на глубину 40-50 см с заполнением подпахотной части щели водопроницаемым материалом, состоящего из измельченной соломы, растительных остатков и гумусового слоя, является эффективным приемом повышения урожайности полевых культур.

Литература

1. Гулюк Г.Г., Шуравилин А.В. Влияние глубокого рыхления на плодородие осушаемых почв (на примере Яхромской поймы) // Мелиорация и водное хозяйство. 2003. №1. С.22-23).
2. Методические рекомендации. Усовершенствованные агрономелиоративные приемы обработки почвы, обеспечивающие регулирование водно-воздушного режима осушаемых почв.– Тверь: Тверской печатник, 2012. - 25с.
3. Митрофанов Ю.И., Котельников В.А., М.В.Гуляев, Симонов В.Ф., Лукьянов С.А. Объемное щелевание осушаемых почв / 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. 220-224.
4. Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В., Симонов В.Ф., Лукьянов С.А. Влияние объемного щелевания на водно- физические свойства осушаемых почв и урожайность культур /Сборник научных докладов 7-ой Международной (11-ой Всероссийской) конференции молодых ученых и специалистов "Инновационные технологии и экологическая безопасность в мелиорации"; ФГБНУ ВНИИ "Радуга". – Коломна: ИП Воробьев О.М., 2015. – с.73-77.
5. Турецкий Р.Л. и др. Глубокое рыхление и щелевание эродированных, уплотненных и временно переувлажняемых почв. Минск. 1988. 18с.;
6. Черненко В.Я., Печенина В.С., Бальчюнас А.И.и др. Рекомендации по осушению тяжелых почв закрытым дренажем с применением агрономелиоративных мероприятий и химмелиорантов. М.:1987. 41с.)

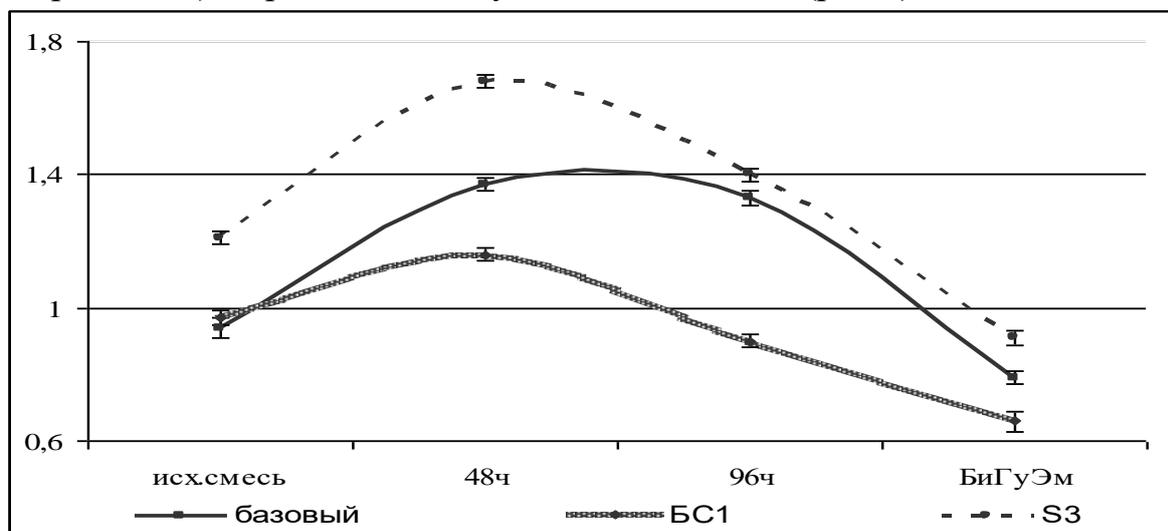
СКРИНИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЫБОРУ ЛУЧШЕГО ВАРИАНТА УДОБРЕНИЯ БИГУЭМ И ЕГО АПРОБАЦИЯ НА КАРТОФЕЛЕ

Рабинович Г.Ю., д.б.н., профессор, Тихомирова Д.В.
ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия

Исследования по получению и модернизации способа получения нового биоудобрения БиГуЭм и его апробации проводятся отделом биотехнологий ВНИИМЗ на протяжении нескольких лет.

Сравнительную оценку видов биоудобрения выполняли с целью выбора наилучшего из них. Анализировали три способа получения БиГуЭм, отличающиеся вводимыми в исходную торфопометную смесь биостимуляторами (БиГуЭм-базовый – Патент РФ № 2539781, БиГуЭм-БС1+БС2[2] – Патент РФ № 2579254 и БиГуЭм-S3 – в данный момент патентуется). Сравнимые виды биоудобрения БиГуЭм обозначили как базовый, БС1 и S3, что и отражено на нижеприведенных рисунках (1, 2) и в таблицах 1-3.

Интенсивность трех процессов ферментации оценивали путем сравнения окислительно-восстановительных коэффициентов (ОВК), представляющих собою соотношение активности двух ферментов (каталазы и дегидрогеназы), переведенных в условные единицы (рис.1).



**Рис. 1 – Окислительно-восстановительный коэффициент (ОВК)
в процессах получения БиГуЭм**

Данные рисунка 1 свидетельствуют, что все процессы получения БиГуЭм имели единую направленность: коэффициент ОВК в них увеличивался в первой половине ферментации и линейно снижался к ее концу. Процесс со стимулятором S3 имел самый высокий уровень ОВК на протяжении всего процесса, отражая максимальный уровень трансформационных изменений. Данное обстоятельство свидетельствовало о высокой эффективности используемого биостимулятора. Кроме того, во второй поло-

вине процесса ферментации ОВК снижался незначительно и в период выгрузки ферментируемой массы из биореактора этот показатель приближался к паритетной цифре 1 (плато распада-синтеза), что свидетельствовало о более активном затухании катаболических процессов, о синтезе веществ, характеризующихся видоизмененным энергосодержанием.

Доминантная роль в превращении органического сырья принадлежит азоттрансформирующей микрофлоре. Для отражения скорости преобразования субстрата азоттрансформирующей микрофлорой целесообразно использовать коэффициент минерализации по азоту (KmN), представляющий собою соотношение численности микрофлоры амилолитической группы к численности аммонифицирующей. Динамика KmN в исследуемых процессах получения БиГуЭм отражена на рисунке 2.

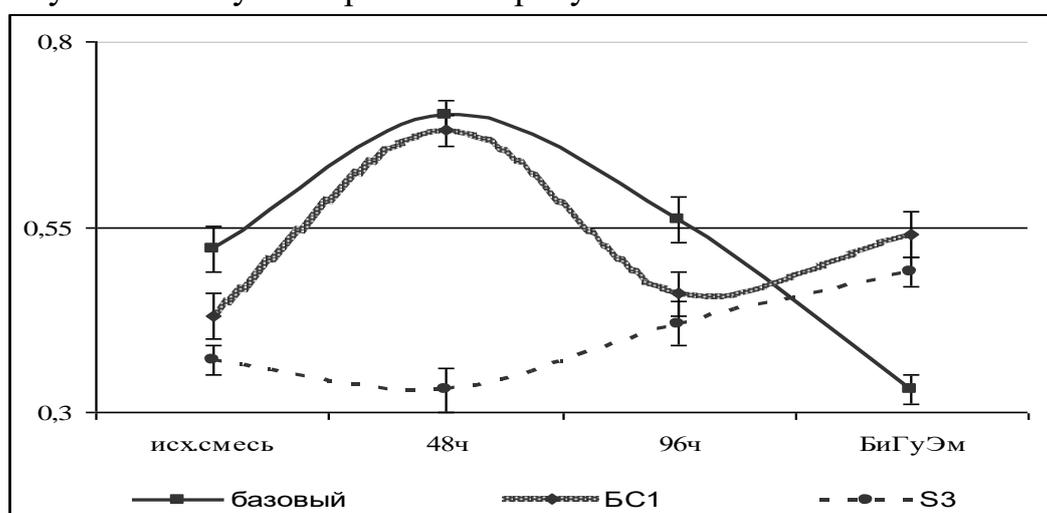


Рис. 2 – Коэффициент минерализации (KmN) в процессах получения БиГуЭм

В течение ферментации во всех сравниваемых процессах KmN имел разную направленность, однако, по завершении биопереработки все виды биоудобрения БиГуЭм имели KmN ниже 1, что свидетельствовало о хорошей сохранности азота. В дальнейшем этот факт также был использован при оценке удобрительной ценности видов данного биоудобрения.

Следует отметить, что к концу ферментации во всех трех процессах снижался уровень микроскопических грибов и отмечалось полное отсутствие энтеробактерий, что характеризует БиГуЭм, как экологически чистое и даже санитарно чистое удобрение.

Известно [1], что интенсивность процессов ферментации зависит от влажности органической смеси, а рекомендуемый уровень влажности для твердофазных процессов поддерживается в пределах 60-75 %. Во всех исследуемых процессах получения БиГуЭм уровень влажности к окончанию процесса снижался, составляя в среднем 60 %. Во всех видах БиГуЭм происходило накопление основных элементов питания (табл.1). Соотношение $C : N$ во всех видах БиГуЭм не было высоким, однако, в процессе S3 оно было наибольшим, что является без сомнения позитивным фактором.

Таблица 1 – Содержание некоторых агрохимических показателей в процессах получения БиГуЭм

Процесс	Варианты	Общий азот	P ₂ O ₅	K ₂ O	Нитраты, мг/кг	Содержание углерода, %	Содержание С : N
		а.с.в., %					
базовый	Исх. смесь	1,85 ± 0,04	1,90 ± 0,06	1,11 ± 0,05	307,07 ± 10,97		
	48 ч	2,12 ± 0,04	1,88 ± 0,07	1,18 ± 0,04	44,23 ± 2,43		
	96 ч	1,76 ± 0,04	2,19 ± 0,10	1,17 ± 0,04	30,14 ± 1,56		
	144 ч	1,86 ± 0,06	1,95 ± 0,08	1,38 ± 0,05	59,94 ± 2,61	24,7 ± 0,99	13,28
БС1	Исх. смесь	1,87 ± 0,07	1,89 ± 0,06	1,02 ± 0,05	151,12 ± 7,59		
	48 ч	1,81 ± 0,07	1,66 ± 0,07	1,05 ± 0,03	68,65 ± 3,70		
	96 ч	1,86 ± 0,07	1,95 ± 0,08	1,42 ± 0,07	27,66 ± 1,23		
	144 ч	2,01 ± 0,10	2,26 ± 0,05	1,32 ± 0,05	32,59 ± 1,55	26,05 ± 0,74	12,96
S3	Исх. смесь	1,88 ± 0,06	1,97 ± 0,09	1,09 ± 0,05	480,55 ± 15,96		
	48 ч	1,80 ± 0,05	1,92 ± 0,10	1,44 ± 0,08	99,53 ± 3,37		
	96 ч	1,82 ± 0,09	2,09 ± 0,08	1,12 ± 0,06	37,48 ± 1,77		
	144 ч	1,91 ± 0,08	2,52 ± 0,09	1,44 ± 0,04	45,29 ± 2,77	31,85 ± 1,03	16,67

В целом, по высокому содержанию NPK, по более благоприятному соотношению С : N, по максимальному ОВК как в первой половине ферментационного процесса, так и в готовом продукте, нами был выбран процесс, направленный на получение биоудобрения S3.

Полученное биоудобрение БиГуЭм S3 было протестировано в микрополевым опыте, заложенном на дерново-подзолистой почве мелиоративного объекта «Губино» Калининского р-на Тверской обл. под картофелем сорта «Жуковский». БиГуЭм, полученный со стимулятором S3, применяли в качестве основного удобрения. Его действие на урожай и качество растений оценивали в сравнении с компостом многоцелевого значения

(КМН), используемом при локальном внесении под картофель в рекомендованной дозе 4 т/га. Вторым контролем служил вариант без использования удобрений (б/у). Каждый из вариантов микрополевого опыта был представлен трехкратной рендомизированной повторностью.

В варианте с применением удобрения БиГуЭм S3 была отмечена достаточно высокая урожайность: относительно контроля КМН она увеличилась ~ на 6 % (т.е. не была достоверной), а по сравнению с вариантом б/у – на 25 % (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность картофеля (т/га)

Вариант опыта	Урожайность
1.Контроль (б/у)	16,17
2.КМН	20,40
3.БиГуЭм S3	21,56
НСР _{0,5}	1,61

Полученная в опыте продукция была оценена по таким важным показателям, как крахмалистость клубней картофеля и нитратонакопление, а результаты отражены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание крахмала и нитратов в картофельных клубнях

Вариант опыта	Крахмал, %	Нитраты, мг/кг
1.Контроль (б/у)	8,73 ± 0,3	127,60 ± 5,03
2. КМН	12,43 ± 0,5***	101,10 ± 3,58**
3.БиГуЭм S3	12,39 ± 0,5***	97,60 ± 3,75**

(примечание: разность между вариантом-контролем без использования удобрений и вариантами опыта достоверна: при * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,01$; **** $p < 0,001$)

Удобрения оказывают большое влияние на накопление крахмала в клубнях картофеля. Так, в вариантах с применением удобрений его количество оказалось значительно более высоким, чем в варианте без использования. Отметим, что в вариантах с применением КМН и БиГуЭм S3 эти цифры были практически идентичны.

Из данных таблицы 3 также видно, что нитратонакопление в клубнях картофеля вариантов опыта было ниже ПДК (250 мг/кг) [2], а в варианте с применением БиГуЭм S3 было зафиксировано наименьшее количество нитратов.

Таким образом, в ходе проведенного скринингового исследования трех видов БиГуЭм по некоторым биохимическим и агрохимическим показателям лучшим был признан вариант БиГуЭм, получаемый со стимулято-

ром S3. Данный вид БиГуЭм был апробирован на картофеле сорта «Скарб», причем благодаря ему была получена наибольшая прибавка урожая и выявлены лучшие качественные показатели. Следовательно, с учетом проведенного скрининга применение нового биоудобрения БиГуЭм S3 можно считать перспективным с давно зарекомендовавшим себя удобрением КМН.

Литература

1. Органические удобрения в XXI веке (Биоконверсия органического сырья): Монография. /Н.Г. Ковалев, И.Н. Барановский. -Тверь: Чудо, 2006. – 304 с.
2. Система экологически безопасного применения удобрений под овощные культуры на дерново-подзолистых и пойменных почвах нечерноземной зоны РФ (Руководство). /В.А. Борисов, В.М. Ковылин, Д.Ю. Котляров, О.Н. Успенская, Н.В. Гренадеров, Россельхозакадемия, ГНУ ВНИИО, 2010. – 88 с.

УДК 633.111.1

СОДЕРЖАНИЕ И ВЫНОС ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

**Смирнова Ю.Д., Рабинович Г.Ю., д.б.н., профессор
ФГБНУ ВНИИМЗ, Тверь, Россия**

Тверская область расположена в северо-западной части России и ее зачастую называют Верхневолжьем. Область представляет собою территорию с выборочным земледельческим освоением, так как большую площадь занимают леса и кустарники, а также болота [1].

В целом, Тверскую область отличают очень сложные почвенно-климатические условия, поэтому к выбору возделываемых сельскохозяйственных культур и их сортам подходят с серьезным обоснованием. Яровая пшеница не предъявляет высоких требований к температуре, поэтому ее возделывают во многих областях РФ, в том числе и Тверской. Одним из районированных сортов яровой пшеницы является сорт Иргина, выведенный в ГУ Красноуфимская селекционная станция индивидуальным отбором от скрещивания шведского сорта Вендель с Кометой и Стрелой. Отличается сорт высоким процентом выхода зерна, повышенным содержанием белка в зерне – 14-20 %, высокой устойчивостью к полеганию. Основное достоинство сорта – высокие хлебопекарные качества, в Госреестре он включен в список сортов сильных пшениц. Но яровая пшеница предъявляет высокие требования к состоянию почвы, особенно в начальный вегетационный период, поэтому важным для нее является внесение полноценных удобрений и своевременное проведение подкормок [2].

Все чаще сельхозтоваропроизводители для получения качественного и повышенного урожая наравне с минеральными удобрениями применяют регуляторы роста и биопрепараты различной природы, которые призваны восполнить недостаток минеральных удобрений. Кроме того, они помога-

ют в таких важнейших физиологических процессах растений, как рост и формирование различных органов, время и характер цветения, сроки созревания.

Во Всероссийском НИИ мелиорированных земель разработан биопрепарат для растениеводства и земледелия – ЖФБ. Производство ЖФБ включает стадию ферментации торфо-навозной смеси с получением твердофазного продукта ферментации, затем его экстракцию солевым раствором с последующей фильтрацией. Отличительные черты ЖФБ: высокая численности агрономически полезной микрофлоры до 10^{12} КОЕ/мл, наличие доступных элементов питания (азота, фосфора, калия) и микроэлементов (медь, цинк, марганец, железо); также в состав ЖФБ входят различные физиологически активные вещества: сахара, ферменты, аминокислота триптофан (предшественник ауксина); кроме того, ЖФБ характеризуется благоприятным уровнем кислотности и санитарно-гигиенической чистотой [3, 4]. Поэтому, по микробиологическому составу ЖФБ можно отнести к микробным препаратам, а по химическому и биохимическому – к регуляторам роста.

Целью настоящей работы была оценка эффективности биопрепарата ЖФБ на злаковой культуре – яровой пшенице сорта Иргина.

Исследования проводили в течение двух лет на мелиоративном объекте «Губино» Тверской обл. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая ($pH_{KCl} - 5,5$; $P_2O_5 - 270$, $K_2O - 205$, НЛГ. – 56 мг/кг; гумус (по Тюрину) – 1,35 %). В качестве основного удобрения на посевах яровой пшеницы применялось комплексное минеральное удобрение $N_{50}P_{50}K_{50}$ д.в./га. Закладка эксперимента была произведена в четырехкратной повторности на учетных делянках по 10 м², расположенных в рендомизированной последовательности и с выделением защитных полос. Технология возделывания яровой пшеницы – общепринятая для культуры. Биопрепарат ЖФБ вносили путем опрыскивания вегетирующих растений пшеницы по фазам кущения и колошения из ручного опрыскивателя, в норме расхода рабочего раствора 0,1 л/м², испытывали четыре рабочие концентрации препарата: 1:100, 1:300, 1:500, 1:1000. Контролем служили учетные делянки без обработки ЖФБ. Уборку проводили путем скашивания пшеницы вручную со всей учетной делянки. После просушки колосья обмолачивали на небольшой молотилке простой конструкции, зерно очищали, и взвешиванием определяли урожайность каждой делянки.

Применение минерального удобрения $N_{50}P_{50}K_{50}$ увеличило урожайность яровой пшеницы по сравнению с неудобренным фоном в среднем за два года на 0,73 т/га (табл. 1). Наибольшую прибавку урожайности пшеницы от применения ЖФБ в оба года исследований получили при разбавлении 1:300 – 0,39 т/га (15 %) по сравнению с фоном НРК в среднем за два года. При использовании разбавления 1:100 отмечали тенденцию к уменьшению урожайности, прирост к фону составил 0,21 т/га (8 %), а примене-

ние ЖФБ в разбавлениях 1:500 и 1:1000 не показало достоверного роста урожайности.

Таблица 1 – Урожайность и элементы структуры урожая яровой пшеницы

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Кол-во продукт. стеблей, шт./м ²	Масса 1000 зерен, г	Зерно/ солома
Контроль (б/у)	1,74	295	26,4	1:2,1
НРК – фон	2,47	362	28,5	1:1,9
Фон + ЖФБ 1:1000	2,51	365	29,4	1:1,9
Фон + ЖФБ 1:500	2,63	374	29,8	1:1,8
Фон + ЖФБ 1:300	2,86	390	32,2	1:1,6
Фон + ЖФБ 1:100	2,68	382	30,1	1:1,7
НСР ₀₅	0,21	13	1,7	

В варианте с применением ЖФБ при разбавлении 1:300 отмечали достоверную прибавку массы 1000 зерен – 13 % относительно фона, в других опытных вариантах наблюдали тенденцию к её увеличению. Отмечали достоверное увеличение количества продуктивных стеблей от применения ЖФБ в разбавлениях 1:100 и 1:300 в среднем на 7 % (табл. 1).

В растениях обнаружено более 70 химических элементов. Содержание азота и зольных элементов в растениях зависит от условий выращивания и неодинаково в различных органах [5]. Например, в зерне пшеницы больше содержится азота и фосфора, а в соломе пшеницы – калия.

В проведенном нами опыте внесение минерального удобрения способствовало увеличению содержания азота в зерне и соломе пшеницы – на 0,24 % и 0,07 % соответственно по сравнению с вариантом без удобрения (табл. 2). Применение биопрепарата ЖФБ также способствовало увеличению содержания азота в зерне – максимальное на 0,09 % по сравнению с фоновым вариантом. Содержание калия и фосфора в зерне пшеницы от применения ЖФБ в среднем за два года исследований различалось незначимо, но была отмечена тенденция к снижению содержания фосфора.

Таблица 2 – Содержание элементов питания в яровой пшенице, %

Вариант опыта	Содержание в зерне			Содержание в соломе		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль (б/у)	2,34	1,09	0,43	0,63	0,22	0,75
НРК – фон	2,58	1,12	0,45	0,70	0,23	0,80
Фон + ЖФБ 1:1000	2,63	1,07	0,45	0,71	0,22	0,82
Фон + ЖФБ 1:500	2,61	1,07	0,45	0,70	0,23	0,80
Фон + ЖФБ 1:300	2,67	1,09	0,46	0,72	0,21	0,81
Фон + ЖФБ 1:100	2,65	1,10	0,46	0,71	0,22	0,81
НСР ₀₅ :	0,05	–	–	–	–	–

Анализ побочной продукции пшеницы – соломы показал, что биопрепарат ЖФБ не способствовал изменению содержания в ней макроэлементов (табл. 2).

Применение ЖФБ способствовало увеличению выноса основных

элементов питания в основном за счет роста урожайности (табл. 3).

Таблица 3 – Вынос основных элементов питания яровой пшеницей, кг/га

Вариант опыта	зерном			соломой		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль (б/у)	40,7	19,0	7,5	23,0	8,0	27,4
НРК – фон	63,7	27,7	11,1	32,9	10,8	37,5
Фон + ЖФБ 1:1000	66,0	26,9	11,3	33,9	10,5	39,1
Фон + ЖФБ 1:500	68,6	28,1	11,8	33,1	10,9	37,9
Фон + ЖФБ 1:300	76,4	31,2	13,2	32,9	9,6	37,1
Фон + ЖФБ 1:100	71,0	29,5	12,3	32,3	10,0	36,9
НСР ₀₅	3,6	1,9	0,8	2,5	0,7	2,8

Вынос азота с зерном от применения ЖФБ увеличился на 3-11 % в зависимости от применяемого разбавления, а максимальные его потери наблюдали от разбавления биопрепарата ЖФБ 1:300 – 12,7 кг/га. Вынос фосфора и калия с зерном пшеницы достоверно возрос только при разбавлении 1:300: на 3,5 и 2,2 кг/га. Вынос элементов питания побочной продукцией (соломой) – различался не значимо.

Аналогичной закономерности подчинялся и общий вынос элементов питания с урожаем, сформированным основной и побочной продукцией яровой пшеницы. Наибольший общий вынос всех макроэлементов наблюдали при использовании ЖФБ в разбавлении 1:300, несколько меньшим он был в варианте с применением ЖФБ в разбавлении 1:100 (табл. 4).

Таблица 4 – Общий и удельный вынос элементов питания яровой пшеницей

Вариант опыта	общий, кг/га			удельный, кг/т		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль (б/у)	63,7	27,0	34,9	36,6	15,5	20,1
НРК – фон	96,6	38,5	48,7	39,1	15,6	19,7
Фон + ЖФБ 1:1000	99,9	37,3	50,4	39,8	14,9	20,1
Фон + ЖФБ 1:500	101,8	39,0	49,7	38,7	14,8	18,9
Фон + ЖФБ 1:300	109,3	40,8	50,2	38,2	14,3	17,6
Фон + ЖФБ 1:100	103,4	39,5	49,2	38,6	14,7	18,4

Подсчет удельного выноса элементов питания урожаем в пересчете на 1 т зерна с учетом побочной продукции, представленный в таблице 3, показал, что применение минерального удобрения значительно увеличило вынос азота по сравнению с контролем без удобрений – на 2,5 кг. Применение биопрепарата ЖФБ не оказало значимых изменений на удельный вынос элементов питания.

Таким образом, наибольшая продуктивность культуры была достигнута при опрыскивании посевов биопрепаратом ЖФБ при норме расхода 0,1 л/м² и в разбавлении 1:300, при этом прибавка урожайности зерна составила 15 %. Применение биопрепарата ЖФБ способствовало увеличению содержания азота в зерне яровой пшеницы, а следовательно, выноса азота с пшеницей.

Литература

1. Географическое положение Тверской области // статья сайта «гильдия авторов» <http://gildiya-avtorov.ru>
2. Физиология сельскохозяйственных растений: научное издание в 12-ти томах Т. 4: Физиология пшеницы/ под ред. П. А. Генкель. Москва, Россия: Изд-во МГУ, 1969. 555 с.
3. Патент № 2365568. Способ получения жидкофазного биосредства для растениеводства и земледелия/ Рабинович Г.Ю., Фомичева Н.В., Смирнова Ю.Д. //Бюл. № 24, РФ. -9 с.
4. Рабинович, Г.Ю. Инновационная технология для решения проблем агроэкологии/ Г.Ю. Рабинович, Ю.Д. Смирнова, Е.А. Васильева, Н.В.Фомичева// Региональная экология. – 2015. – № 6 (41). – С. 7-15.
5. Ягодин, Б.А. Агрохимия/ Б.А.Ягодин, Ю.П. Жуков, Кобзаренко В.И. -М.: Колос, 2002. -584 с.

УДК631.243

АВТОМАТИЗАЦИЯ УБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА И ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СЕМЯН ПРИ РАЗДЕЛЬНОЙ УБОРКЕ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДЕЛЯНОК ПРЯМЫМ КОМБАЙНИРОВАНИЕМ

Крюков М.Л., с.н.с., **Иванов М.В.**, инженер, **Степанов К.А.**, инженер
*ФГБНУ Федеральный Научный Агроинженерный Центр ВИМ,
г.Москва, Россия*

В настоящее время наиболее распространенным способом при выполнении уборочно-транспортного процесса в селекционных питомниках является применение мешочной тары. При использовании в селекционном процессе мягкой тары выполняется вручную ряд технологических операций:

1. Подготовка мешкотары для заготовки образцов семян.
2. Доставка мешкотары в поле, складирование и распределение.
3. Затаривание мешков, сбрасывание их на поле или складывание в штабель 4 х 3 на столе комбайна.
4. Подбор мешков с поверхности поля или перегрузка мешков в транспортное средство (ТС) на расстояние 1,5-3,0 м (переброска мешков при остановке ТС вплотную к комбайну).
5. Перегрузка мешков из ТС на площадку временного хранения на расстоянии 1,5-3,0 м.
6. Перегрузка мешков с площадки временного хранения на сушилку (С) на расстояние 1,5-3,0 м.
7. Перегрузка мешков из сушилки (через 3 часа начала работы в поле) в сортировальную машину (СМ) пересыпанием зерна из мешков в приемный бункер сортировальной машины на расстояние 1-5 м.
8. Прием зерна из СМ и затаривание его в мешки.
9. Взвешивание и укладка мешков на поддоны.

Поддоны с мешками готового к хранению зерна перемещают погрузчиком в хранилище.

На этих этапах заготовки семян требуется затаривание и перевалка большого количества образцов различных объемов. Применение мягкой тары усложняет механизацию процесса доставки зерна от комбайна на пункт переработки, поскольку манипулирование предметами неопределенной формы и переменных размеров требует применения интеллектуальных манипуляторов, т.е. фактически людей или сложных систем.

Устранение недостатков применения мешочной тары возможно заменой мягкой тары на жесткую. Чтобы заменить в транспортно-технологическом процессе мягкую тару на жесткую, потребуются создать контейнеры с возможностью выполнения в них процесса сушки и хранения, чтобы исключить ручной труд, связанный с многократным пересыпанием зерна в технологических переходах от транспорта к сушке, очистке и хранению [1].

В ВИМе разработана контейнерная система для заготовки семян зерновых и зернобобовых в селекции и первичном семеноводстве.

Исходя из требований санитарных норм [2] о разовом подъеме и перемещении тяжести в течении смены (до 15 кг для мужчин и 7 кг для женщин), сушки семян в контейнере, требующей ограничения высоты слоя семян в контейнере до 300 мм при одностороннем продувании и до 450-600 с реверсом потока агента сушки путем переворачивания кассеты, а также требования к форме кассеты, в которой располагаются контейнеры, иметь квадратную форму в 10x10 дм, Мы получили количественный ряд контейнеров для заполнения кассет, состоящий из пяти вариантов:

1. 289 контейнеров первого варианта с размещением – 17x17; объем каждого контейнера составляет 1 л;

2. 100 контейнеров второго варианта с размещением – 10x10; объем каждого контейнера составляет 3 л;

3. 64 контейнера третьего варианта с размещением – 8x8; объем каждого контейнера составляет 4,5 л;

4. 25 контейнеров четвертого варианта с размещением – 5x5; объем каждого контейнера составляет 13 л;

5. 16 контейнеров пятого варианта с размещением – 4x4; объем каждого контейнера составляет 16 л;

Данная контейнерная система применима на III и IV этапах селекционных работ и предварительного размножения новых сортов при уборке делянок и сплошных посевов [3,4].

Уборка урожая осуществляется селекционными и селекционно-семеноводческими комбайнами бункерными или безбункерными, оборудо-

ванными взвешивающим устройством, позволяющим вести непрерывную уборку зерна одного сорта с деленок одного яруса.

Для того, чтобы использовать безбункерные комбайны для работы с контейнерами, они оборудуются площадками для установки на них контейнеров.

При сравнительно одинаковом составе контейнерной поточно-транспортной технологии, применяемой на III и IV этапах селекционных работ, основным отличием является техническое обеспечение данной технологии, которое зависит от валового сбора семян на этих этапах селекционных работ (рис. 1).

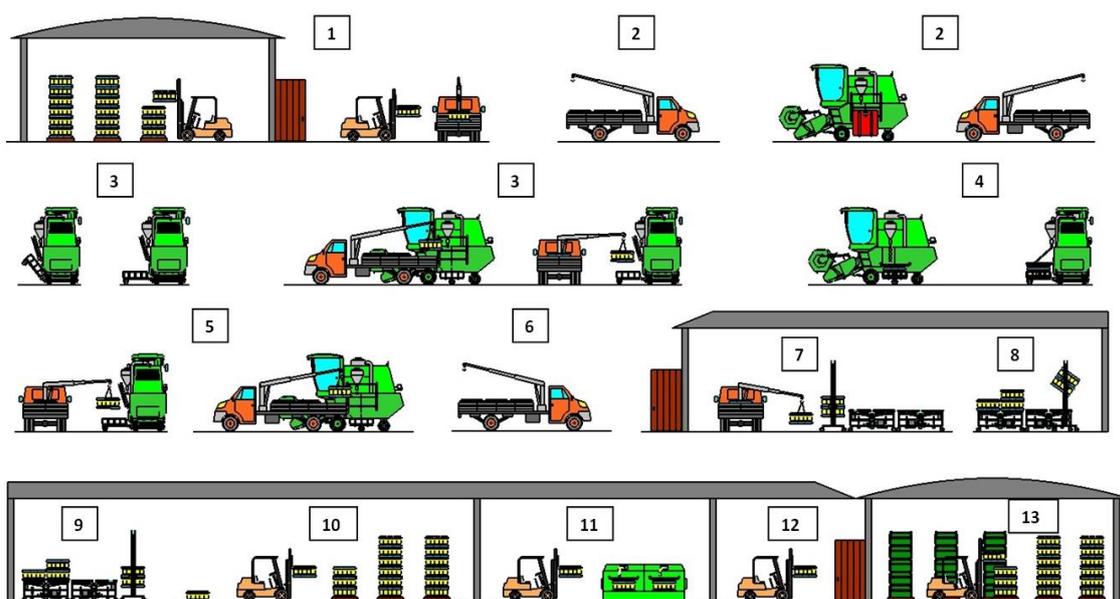


Рисунок 1 - Транспортно-технологическая схема перевозок семенного зерна

Опишем технологический процесс пооперационно:

- 1) Погрузка на складе пустых кассет в транспортное средство;
- 2) Доставка пустых кассет на поле к комбайну;
- 3) Установка кассеты на загрузочное устройство селекционного комбайна;

Комбайн оснащен с левой по ходу движения стороны загрузочным устройством, состоящим из консольной площадки для установки кассеты с контейнерами и координатной дозирующей головки для автоматического затаривания семян в контейнеры. Загрузочное устройство может находиться в двух положениях: транспортном и рабочем. Транспортное средство, груженное пустыми кассетами, подъезжает к комбайну с левой стороны и останавливается параллельно ему. Консольная площадка комбайна опускается в рабочее положение и на нее с помощью гидроманипулятора транспортного средства устанавливается кассета с пустыми контейнерами.

4) Заполнение контейнеров кассеты пробами урожая семян с отдельных делянок;

После установки кассеты с контейнерами на консольную площадку рама с координатной дозирующей головкой опускается в рабочее положение. Комбайн начинает уборку, и зерно поступает из циклона в дозирующую головку, установленную на координатном устройстве, а из головки в контейнеры. Циклон и дозирующая головка соединены гофрированным патрубком.

Задача автоматизации селекционного уборочного процесса требует максимальной регламентации соответствия объемов контейнеров объемам проб, укладываемых в размеры контейнеров выбранного ряда, а в случае их превышения с применением алгоритмов пересчета размеров учетных площадей для заданных объемов контейнеров.

Расчет объемов контейнеров под размеры проб будущего урожая должен производиться с большой точностью для максимального использования объемов контейнеров. Достигнуть такого положения возможно только путем решения обратной задачи по подгонке размеров проб к размерам контейнеров, при условии, что:

$$V_{\text{пробы}} > Vq \text{ контейнера}, \quad (1)$$

где q - контейнер из размерного ряда, подходящий по расчету, объем которого равен объему пробы СТАНДАРТА с заданной учетной площадью делянки.

Операция по загрузке пробы в контейнер в этом случае состоит из следующих шагов:

1 – комбайн убирает i -ю делянку с заданной учетной площадью;

$$V_{\text{пробы}} \equiv Si(l \text{ уч}) \quad (2)$$

2 – весь обмолоченный и очищенный объем семян поступает из циклона в резервуар (объемный тестер - ОТ) для точного определения объема пробы; резервуар ОТ – состоит из двух объемов, один из которых настроен на объем контейнера и может отделяться от остального и ссыпаться в соответствующий контейнер; при этом производится пересчет учетной площади в соответствии с пропорцией:

$$\left. \begin{array}{l} V_{\text{пробы}} \propto Si(l \text{ уч}) \\ Vq \text{ контейнера} \propto Si(X \text{ уч}), \text{ откуда} \end{array} \right\} (3)$$

$$Si(X_{уч}) = \frac{Vq \text{ контейнера} \times Si(l_{уч})}{V_{пробы}} \quad (4)$$

3 – таким образом, каждой заполненной секции кассеты будет поставлен в соответствие номер делянки и индивидуальный расчетный размер ее учетной длины: $Si(X_{уч})$.

4 – остаток семян сыпается в отдельный контейнер, в котором должны разместиться все повторы данного j-го сорта;

5 – если объем пробы равен или меньше объема контейнера, то оснований для пересчета не будет;

6 – если в убираемом питомнике или сортоиспытании количество повторов - n, то количество контейнеров j-го сорта будет – (n + k),

где k = 1,2,3,....

7 – в k контейнерах соберется n остатков объемов проб, которым будет соответствовать сумма остатков учетных площадей полученных в результате пересчетов.

5) Снятие кассеты с загрузочного устройства для контейнерного отбора семян;

6) Доставка грузеных кассет на пункт первичной переработки;

7) Разгрузка кассет на пункте ожидания сушки и установка кассет на модульную контейнерную сушилку;

8) Сушка с перемешиванием или изменением направления потока агента сушки путем кантования (переворачиванием) (рис. 2);

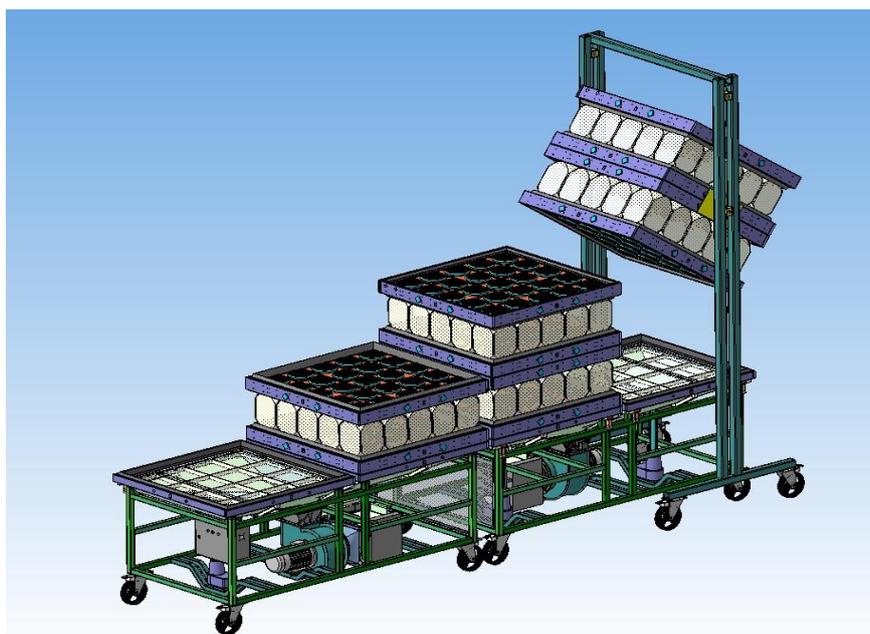


Рисунок 2 – Сушка семян в контейнерах, установленных в кассету

В кассете установлены несколько датчиков температуры. Измерение температуры производится по командам микропроцессора с заданным временным шагом. При достижении температурой контрольных значений вырабатывается команда и включается алгоритм для подъемно-транспортного устройства по захвату-подъему-переворачиванию и установке кассеты. Подъемно-транспортное устройство захватывает кассету и поворачивает ее на 180 градусов в вертикальной плоскости, обеспечивая тем самым реверс агента сушки.

9) Снятие кассет с контейнерной сушилки;

Завершение процесса сушки сопровождается поступлением (сигнала) команды об окончании сушки в некоторой кассете после вентилирования холодным агентом сушки до температуры окружающей среды.

10) Установка кассет на хранение до проведения лабораторных исследований;

11) Извлечение проб семян из контейнеров кассеты для индивидуальной обработки каждой пробы;

Извлечение проб семян из секций осуществляется устройством аналогичным УЗМК, которое назовем устройством разгрузки многосекционных кассет - УРМК. Отличие заключается только в том, что в кронштейне крепления рабочего органа закреплена всасывающая насадка семяпровода. В управлении устройством по разгрузке семян из многосекционной кассеты применяется микропроцессорная система, использующая базу данных (БД), созданную при заполнении кассеты с кодированием каждой секции. При извлечении проб семян из кассеты и проведении лабораторного анализа создается продолжение базы данных.

12) Транспортировка кассет в хранилище;

13) Пересыпание семян после лабораторных исследований в соответствии с сортами из контейнеров кассет в большие контейнеры с семенами с участков предварительного размножения.

В хранилище семена пересыпают из кассет в большие контейнеры, в которых хранятся семена соответствующих сортов с участков для предварительного размножения, установленные штабелем в несколько ярусов на специальное основание, через которое возможно вентилирование семян непосредственно в контейнерах.

Кассету с контейнерами очищают продувкой сжатым воздухом с применением вакуумного устройства и сбором отходов в отдельную емкость. После очистки кассеты устанавливаются штабелем на хранение [5].

Литература

1. Измайлов А.Ю., Евтюшенков Н.Е., Калинин Г.А., Крюков М.Л., Власова С.В. Разработать контейнерную технологию и систему технических средств для уборки, транспортировки, сушки, очистки и хранения зерна в селекции и первичном семеноводстве: Отчет о научно-исследовательской работе. – М.: ГНУ ВИМ, 2013. – 84 с.
2. Руководство Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (утв. Главным государственным санитарным врачом России 29.07.05).
3. Измайлов А.Ю., Евтюшенков Н.Е., Крюков М. Л., Ильин Л. И., Скатова С.Е., Закаревский О.В. Технология перевозки зерна в селекции и первичном семеноводстве // Селекция, семеноводство и генетика. – 2016. – № 1 (7). – С.41-44.
4. Евтюшенков Н.Е., Крюков М. Л., Шилова Е.П., Власова С.В. Технология и техника для уборки и транспортировки зерна в селекции и первичном семеноводстве // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2016. – № 5. – С. 30-35.
5. Измайлов А.Ю., Жалнин Э.В., Евтюшенков Н.Е., Калинин Г.А., Крюков М.Л., Иванов М.В., Власова С.В. Разработать механико-технологическое обоснование системы транспортного обслуживания и транспортных средств для селекции и первичного семеноводства зерновых культур: Отчет о научно-исследовательской работе. – М.: ГНУ ВИМ, 2016. – 91 с.

РАЗДЕЛ II. Вопросы экологизации земледелия

УДК 631.41

РОЛЬ СТРУКТУРЫ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ МЕЛИОРАЦИИ И ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

К.Ю. Хан¹, д.б.н., А.Д. Позднякова², к.б.н., Б.К.Сон³

¹Окский экологический фонд, Международного общественного экологического фонда, г.. Пушино, Россия

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

³Учреждение Российской академии наук Институт фундаментальных проблем биологии, г.Пушино, Россия

Сохранение плодородия почвы – стратегическая цель экологического земледелия в условиях мелиорации земель. Основной задачей в сохранении высокого плодородия почв является увеличение содержания органического вещества и гумуса в почве, сохранение от деградации водопрочной структуры. Для разработки комплекса экологических и мелиоративных мероприятий необходимо: проведение почвенно-ландшафтного картографирования, производственная оценка земельного фонда, выделение агроэкологических типов и групп земель и определение основных параметров адаптивно-ландшафтных систем земледелия для конкретных регионов земледелия. Все экологические и мелиоративные мероприятия должны быть направлены на стимулирование и укрепление биологических циклов в системе земледелия, включающей микроорганизмы, почвенную флору и фауну, растения и животных сохранение и стимулирование долговременного почвенного плодородия.

Качество и характер распределения агрегатов в профиле почвы создают оптимальные условия для реализации не только продукционной, но и деструктивной ветви цикла органического углерода, особенно в тех случаях, когда значительная часть биомассы поступает в почву в виде подземных растительных остатков. Высокая агрегированность в таких почвах обеспечивает полную деструкцию (до образования CO_2 и H_2O) той части органического вещества, которая при данном сочетании факторов почвообразования оказывается избыточной, так как почвенная биота и в первую очередь микроорганизмы не способны полностью минерализовать и трансформировать органические вещества поступающие в почву [1-2].

Основным параметром, характеризующим структурное состояние почв, является водоустойчивость агрегатов. Она определяется прочностью структуры водоустойчивых ядер, армированных пространственной сеткой высокодисперсных органо-глинистых частиц. Макроскопическая прочность водоустойчивой структуры агрегатов практически однозначно определяется общим содержанием гумуса в почвах. Между энергией связи ча-

стиц ($U_{св}$) и общим содержанием гумуса ($C_{гум}$) (рисунок 1А), а также силой сцепления частиц и содержанием гумуса (рисунок 1Б) выявлена тесная связь, близкая к функциональной. Содержание гумуса в верхних горизонтах автоморфных почв, его групповой состав и свойства гуминовых веществ тесно связаны между собой, сочетания их характеризуют типы почв, а продолжительность периода биологической активности отражает кинетику гумусообразования и уровень интенсивности биохимических процессов [3].

Рассмотренные соотношения, свидетельствуют о том, что в формировании водоустойчивых структурных связей в агрегатах почв главная роль принадлежит биохимическим процессам.

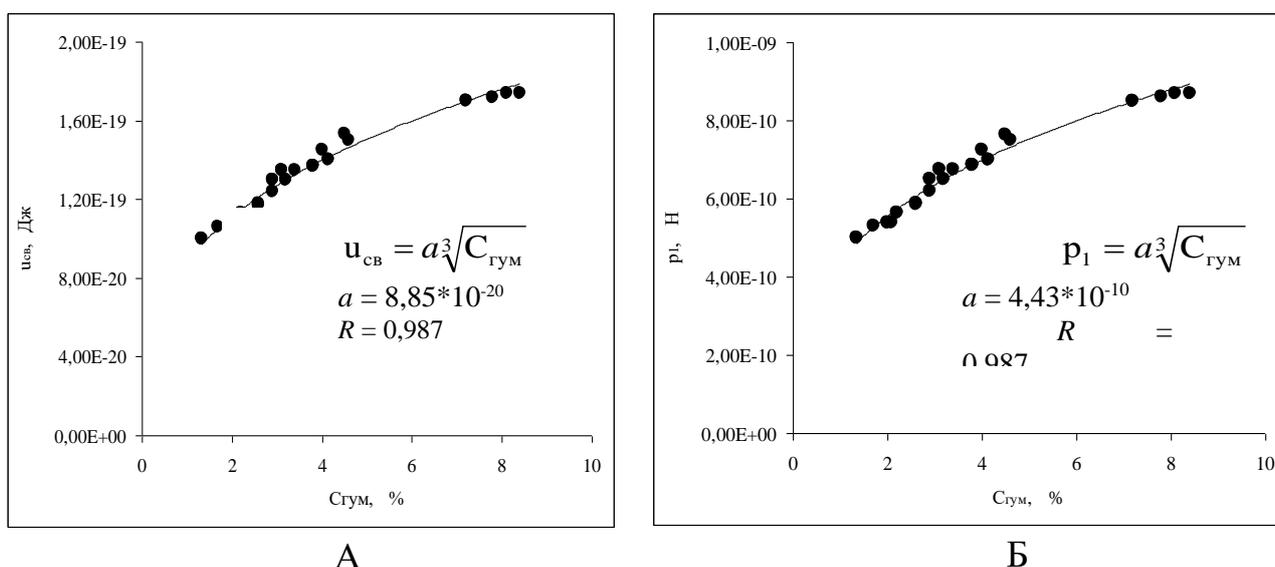
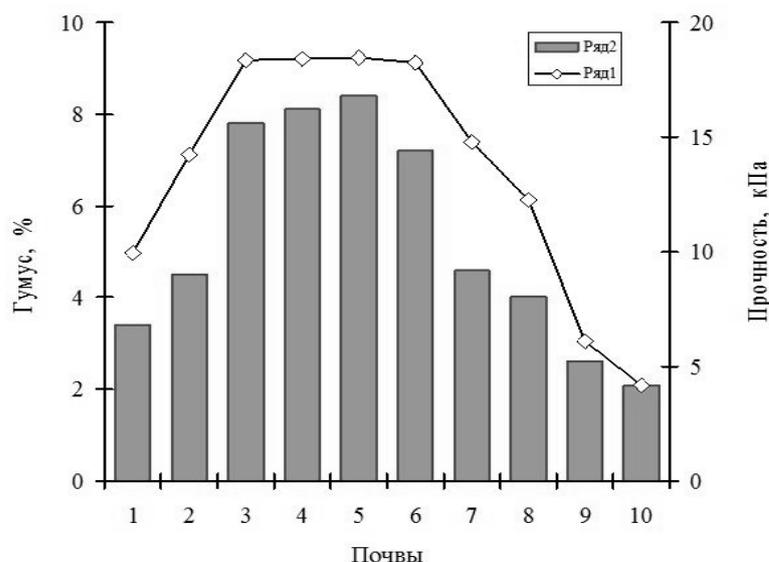


Рисунок 1 - Связь между энергетическими характеристиками водоустойчивой структуры агрегатов и содержанием гумуса в почвах: а) зависимость между энергией связи частиц $u_{св}$ и содержанием гумуса ($C_{гум}$) (А); зависимость между прочностью контактов p_1 и содержанием гумуса ($C_{гум}$) (Б)

Нам удалось количественно оценить влияние гумуса на формирование водоустойчивых агрегатов. Впервые на количественном уровне установлена взаимосвязь двух фундаментальных процессов почвообразования - гумусообразования и структурообразования в некоторых автоморфных почвах лесостепной и степной зоны (рисунки 1-3). Анализ показывает, что в формировании контактов, которые являются носителями прочности в водоустойчивых агрегатах, активное участие принимает определенная часть гумусовых веществ (рисунок 1).

Рассмотрены следующие почвы: 1- светло-серые лесные; 2 - серые лесные; 3 - темно-серые; 4 - черноземы выщелоченные и оподзоленные; 5 - черноземы типичные (Курская обл.); 6 - черноземы обыкновенные; 7 - черноземы южные (Ростовская обл.); 8 - темно-каштановые (Ростовская обл.); 9 - каштановые; 10 - светло-каштановые (рисунки 2-3).



**Рисунок 2. Изменение содержания гумуса и прочности водоустойчивых агрегатов в некоторых автоморфных почвах:
Ряд 1 – прочность макроагрегатов; Ряд 2 - содержание гумуса**

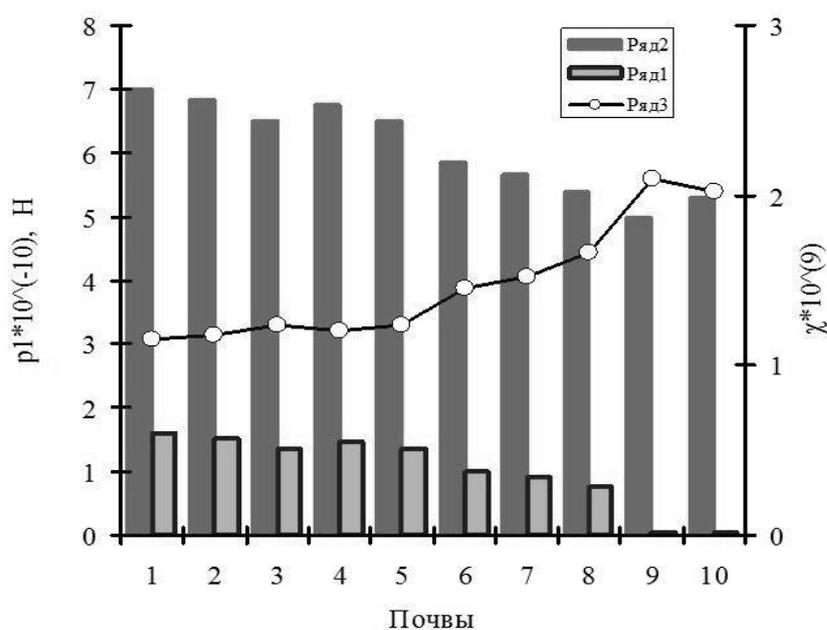


Рисунок 3 - Изменение прочности индивидуальных контактов, количество контактов и плотности сложения в водоустойчивых макроагрегатах некоторых автоморфных почв: Ряд1 - число контактов χ в 1см^2 площади сечения органо-глинистой оболочки; Ряд2 – средняя прочность контактов p_1 между частицами органо-глинистой оболочки; Ряд3 – параметр n характеризует строение органо-глинистой оболочки, связывающей водоустойчивые ядра в макроагрегатах почв

Между общим содержанием гумуса в почвах и прочностью структуры водоустойчивых макроагрегатов выявлена практически функциональная связь (таблица 1).

Таблица 1. Параметры уравнения, описывающего изменение P_c в зависимости от содержания гумуса (Сгум)

Переменные $X = C_{гум}$ (%) и $Y = P_c$ (кПа) (Доверительный уровень 95 %)						
Уравнение	a	b	r	r ²	t-факт.	t-станд.
$Y = 1/(a + b \cdot \exp(-X))$	0,0550	1,4081	0,990	0,981	14,58	2,04

Максимальные значения прочности водоустойчивых макроагрегатов P_c приходятся на почвы черноземного типа, для которых характерно наиболее высокое содержание гумуса. Постепенному снижению содержания гумуса к северу и к югу соответствует закономерное уменьшение прочности водоустойчивой структуры макроагрегатов (рисунки 2-3). Количество контактов, отнесенных к единице площади разрушения χ и прочность индивидуальных контактов p_1 закономерно возрастают с увеличением содержания гумуса в почвах. Также возрастает плотность сложения каркаса, об этом свидетельствует уменьшение фактора упаковки n (рисунок 3), который зависит от размера частиц и характеризует пористость связнодисперсных систем.

Механизм этого явления заключается в следующем. Сокращение количества свежего органического вещества, поступающего в почву, приводит к ухудшению гумусного состояния почв, что отрицательно отражается на водоустойчивости агрегатов. Анализ показывает, что нарушение естественного баланса органического вещества приводит к постепенному разрушению водоустойчивого каркаса, образованного из органо-глинистой оболочки.

И вызвано оно уменьшением энергии связи между органо-глинистыми частицами, приводящей к снижению прочности индивидуальных контактов. Это в свою очередь вызывает изменения в строении органо-глинистой оболочки - она становится менее компактной (уменьшается фактор упаковки n) и менее прочной. В итоге прочность структуры водоустойчивых агрегатов закономерно уменьшается.

Связь между содержанием гумуса и энергетическими характеристиками структуры водоустойчивых агрегатов горизонтов А и Апах в некоторых почвах представлены на рисунках 4-5. Почвы: 1- чернозем карбонатный легкоглинистый (Республика Молдова); 2 - чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый Апах (Ростовская обл.); 3 - темно-каштановая легкосуглинистая Апах (Ростовская обл.); 4 - чернозем обыкновенный среднесуглинистый (Республика Молдова); 5 - чернозем типичный среднесуглинистый (Республика Молдова); 6 - каштановая легкосуглинистая Апах (Ростовская обл.); 7 - чернозем карбонатный среднесуглинистый (Республика Молдова); 8 - пойменная дерновая среднесуглинистая Апах (Московская обл.); 9 - чернозем супесчаный Апах (Республика Молдова); 10 - дерново-подзолистые, гор. А

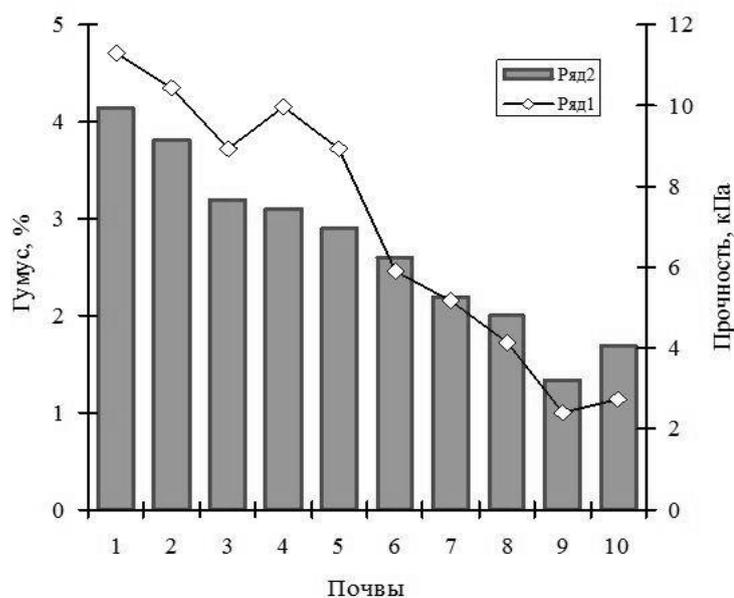


Рисунок 4 - Изменение содержания гумуса в почвах и прочности водоустойчивой структуры макроагрегатов в некоторых автоморфных ЕТР: ряд1 – прочность макроагрегатов; ряд2 - содержание гумуса

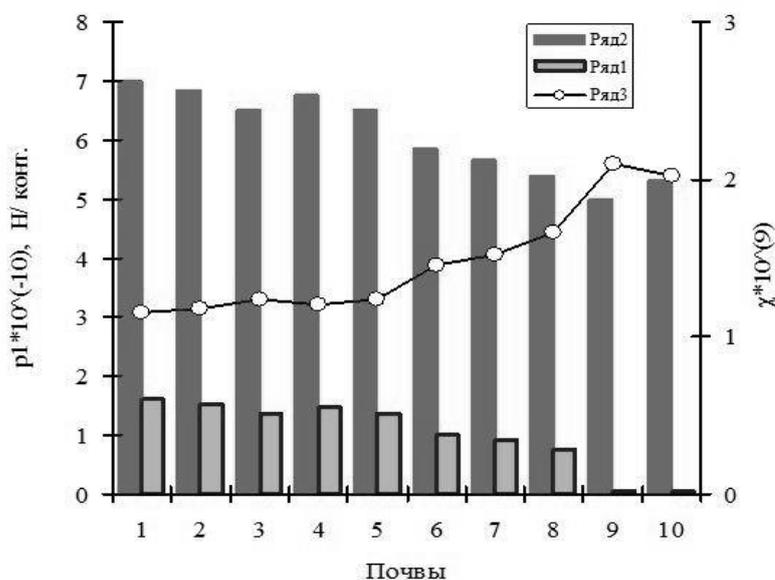


Рисунок 5 -Изменение параметров p_1 , χ и p в некоторых автоморфных почвах: Ряд1 - число контактов (χ) на 1 см² площади сечения органоглинистой оболочки; Ряд2 –сила сцепления между органо-глинистыми частицами каркаса; Ряд3 – параметр p характеризующий строение органо-глинистой оболочки, связывающей ядра водоустойчивых частиц в макроагрегатах почв

Таким образом, на основании проведенных исследований установлена структурно-функциональная связь между показателями, характеризующими агрегатное и гумусное состояние почв.

Литература

1. Степанов А.Л., Манучарова Н.А. Образование и поглощение парниковых газов в почвенных агрегатах. М.: «Университет и школа». 2006. – 81с.
2. Хан К.Ю. Энергетическая характеристика водоустойчивости почвенных агрегатов. Автореферат док. диссерт. Пушкино, 2013.
3. Орлов. Д.С., Бирюкова О.Н. Система показателей гумусного состояния почв. В сб. Методы исследования органического вещества почв. М: Россельхозакадемия – ГНУ ВНИПТИОУ, 2005, с. 521.

УДК 633.31/.:631.531.011.3

ФАКТОРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ АБОРИГЕННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ФИТОЦЕНОЗОВ ПРИ ПОДСЕВЕ БОБОВЫХ ТРАВ В ДЕРНИНУ

Алехина Ю.В., канд. с.-х. наук, доцент

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь, alekhinauv@mail.ru*

Повышение продуктивности сенокосов и пастбищ непосредственно связано с вопросами поверхностного и коренного улучшения (создание сенных сенокосов и пастбищ), а также правильного использования природных кормовых угодий. Улучшенные природные кормовые угодья по сравнению с неулучшенными дают более высокую по кормовым достоинствам сенокосную и пастбищную продукцию.

Даже поверхностное улучшение природных кормовых угодий (текущий уход, борьба с сорняками, внесение удобрений, подсев трав и т. д.) нередко повышает их продуктивность в 2-3 раза.

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 преобразования 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.

Роль семенного возобновления в луговых сообществах невелика. Значительная часть всходов, появляющихся на природных кормовых угодьях, в больших количествах гибнет в первый год жизни. Взрослые растения угнетающе воздействуют на молодые, в большей степени через корни и затенение. В почве, густо пронизанной корнями взрослых растений, всходы могут получить лишь очень ограниченное количество влаги и питательных веществ. В связи с этим слаборазвитые надземные органы в условиях значительного затенения в состоянии синтезировать органическое вещество лишь в очень ограниченном количестве, нередко недостаточ-

ном для поддержания жизни.

Из фактов медленного развития молодых растений в сообществах ясно, что нельзя ожидать быстрого положительного эффекта от подсева семян на сенокосах и пастбищах с сомкнутыми травостоями, если этот прием не сопровождается нарушением сообщества (обработка почвы) или мероприятиями, направленными к ускорению развития молодых растений.

Ряд исследователей предпринимали попытки проводить подсев по примитивной технологии, предусматривающей высев семян вразброс и заделку их тяжелыми зубowymi 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].

Более 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.

Фрезерная сеялка для подсева в бороздки удовлетворяет агротехническим требованиям, поскольку в бороздках семена попадают на твердое ложе и засыпаются рыхлым слоем почвы на глубину 0,5-1,5 см. 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 табл. 1 приведены данные наблюдений за формированием пастбищных травостоев при подсеве многолетних бобовых трав в дернину старосеяного культурного пастбища. Полевую всхожесть определяли подсчетом всходов спустя 30 дней после проведения подсева, а выживаемость в конце вегетации в год подсева.

Полевая всхожесть зависит от крупности семян многолетних бобовых трав. Так, семена клевера лугового имели всхожесть 58 %, а мелкие семена клевера ползучего и клевера гибридного соответственно 38 и 46 %.

Подсеянные в дернину бобовые травы и прежний травостой конкурируют за свет, влагу и питательные вещества.

Таблица 1. Полевая всхожесть, сохраняемость и выживаемость многолетних бобовых трав при подсева в дернину

Варианты	Высеяно всхожих семян, шт./ м ²	Получено всходов, шт./ м ²	Полевая всхожесть, %	Сохранилось растений, шт./ м ²	Сохраняемость всходов, %	Выживаемость, %
Подсев бобовых в дернину, в год подсева режим использования пастбищный						
Клевер ползучий (3 кг/га)	350	134	38,0	88	66	25,1
Клевер луговой (4 кг/га)	200	116	58,0	74	64	37,0
Клевер гибридный (3 кг/га)	370	171	46,0	109	64	29,4
Клевер ползучий + клевер луговой (3,5 кг/га)	280	135	48,0	90	67	32,1
Клевер ползучий + клевер гибридный (3,5 кг/га)	365	163	46,0	97	59	26,6

Примечание: Нормы высева многолетних бобовых трав при 100 %-ной посевной годности

Часть всходов погибает от повреждения вредителями и болезнями, в результате чего от 30 до 40 % всходов не выживают. На улучшенных подсевах бобовых трав делянках к концу вегетации сохраняется 74-109 шт./м² 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]. Поэтому подсев бобовых трав в дернину фрезерной сеялкой обеспечивает получение оптимальной густоты растений бобовых трав при высевах малыми нормами.

Пастбищный режим использования в год подсева бобовых трав в дернину позволяет эффективно подавлять конкуренцию исходного травостоя и создать ценозы с высоким содержанием бобовых трав.

Следует отметить, что наряду с выпасом нами изучались и другие методы подавления конкуренции исходного травостоя [1], но конкретно для пастбищ был рекомендован именно такой способ подавления развития исходного травостоя. Этот прием достаточно экологичен, не выводит угодья из традиционного использования, не требует дополнительных затрат.

Литература

- 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.

**ЗНАЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ
ЖИДКОФАЗНОГО БИОСРЕДСТВА
ДЛЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

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

Производство органических удобрений, биопрепаратов и биосредств из отходов животноводства и птицеводства (навоза, помета) всегда остается востребованным. При этом актуальным является поиск новых, наиболее экономичных технологических приемов и решений переработки этих отходов. Ферментация отходов в установках камерного типа представляет собой один из наиболее прогрессивных способов их переработки в высококачественное органическое удобрение. Его преимущество заключается в переводе процесса ферментации на управляемый режим, направленный на создание оптимальных параметров протекания процесса и гарантированных условий обеззараживания готового продукта. При этом потери элементов питания минимальны, а сроки созревания сокращаются до нескольких суток [1].

Для производства удобрений, как и любой другой продукции, должна быть создана система производственного контроля, включающая контроль качества и безопасности исходного сырья, промежуточной и конечной продукции, наблюдение за технологическими режимами, оценку критических параметров по всем стадиям производства, а также выполнение санитарно-эпидемиологических, гигиенических требований и др. При исследовании состава сырья и готовой продукции необходимо проводить оценку соответствия полученных результатов определенным требованиям безопасности, с учетом физических, механических, агрохимических свойств и других критериев, предъявляемых к удобрениям. В настоящее время действует ГОСТ Р 53117-2008 [2], в котором указаны нормы токсикологических, ветеринарно-санитарных, гигиенических характеристик удобрений, требования к качеству удобрений, безопасности технологического процесса их производства, требования охраны окружающей среды и др.

Во Всероссийском НИИ мелиорированных земель разработана технология получения новых видов биосредств для сельского хозяйства [3]. В основе технологии лежат ферментационно-экстракционные процессы преобразования органического сырья (навоза КРС, низинного или переходного торфа) с включением стимуляторов различной природы. Главное отличие технологической линии заключается в установлении заданных физико-химических параметров, позволяющих эффективно задействовать исходный потенциал микрофлоры, за счет жизнедеятельности которой формируется качественная продукция.

Разработанная технологическая линия направлена, главным образом, на получение жидкофазного биопрепарата ЖФБ для растениеводства и земледелия. Действующим началом жидкофазного биопрепарата является высокое содержание агрономически полезной микрофлоры (до 10^{12} КОЕ/мл). Кроме этого, ЖФБ отличает высокий уровень питательности и физиологичности. Однако технологическая линия наряду с жидкофазной продукцией позволяет получать и твердофазные биосредства – это продукт ферментации ПФ и биогенная основа БО. При этом продукт ферментации является промежуточным продуктом в процессе получения ЖФБ, а биогенная основа – побочным. При исследовании состава ПФ и БО определены показатели качества, которые согласно ГОСТ соответствуют нормам и характеристикам для органических удобрений на основе отходов животноводства [2], что дает основание использовать их в качестве полноценного органического удобрения.

Производство указанных биосредств начинается с контроля приготовления исходной смеси. При этом необходимо соблюдать соотношение исходных компонентов, их степень измельчения, влажность смеси, рН. Одной из основных стадий технологии является ферментация. Эффективность ее проведения зависит от качества приготовленной исходной смеси, а также от соблюдения технологических режимов и параметров. На стадии ферментации контролю подлежат температура, влажность ферментируемой смеси, уровень аэрации; на стадии экстрагирования – температура экстрагируемой массы, ее однородность.

Четкое соблюдение физических и физико-химических параметров технологии обеспечит получение качественного продукта с необходимым уровнем санитарно-гигиенической чистоты и достаточно высоким уровнем содержания основных элементов питания растений. Однако ЖФБ, ПФ и БО, кроме этого, отличаются высоким содержанием агрономически полезной микрофлоры, физиологически активных веществ (аминокислоты, витамины, ферменты и др.). Данные показатели не имеют регламентированных значений, и подразумевается, что чем они выше, тем более качественное удобрение произведено. При этом на увеличение содержания агрономически полезной микрофлоры, помимо прочего, можно повлиять добавлением в исходную смесь активаторов различной природы. В этой связи актуальными становятся микробиологический и биохимический контроль исходного сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции.

При производстве жидкофазного биопрепарата в качестве активатора используется зола [4]. Зола представляет собой комплекс минеральных соединений и микроэлементов, и ее использование в процессе ферментации направлено на обеспечение микрофлоры ферментируемой смеси дополнительными источниками питания, на активизацию ферментативных комплексов, что в конечном итоге способствует более активной трансформации исходного сырья в высококачественную продукцию.

Микробиологический и биохимический контроль двух процессов – без золы и с золой свидетельствовал, что целевой продукт ЖФБ, а также промежуточный продукт ПФ и побочный продукт БО, полученные при использовании активатора, отличаются более благоприятным составом: в них содержится больше агрономически полезной микрофлоры и наблюдается более высокая ферментативная активность гидролаз и оксидоредуктаз (табл. 1). Высокая численность микроорганизмов и ферментативная активность, выявленные в полученных биосредствах, определяют их высокую биологическую активность.

Таблица 1 – Микробиологические и биохимические контрольные характеристики в процессе производства биосредств

Показатель	Исходная смесь		Продукт ферментации		Биогенный осадок		ЖФБ	
	без золы	с золой	без золы	с золой	без золы	с золой	без золы	с золой
Агрономически полезная микрофлора, КОЕ/г(мл)	2*10 ⁷	4*10 ⁷	27*10 ⁷	39*10 ⁷	16*10 ⁷	17*10 ⁷	2*10 ¹¹	4*10 ¹¹
Микроскопические грибы, КОЕ/г	13*10 ⁴	11*10 ⁴	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.
Активность каталазы, см ³ О ₂ /г(мл)/мин	19,00	34,70	6,25	11,15	2,80	10,95	1,15	1,60
Активность НАДН ₂ -дегидрогеназы, мгТФФ/г(мл)/сут	2,38	2,48	2,65	2,79	1,93	3,43	0,49	1,15
Активность целлюлазы, мг глюкозы/г(мл)/сут	0,67	0,83	0,22	0,14	1,08	1,25	0,72	0,94
Активность инвертазы, мг глюкозы/г(мл)/сут	0,30	0,77	0,23	0,39	0,30	0,45	0,02	0,04

Необходимо отметить, что снижение ферментативной активности каталазы и представленных гидролаз в продукте ферментации и далее в биогенной основе по сравнению с исходной смесью свидетельствует о том, что по ходу процесса производства биосредств процессы минерализации снижаются, гидролиз разнообразных сложных органических соединений, приводящий к образованию подвижных и доступных для растений и микроорганизмов питательных веществ, идет к завершению. Параллельно с этим, на фоне активно протекающих процессов распада активно идут процессы синтеза новых метаболитов, о которых косвенно можно судить по дегидрогеназной активности.

Отсутствие микроскопических грибов в обоих процессах свидетельствует о качественно проведенных стадиях ферментации и экстракции при получении биосредств.

Жидкофазный биопрепарат ЖФБ, полученный с использованием активатора, был исследован в санитарно-гигиенической лаборатории Госсанэпиднадзора Тверской области на содержание тяжелых металлов, мышьяка и санитарно-паразитические показатели безопасности продукции (табл. 2).

Таблица 2 – Контроль ЖФБ на отдельные показатели безопасности

Наименование показателя	Характеристика или значение
Массовая доля меди (Cu), мг/л	0,44
Массовая доля цинка (Zn), мг/л	1,85
Массовая доля никеля (Ni), мг/л	0,69
Массовая доля кобальта (Co), мг/л	Не обнаружено
Массовая доля кадмия (Cd), мг/л	Не обнаружено
Массовая доля ртути (Hg), мг/л	0,2
Массовая доля свинца (Pb), мг/л	0,57
Массовая доля мышьяка (As), мг/л	0,044
Патогенная микрофлора, в т.ч. Salmonella, экз./кг	Не обнаружено
Яйца и личинки гельминтов, экз./кг	Не обнаружено
Цисты кишечных патогенных простейших, экз./кг	Не обнаружено

Выявленная концентрация протестированных токсичных элементов: свинца, ртути, никеля и мышьяка в ЖФБ значительно ниже их ПДК, выявляемой по ГОСТ Р 17.4.3.07–2001 – о допустимом валовом содержании тяжелых металлов и мышьяка в жидкофазных средствах (осадках сточных вод), используемых в качестве удобрения. А кобальт и кадмий и вовсе обнаружены не были. Кроме того, ЖФБ лишено патогенной микрофлоры и паразитов, что соответствует требованиям биологической безопасности и поэтому его использование в качестве земледобрильного биопрепарата безопасно для почвы и произрастающей на ней растительности.

Таким образом, в приведенной статье нами была подчеркнута значимость системы контроля в процессе получения жидкофазного биосредства. Установлено, что целевой продукт ЖФБ отвечает требованиям безопасности. Микробиологический и биохимический контроль позволяет выявить целесообразность использования золы в качестве активатора процесса ферментации. Благодаря этому создаются лучшие условия по формированию более качественного жидкофазного биосредства, а также промежуточного продукта ПФ и побочного продукта БО, которые в последующем могут быть использованы в качестве самостоятельных органических удобрений.

Литература

1. Еськов А.И., Рябков В.В. Перспективные технологии использования органических удобрений // Использование органических удобрений и биоресурсов в современном

- земледелии: материалы Междунар. научно-практ. конф., посвященной 20-летию ВНИПТИОУ. М.: РАСХН – ВНИПТИОУ. – 2002. – С. 62-74.
2. ГОСТ Р 53117-2008. Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия.
 3. Рабинович Г.Ю., Ковалев Н.Г., Фомичева Н.В. Новый вид биологически активных средств: получение, состав, перспективы использования // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. -2007. -№ 3. -С. 71-72.
 4. Патент на ИЗ № 2365568 РФ. Способ получения жидкофазного биосредства для растениеводства и земледелия / Рабинович Г.Ю., Фомичева Н.В., Смирнова Ю.Д. -2009.

УДК 631.8:53

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВОГО ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ В ПОЛЕВОМ СЕВООБОРОТЕ

Фрейдкин И.А.

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

Уже 25 лет земледелие на Северо-Западе России ведётся при остром дефиците применения удобрений и мелиорантов (Архипов и др., 2016). Активная производственная деятельность по экономическим причинам была перенесена, преимущественно, на хорошо окультуренные почвы (Иванов, 1993, 1998; Иванов, Семёнова, 1998; Иванов, Цыганова, Воробьёв, 2010). В результате развитие скрытых деградационных процессов привело к увеличению доли пахотных почв с повышенной кислотностью на Северо-Западе РФ до 44 %, низким содержанием гумуса – до 63 %, калия – до 28 %, фосфора – до 11 % (Архипов и др., 2016). Особенно тяжёлые последствия связаны с утратой почвой кальция и калия, усиливающейся на фоне осушительной мелиорации (Иванов и др., 2009; Иванов, Цыганова, Воробьёв, 2010). Однако негативные явления стали следствием недостаточного использования в т.ч. ресурсов местных удобрений. Практически прекратилось применение агрономически весьма ценных сапропелей (Иванов, Иванова, Моисеев, 2005) и пригодных осадков сточных вод (Иванов, 1998). Уровень использования навоза и помёта даже в относительно развитой Ленинградской области достигает лишь 40 % от объёмов их производства. Исходя из понимания этих проблем совместно с ООО «Билавис» была разработана технология производства нового гранулированного органо-минерального удобрения (НОМУ). Его комплексное изучение в 2010-2012 гг. показало высокую агрономическую эффективность и экологическую безопасность. Целью исследования, начатого в Меньковском филиале АФИ в 2012 г., был поиск эффективных сочетаний НОМУ с минеральными удобрениями, обеспечивающих максимальный агрономический эффект и восстановление плодородия деградированной дерново-подзолистой почвы.

Методической основой служил микрополевой опыт в полиэтиленовых сосудах без дна размером 1×1×0,4 м с искусственно сформированной

верхней частью профиля (Апах. – 0-20 см, А₂В – 20-40 см) супесчаной дерново-подзолистой почвы, подвергшейся тридцатилетней скрытой деградации в агроэкологическом стационаре. Она обладала средними показателями рН_{KCl} 4,75, Нг 3,46; ммоль(экв)/100г, Собм – 3,20 ммоль (экв)/100г, содержанием гумуса – 1,83%, подвижных соединений фосфора и калия 217 и 92 мг/кг соответственно. Опыт реализовался в трёх закладках севопольного полевого севооборота: 1) пар сидеральный (люпиновый) – озимые зерновые – ячмень + многолетние травы; 2) ячмень + многолетние травы – многолетние травы 1 г.п. – многолетние травы 2 г.п.; 3) картофель – рапс яровой – люпин сидеральный. Двухфакторная схема опыта предполагала ежегодное внесение минеральных удобрений и периодическое (под пшеницу озимую, ячмень и картофель) – НОМУ (табл. 1). Изучаемое удобрение характеризовалось влажностью 2,2%, рН – 9,0 ед., содержанием 74,4% органического вещества, 2,46% азота, 4,51% фосфора, 3,36% калия, 7,18% кальция, 2,48% магния, 97 мг/кг меди, 484 мг/кг цинка, 7,9 мг/кг никеля, 21 мг/кг свинца и 0,1 мг/кг. Повторность в опыте 4-х кратная.

В отличие от минеральных и органических систем удобрения на основе навоза действие нового органо-минерального удобрения в дозах 3-10 т/га имело выраженный нейтрализующий эффект, сравнимый с действием аналогичных доз реagenтного ОСВ или известковистого сапропеля (Иванов, 1998). За счёт обогащенности оксидами, карбонатами и гидрокарбонатами кальция, магния и калия добавляемой золы от внесения 1 т/га НОМУ рН_{сол.} в среднем по вариантам опыта повышался на 0,036 ед., сумма обменных оснований – на 0,045 ммоль(экв)/100г, степень насыщенности основаниями – на 0,7 %. При этом заметно проявилось и оструктурирующее действие НОМУ на изучаемую супесчаную дерново-подзолистую почву. Так за три года вследствие оптимизации кислотно-основных свойств, увеличения прихода свежего органического вещества коэффициенты структурности и водопрочности повысились в среднем с 0,69 до 1,18-1,69 и с 0,55 до 0,76-0,85. Полевая влагоёмкость почвы возросла с 20,6 до 21,6-22,7%, что привело к определённой оптимизации и её водного режима. Положительное действие НОМУ на питательный режим почвы носило ещё более выраженный характер. И в первую очередь, это касалось, азотного и фосфатного режима почвы.

Результаты сплошных весовых учётов, выполненных в опыте, показали, что основными факторами повышения отдачи от нового органо-минерального удобрения выступали продолжительность вегетационного периода и активного потребления элементов питания, выраженное последствие на культурах севооборота и сочетание со средними дозами азотных и калийных удобрений. В частности пшеница озимая и картофель отзывались на применение НОМУ гораздо лучше, чем ячмень, имеющий в 2-3 раза более короткий период активного потребления элементов питания из почвы. При внесении чистого НОМУ под пшеницу (доза 3-7 т/га) и карто-

фель (доза 4-10 т/га) продуктивность культур увеличивалась на 35-160%, а оплата 1 кг действующего вещества удобрения достигла 4,4-8,3 з.ед. При сочетании НОМУ со средними и повышенными дозами минеральных удобрений абсолютная величина прибавок в большинстве вариантов опыта увеличивалась и, как следствие, возрастала до 10,4-12,4 з.ед. окупаемость удобрения. Аналогичные показатели у раннеспелого ячменя сорта Ленинградский были ниже в среднем на 28 % в благоприятном по погоде 2014 году и на 63 % – в неблагоприятном 2012 году.

В целом по севообороту пар сидеральный – пшеница озимая – ячмень + многолетние травы – многолетние травы 1 г.п. – многолетние травы 2 г.п. – картофель – рапс яровой» высокая агрономическая эффективность оказалась свойственна как минеральной, так и органической системам удобрения (табл. 1).

Таблица 1. Эффективность НОМУ в системах удобрения полевого севооборота

Доза НОМУ (фактор Б)	Продуктив- ность, кг з.ед./м ²	Прирост урожай- ности от НОМУ		Окупаемость 1 кг д.в., кг з.ед.		
		кг з.ед.	%	общая	НОМУ	К ₂ O
Контроль – без удобрений (фактор А)						
Контроль – без удобрений	1,907	-	-	-	-	-
НОМУ, 3-4 т/га	2,795	0,888	47	7,9	7,9	-
НОМУ, 5-7 т/га	3,261	1,354	71	7,0	7,0	-
НОМУ, 7-10 т/га	3,303	1,396	73	5,0	5,0	-
НОМУ, 3-4 т/га + К ₃₀₋₄₀	3,034	1,127	59	9,1	9,1	21,7
НОМУ, 5-7 т/га + К ₅₀₋₇₀	3,356	1,449	76	6,7	6,7	5,0
НОМУ, 7-10 т/га + К ₇₀₋₁₀₀	3,566	1,659	87	5,4	5,4	9,7
N75P50K50 (фактор А)						
Контроль – без удобрений	2,800	-	-	17,0	-	-
НОМУ, 3-4 т/га	3,707	0,907	32	10,9	8,0	-
НОМУ, 5-7 т/га	4,151	1,351	48	9,0	6,9	-
НОМУ, 7-10 т/га	4,482	1,682	60	7,8	6,0	-
НОМУ, 3-4 т/га + К ₃₀₋₄₀	4,242	1,442	52	13,2	11,6	48,6
НОМУ, 5-7 т/га + К ₅₀₋₇₀	4,672	1,872	67	10,3	8,7	27,4
НОМУ, 7-10 т/га + К ₇₀₋₁₀₀	4,663	1,863	67	7,7	6,1	6,7
N100P75K75 (фактор А)						
Контроль – без удобрений	3,491	-	-	21,1	-	-
НОМУ, 3-4 т/га	4,707	1,216	35	14,9	10,3	-
НОМУ, 5-7 т/га	4,866	1,375	39	11,0	6,8	-
НОМУ, 7-10 т/га	5,314	1,823	52	9,7	6,4	-
НОМУ, 3-4 т/га + К ₃₀₋₄₀	4,818	1,327	38	14,6	10,4	5,2
НОМУ, 5-7 т/га + К ₅₀₋₇₀	5,192	1,701	49	10,1	7,7	16,6
НОМУ, 7-10 т/га + К ₇₀₋₁₀₀	5,199	1,708	49	8,7	5,6	0
НСР ₀₅ по фактору А		0,186				
по фактору Б		0,279				
по взаимод. АБ		0,465				

Но максимальный агроэкономический эффект был достигнут в вариантах с сочетанием применения повышенных (5-7 т/га) доз НОМУ с повышенными дозами полного минерального удобрения. И хотя по мере усиления питания за счёт минеральных удобрений относительная отдача от НОМУ сокращалась, абсолютные прибавки продолжали увеличиваться с 0,888-1,659 до 0,907-1,863 и 1,216-1,823 з.ед/м². Наивысшая отдача от легирования НОМУ сульфатом калия была зарегистрирована в системе удобрения, базирующейся на применении чистого НОМУ, 7-10 т/га + К₇₀₋₁₀₀, а по фону средних и повышенных доз минеральных удобрений – в варианте НОМУ, 5-7 т/га + К₅₀₋₇₀.

Таким образом, новое органо-минеральное удобрение на основе птичьего помёта оптимизирует кислотно-основные свойства почвы, её водный и питательный режимы. В среднем по вариантам опыта при внесении 1 т/га этого удобрения рН_{сол.} увеличивался на 0,036, а сумма обменных оснований – на 0,048 мМоль/100г. Его периодическое применение в полевом севообороте в дозах от 3 до 10 т/га является экологически безопасным и представляет собой мероприятие химической мелиорации, направленное на преодоление скрытых деградационных процессов интенсивно используемых дерново-подзолистых почв. Внесение НОМУ в дозах от 11 до 27 т/га за ротацию полевого севооборота позволяет повысить его продуктивность на 47-73 %, при легировании сульфатом калия – на 59-87%, при сочетании со средними и повышенными дозами минеральных удобрений – на 94-145 и 147-177 % соответственно. Окупаемость 1 кг NPK нового удобрения при этом достигает 5,4-11,6 з.ед.

Литература

- 1.Архипов, М.В. Оценка биопотенциала производства продовольствия в Северо-Западном регионе России [Текст] / М.В. Архипов и др. СПб.-Пушкин, 2016. -136 с.
- 2.Иванов, А.И. Оптимизация условий питания полевых культур на дерново-подзолистых почвах с высоким содержанием фосфора и калия [Текст] / А.И. Иванов. Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. С-Пб.-Пушкин, 1993. -15 с.
- 3.Иванов, А.И. Осадок сточных вод в системах удобрения зерновых [Текст] / А.И. Иванов // Зерновые культуры. 1998. № 6. С. 10-11.
- 4.Иванов, А.И. Особенности удобрения зерновых на окультуренных дерново-подзолистых почвах с высокими запасами фосфора и калия [Текст] / А.И. Иванов // Зерновые культуры. 1998. № 3. С. 20-21.
- 5.Иванов, А.И. Влияние системы удобрения на основе сапропеля на свойства дерново-подзолистой почвы и продуктивность овсяницы луговой [Текст] / А.И. Иванов, Ж.А. Иванова, Д.А. Моисеев // Агрехимия. – 2005. - № 7. – С. 9-18.
- 6.Иванов, А.И. Оценка длительного использования хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы при применении разных систем удобрения [Текст] / А.И. Иванов, Н.А. Цыганова, В.А. Воробьёв // Агрехимия. – 2010. - № 3. – С. 17-21.
- 7.Иванов, А.И. Перспективы удешевления систем удобрения кормовых культур [Текст] / А.И. Иванов, Н.И. Семёнова // Кормопроизводство. – 1998. - № 6. – С. 24-26.

8.Иванов, А.И. Изменение калийного состояния хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы при применении калий-дефицитной системы удобрения [Текст] / А.И. Иванов и др. // Агрохимия. 2009. № 4. -С. 21-26.

УДК 626.8:338.48

МЕЛИОРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ КАК ОБЪЕКТЫ ЭКОТУРИЗМА

Васильев В.В., к.т.н., доцент

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь*

На границе Республики Беларусь с Литвой и Польшей находится выдающийся объект гидротехнической архитектуры XIX века – Августовский канал, соединивший бассейны рек Вислы и Немана. Августовский канал представляет интерес для туристов, потому что находится на территории с разнообразнейшим ландшафтом. Близкое соседство Бебжанского, Вигерского национальных парков, Сувалкского пейзажного парка, Августовской пуши, живописных рек Роспуды, Черной Ганьчи, Марыхи, а также соседство многочисленных заповедников, несомненно, поднимает его ценность. Августовский канал берет свое начало недалеко от города Агустова (Польша). Длина этого водного пути составляет 101,2 км, из них 80 км – в Польше, а 21,2 км находится на территории Республики Беларусь.

Причиной начала строительства Августовского канала послужила повышение Пруссией таможенных сборов на транзит российских товаров в балтийские порты. Русским царем Александром I было принято решение построить водный путь, минуя территорию Восточной Пруссии. Инициатором строительства Августовского канала в обход границ Пруссии был выходец из знатного белорусского дворянского рода князь Франтишек Друцкий-Любецкий министр финансов Королевства Польского.

Во второй половине 1823 года группа военных инженеров под руководством полковника Прондзинского провела необходимые геодезические работы на территории будущего канала. Примерно к концу 1824 года был разработан проект постройки канала, который в марте 1825 года утвердил император Александр I. За три года на территории, прилегающей к будущему каналу, были развернуты необходимые для реализации проекта предприятия – строительных материалов, металлургические, деревообрабатывающие и другие. На строительстве работало около 7 тысяч рабочих под руководством генерала Малле де Гранвилля и полковников Россмана и Прондзинского.

Работы были приостановлены только во время восстания 1831 года. Сразу после подавления восстания работы по строительству канала были возобновлены, но уже под гражданским руководством инженера Теодора Урбанского. Большинство работ велось вручную, однако все шлюзы были построены очень добротно. Камеры шлюзов сделаны из булыжника и об-

лицованы кирпичом, а ворота – из дуба. Открытие канала состоялось в 1839 году. По каналу сплавляли лес и перевозили различные товары. Однако после заключения между Россией и Пруссией соглашения и отмены таможенных пошлин канал утратил свои первоначальные функции [1].

Во второй половине XIX и особенно в начале XX века зона, прилегающая к Августовскому каналу, стала площадкой для строительства фортификационных сооружений, а во время Первой мировой войны попала в полосу активных боевых действий. В августе – сентябре 1915 года в связи с отступлением русской армии эта территория была оккупирована кайзеровскими войсками. Был установлен оккупационный режим, который просуществовал практически 5 лет. После 1921 года территория по обоим берегам Немана находилась в составе Польши: левобережная по Неману вместе с каналом – в Августовском повете, правобережная – в Гродненском повете Белостокского воеводства. Тогда же был проведен капитальный ремонт ряда шлюзов, в частности полностью переделан распределительный шлюз Куркуль. В сентябре 1939 года территория белорусской части Августовского канала вошла в состав Белостокской области СССР. Вдоль государственной границы и Августовского канала предприняты широкомасштабная реконструкция и фортификационное строительство Гродненского укрепрайона под контролем генерала Д. Карбышева. На участке протяженностью 80 км сооружено 57 дотов и около 100 пушечных капониров и колпаков. Вооруженных из них было всего 42, но полное оснащение ни одного из дотов не было завершено.

Во время боевых действий Второй мировой войны гидротехнические сооружения белорусской части канала были сильно повреждены. Полностью разрушен распределительный шлюз Черток.

Более 60 лет белорусская часть Августовского канала оставалась в забвении, шлюзы и другие сооружения разрушались. Канал в послевоенное время практически не эксплуатировался. В то же время польская часть канала была отреставрирована. Она давно является излюбленным местом активного отдыха туристов. Этому способствует развитая инфраструктура, включающая кемпинги, пансионаты, отели различного уровня и класса, кафе и рестораны. В последнее время Августовский канал стал пользоваться большой популярностью среди туристов из Европы. Ежегодно Августовский канал в Польше посещают около 300 тысяч туристов.

Решение о реставрации белорусской части Августовского канала было принято Указом Президента Республики Беларусь А.Г. Лукашенко 8 января 2004 года. В 2004-2006 годах были проведены проектные и ремонтно-реставрационные работы по всей трассе белорусской части Августовского канала. Проектирование было поручено РУП «Белгипроводхоз» (главный инженер проекта А.И. Капустинский, научный руководитель проекта А.С. Пархута). В ходе проектно-изыскательских работ были задействованы ведущие проектные организации Гродно и Минска. Работы на канале начались в авгу-

сте 2004 года. Заказчиком выступило Государственное унитарное предприятие «Управление капитального строительства Гродненского облисполкома», генеральной подрядной организацией был определен «Гродномелиоводхоз» (генеральный директор Б.И. Богданец).

В соответствии с проектом на территории Августовского канала, расположенной в Гродненской области, были произведены работы по реставрации гидротехнических сооружений (судоходных и водосбросных шлюзов), восстановление и строительство домов смотрителей с максимально возможным воссозданием утраченных строений и конструкций, ландшафта исторической среды, а так же благоустройство территории в зоне канала с учетом возможности использования данных территорий для туристических, социальных и культурных целей. Шлюзы и разводные мосты являются уникальным воплощением инженерной мысли XIX века и в настоящее время они восстановлены в своем первоначальном виде. Работа всех сооружений осуществляется «вручную».

С момента ввода в эксплуатацию и по настоящее время белорусская часть Августовского канала приобрела известность среди жителей области и страны в целом, как интересное и уникальное по красоте место отдыха. В настоящее время областное унитарное предприятие «Гродномелиоводхоз» своими силами осуществляет эксплуатацию, и поддержание порядка на белорусской части Августовского канала. На базе предприятия создан участок эксплуатации Августовского канала, на содержание которого идут собственные средства организации [2].

Канал пересекает территории пуц, заказников республиканского значения и национальных парков. Здесь множество рек, озер, ручьев и болот. В зоне Августовского канала широко представлены виды растений и животных, находящихся под охраной. Некоторые из охраняемых растений больше нигде в стране не встречаются.

Белорусская часть Августовского канала располагает многочисленными памятниками архитектуры и культуры разных эпох. Любителям древности будет интересно побывать на древних курганных захоронениях и селищах восточных славян, которые появились здесь примерно в XI веке. До нашего времени сохранились древние памятники археологии XI – XIV веков. Сакральная архитектура бассейна Августовского канала представлена католическими святынями, которые функционируют до нашего времени.

После реконструкции канала туристическая деятельность значительно активизировалась. Для туристов разработаны специальные пешие, автобусные и водные маршруты, проводится ежегодный международный сплав байдарочников. В навигационный период по каналу, преодолевая шлюзы, курсирует теплоход «Неман». На шлюзе «Домбровка» работают кафе и стационарная корчма, осуществляется прокат лодок. Для многодневного отдыха туристов открыты три гостевых домика. Они расположены возле гидроузла «Домбровка», судоходного шлюза «Немново» и водосбросного

шлюза «Куркуль». Два домика построены в 1830 году и обновлены в ходе реконструкции Августовского канала. Каждый из них рассчитан на 10 мест. Ежегодно на канале проходит фестиваль «Августовский канал в культуре трех народов», собирающий до 5 тысяч человек разных национальностей [3].

Сегодня белорусская часть канала – приоритетная природно-рекреационная и историко-культурная зона. Именно этому объекту отводится роль своеобразного шлагбаума, который открывает дорогу иностранным туристам в Беларусь и положит начало развитию международного туризма, чему способствует отмена визового режима в зоне Августовского канала.

Литература

1. Августовский канал. – Минск: Мин-во спорта и туризма РБ, 2007. – 13 с.
2. Багданец, Б.И. Мелиоративные и водохозяйственные системы как объекты экотуризма / Б.И. Багданец, В.В. Васильев // Мелиорация и водное хозяйство XXI века. Наука и образование: материалы междунар. науч.-практ. конф., Горки, 4 – 6 июня 2009 г. – Горки: БГСХА 2009. – С. 153 – 158.
3. Августовский канал: фотоальбом. – Минск: Беларусь, 2008. – 96 с.

УДК 621.436

ПРИМЕНЕНИЕ СЖИЖЕННОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ МОТОРНОГО ТОПЛИВА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКЕ

Кочетков М.Н., к.т.н., вед.н.с., **Овчинников Е.В.**, ст.н.с.,

Уютов С.Ю., м.н.с., аспирант.

ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, г.Москва

Одной из глобальных мировых тенденций является расширение использования альтернативных видов моторных топлив, как в экономическом, так и в экологическом плане. В настоящее время наиболее реальной альтернативой нефтяным моторным топливам являются газомоторное топливо (ГМТ), биотопливо на основе растительных масел, спиртов и жидкое синтетическое топливо из биомассы[1].

При выборе вида альтернативного топлива для мобильной сельскохозяйственной техники следует учитывать специфику применения моторного топлива, включающую необходимость полевой заправки тракторов и комбайнов при подъезде к ним заправщиков по грунтовым дорогам в сложных погодных условиях. Кроме того согласно нормативным документам бортовая топливная система должна обеспечивать запас топлива для непрерывной работы на энергоемких операциях в течение 10 часов, что является весьма проблематичным при использовании КПП[2].

Широкое использование в качестве моторных топлив в автотракторной технике сдерживается значительными капитальными затратами на газозаправочный комплекс. Мощные сельскохозяйственные тракторы необ-

ходимо заправлять газомоторным топливом в поле от передвижных автогазозаправщиков (ПАГЗ), имеющих большую массу. Использование таких заправщиков значительно осложняется на полевых дорогах в особенности при сложных погодных условиях [3].

Использование сжиженного природного газа (СПГ) снимает ряд недостатков по массогабаритным показателям, однако применение более дорогого криогенного оборудования у СПГ затрудняет его использование в сельском хозяйстве[4].

Указанные недостатки при применении компримированного природного газа (КПГ) и СПГ в сельском хозяйстве устраняются при использовании в тракторных газодизельных двигателях сжиженного углеводородного газа (СУГ), который сжижается при низком давлении (6-10 кг/см²). Благодаря этому, емкости для СУГ, устанавливаемые на тракторы, передвижные и стационарные заправщики имеют значительно меньшие габариты и массу, что позволяет применять легкий полевой автогазозаправщик, а также обеспечивать необходимую величину одноразовой заправки газомоторным топливом. Соответственно у СУГ снижается и стоимость оборудования. Суммарные первоначальные капитальные вложения на переоборудования техники и приобретения заправочного комплекса для работы на СУГ в 3,5 раз меньше чем у КПГ и в 6 раз меньше чем у СПГ[5].

Такое значительное снижение первоначальных капвложений обеспечивает значительное повышение коммерческой эффективности использования СУГ в сельском хозяйстве при сроках окупаемости в пределах одного года [6]. Использование СУГ в дизелях по газодизельному процессу сдерживается из-за низкого цетанового числа СУГ, что приводит к появлению детонации при работе газодизельного двигателя на режимах близких к максимальной мощности. Для устранения данного недостатка предлагается разработать и реализовать способ обеспечения эффективного применения СУГ в газодизельных двигателях – использование рециркуляции отработавших газов, применение переменной величины запальной дозы дизельного топлива. В случае недостаточного эффекта от реализации данных способов применить частичный риформинг СУГ в бортовом генераторе в синтезгаз для инициирования процесса сгорания.

Литература

1. Уютов С.Ю., Савельев Г.С., Прядкин В.И. Обзор зарубежных разработок по конвертации дизелей в газоискровой двигатель // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. - 2014. - № 1. - С. -74-76.
2. Савельев Г.С., Кочетков М.Н., Овчинников Е.В., Коклин И.М. Использование компримированного природного газа в качестве моторного топлива для мобильной сельскохозяйственной техники. // В сборнике: Альтернативные источники энергии на автомобильном транспорте: проблемы и перспективы рационального использования сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. под общей редакцией А.И. Новикова/ -2014. -С. -124-129.

3. Савельев Г.С., Кочетков М.Н., Овчинников Е.В. Комплексное использование газомоторного топлива в сельскохозяйственном производстве // В сборнике: Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий/ Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции/ - 2014. -С. -136-140.
4. Савельев Г.С., Кочетков М.Н., Овчинников Е.В., Уютов С.Ю. Определение экономически целесообразного вида газомоторного топлива для мобильной сельскохозяйственной техники//Агропанорама/ -2016. -№ 3. -С. -26-29.
5. Савельев Г.С., Кочетков М.Н., Овчинников Е.В. Эффективность газомоторного топлива для сельхозтехники // Сельскохозяйственные машины и технологии/ -2015. - №1. -С. -12-15.
6. Савельев Г.С., Кочетков М.Н., Овчинников Е.В., Коклин И.М. Комплексный подход к обеспечению сельхозпроизводства газомоторным топливом// Тракторы и сельхозмашины/ -2014. -№ 3. -С. -47-50.

РАЗДЕЛ III. Управление плодородием почв и состоянием мелиорированных земель

УДК 631.6:54

КАЛИЙНОЕ СОСТОЯНИЕ ИНТЕНСИВНО ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ОКУЛЬТУРЕННОЙ ПОЧВЫ

Воробьёв В.А.

ФГБОУ ВПО Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, г. Великие Луки, Россия

Обеспеченность растений калием напрямую зависит от калийного состояния почвы. В большинстве случаев дерново-подзолистые не способны полностью удовлетворять потребности сельскохозяйственных культур в калии. Применение на них калийсодержащих удобрений становится объективной необходимостью (Иванов и др., 2009). Но, вопреки научным требованиям, в последнюю четверть века произошёл почти полный отказ от использования этих удобрений. В результате, страна ежегодно недополучает сотни тысяч тонн продукции растениеводства, а почвы обедняются калием (Иванов и др., 2009; Иванов, Цыганова, Воробьёв, 2010). Попытки возместить потери калия за счёт использования ресурсов местных удобрений, таких как сапропель, осадки сточных вод и даже птичий помёт оказываются малоэффективными, так как потребность культур в элементе на их фоне резко возрастает (Иванов, 1998, 1998; Иванов, Семёнова, 1998; Иванов, Иванова, Моисеев, 2005).

Стационарный полевой опыт был заложен в 1987 году на хорошо окультуренной остаточно-карбонатной легкосуглинистой дерново-подзолистой почве, содержащей 2,3% калия, в том числе 456 мг/кг подвижного и 188 мг/кг водорастворимого (позднее включён в Географическую сеть опытов ВИУА). Деградация калийного состояния почвы происходила на фоне длительного применения острodefицитных по калию минеральных систем удобрения, нацеленных на мобилизацию почвенных запасов этого элемента. Продолжительность наблюдений – 21 год, или три с половиной ротации интенсивного зернопропашного севооборота.

Значительная оторванность показателей калийного состояния от целинного аналога, в частности по содержанию подвижной формы и доле ионов K^+ в ЕКО, предопределяло его неустойчивость. Как свидетельствуют данные по трём основным вариантам опыта (табл. 1), при общем дефиците баланса K_2O от 2562 до 3623 кг/га снижение содержания подвижного калия в почве пахотного слоя составило 254-339 мг/кг, или по 12-17 мг/кг в среднем за год. Уменьшение содержания на 10 мг/кг происходило при невозмещении выноса K_2O в 101-107 кг/га. Тем не менее, потери оказались кратно меньшими относительно теоретически возможных (854-1208 мг/кг), что указывает на высокую восстанавливающую способность почвы отно-

сительно обменного калия. Вероятно, подобные данные и служат основанием рекомендовать системы удобрения с дефицитом баланса калия. Однако, если оценить параметры деградации всех ёмкостных показателей калийного состояния почвы, станет очевидной недопустимость такой ситуации.

Таблица 1. Трансформация калийного состояния хорошо окультуренной почвы в полевом опыте

Вариант системы удобрения	Слой почвы, см	Баланс К ₂ О, кг/га	Содержание форм калия, мг К ₂ О в 1 кг почвы (над чертой - в 1987 г., под чертой - в 2007 г.)						Кподв Квал	Клр Кподв
			валовой	легкорастворимый	обменный	подвижный	необменный	силикатов		
Конт-роль-0	0-22	-2646	23050	193	528	493	1752	20770	0,021	0,39
			21270	33	162	198	570	20538	0,009	0,17
	22-40		22070	72	244	196	1416	20410	0,009	0,37
N ₉₀ -120	0-22	-3623	21840	40	128	124	1115	20597	0,006	0,32
			22960	195	512	499	1793	20655	0,022	0,39
	22-40		21290	23	150	160	502	20644	0,008	0,14
	21980		72	239	187	1391	20350	0,009	0,39	
N ₉₀ -120 P ₆₀ K ₆₀	0-22	-2562	21630	29	117	123	1088	20425	0,006	0,24
			22930	176	479	422	1671	20780	0,018	0,42
	22-40		21240	24	155	168	601	20484	0,008	0,14
	21710		70	237	180	1403	20070	0,008	0,39	
	21680		40	135	125	1288	20257	0,006	0,32	

За 21 год исследования почвы в условиях зернопропашного севооборота содержание калия только в пределах пахотного слоя уменьшилось: легкорастворимого – в 5,8-8,5, подвижного – в 2,5-3,1, необменного – в 2,8-3,6 раза, валового – на 7-8 %. В разы снизилась степень подвижности. Существенно ухудшилось калийное состояние и подпахотного горизонта.

Утрата почвой пахотного слоя разных форм калия происходила не синхронно. В первую ротацию севооборота содержание как легко-, так и потенциально доступных растениям форм снижалось постепенно и в основном коррелировало с балансом этого элемента. То есть, на первом этапе в потреблении сельскохозяйственными культурами был задействован и обменный, и необменный калий. Для второй ротации характерна опережающая потеря водорастворимого калия (уменьшение содержания в 3 раза) и несколько меньшая – обменного. Незначительно увеличились и параметры снижения содержания необменного калия. Все это указывает на определённое уменьшение восстановительной способности калийной буферной системы почвы. В последние годы содержание легкоподвижного калия изменялось уже несущественно, но зато сильно возросли потери обменного и, особенно, необменного калия. Можно предположить, что в это время потребление калия происходило в значительной мере за счёт трансформации его необменной формы.

Ежегодное внесение K_{60} , хотя и уменьшало дефицит баланса калия, решающих изменений в трансформационный процесс не вносило. Напротив, роль азотного удобрения в мобилизации почвенных запасов калия (а значит и в ускорении деградации калийного состояния) проявилось отчётливо. За период исследования на фоне N_{90-120} вынос K_2O урожаями превысил контрольный вариант на 1 т/га.

Негативные последствия длительного использования калийдефицитных систем удобрения проявились и на термодинамических показателях калийного состояния почвы (табл. 2).

Таблица 2. Показатели интенсивности калийного состояния хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы в опыте №1 (над чертой – 1987 г., под чертой – 2007 г.)

Варианты систем удобрения	КП	мМ/100 г			AR_0 , (М/л) ^{0,5*} *10 ⁻³	ПБС ^к , мМ/100г (М/л) ^{0,5}	ΔG , кал
		ΔK_0	ΔKL	ΔKX			
Контроль-0	<u>2,0</u>	<u>0,36</u>	<u>0,45</u>	<u>0,09</u>	<u>7,0</u>	<u>51,6</u>	<u>-2728</u>
	2,7	0,11	0,16	0,05	1,8	63,8	-3540
N_{90-120}	<u>2,0</u>	<u>0,35</u>	<u>0,43</u>	<u>0,08</u>	<u>6,9</u>	<u>50,7</u>	<u>-2728</u>
	2,6	0,08	0,11	0,03	1,2	70,0	-3586
$N_{90-120}P_{60}K_{60}$	<u>2,0</u>	<u>0,33</u>	<u>0,41</u>	<u>0,08</u>	<u>6,8</u>	<u>48,5</u>	<u>-2728</u>
	2,3	0,09	0,13	0,04	1,3	69,9	-3247

В год закладки опыта почва характеризовалась оптимальным калийным потенциалом – 2,0 (по Вудраффу – от 1,8 до 2,2). Оптимуму соответствовал и показатель энергетических затрат на реакции замещения обменного кальция ионами калия (-2728 кал.). Содержание легкообменного калия (ΔK_0) – 0,35 мМ/100 г, или 165 мг/кг K_2O , незначительно отличалось от содержания водорастворимого, установленного методом химического анализа по Дашевскому (188 мг/кг K_2O). На его долю приходилось 80% общих запасов доступного калия (ΔKL), что, как и в варианте химического анализа, указывает на высокую степень подвижности элемента в почве.

Длительное использование в насыщенном калиефильными культурами севообороте калийдефицитных систем удобрения привело к уменьшению содержания легкообменного калия в 3,3-4,4, доступного – в 2,8-3,9, равновесной активности ионов – в 3,9-5,8 раза. Калийный потенциал увеличился до 2,3-2,7, а энергезатраты реакций обмена – до -3247-3586 калорий, что свидетельствует об усилении поглощения калия твёрдой фазой почвы и уменьшении способности ионов K^+ к десорбции в почвенный раствор.

По мнению ряда учёных, невосполняемые потери калия могут стать причиной преобразования ценных калийсодержащих минералов с увеличением необменной фиксации ионов K^+ и нарушением природного минерало-геохимического фона, контролирующего видовое многообразие орга-

низмов и условия их существования. Однако в опыте не установлено значительного изменения минералогического состава почвы пахотного слоя, несмотря на столь существенное ухудшение калийного состояния. Регистрировалось лишь некоторое уменьшение содержания ди- и триоктаэдрических калиевых слюд при увеличении в среднем на 13% содержания хлоритов.

Литература

1. Иванов А.И. Осадок сточных вод в системах удобрения зерновых // Зерновые культуры. 1998. № 6. С. 10 – 11.
2. Иванов А.И. Особенности удобрения зерновых на окультуренных дерново-подзолистых почвах с высокими запасами фосфора и калия // Зерновые культуры. 1998. № 3. С. 20 – 21.
3. Иванов А.И., Семёнова Н.И. Перспективы удешевления систем удобрения кормовых культур // Кормопроизводство. 1998. № 6. С. 24 – 26.
4. Иванов А.И., Цыганова Н.А., Воробьёв В.А. Оценка длительного использования хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы при применении разных систем удобрения // Агрохимия. 2010. № 3. С. 17 – 21.
5. Иванов А.И., Воробьёв В.А., Иванова Ж.А. Современные деградационные процессы в хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах // Проблемы агрохимии и экологии. – 2015. - № 3. – С. 15 – 19.
6. Иванов А.И., Иванов И.А., Воробьёв В.А., Лямцева Е.Г. Изменение калийного состояния хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы при применении калий-дефицитной системы удобрения // Агрохимия. 2009. № 4. С. 21 – 26.
7. Иванов А.И., Иванова Ж.А., Воробьёв В.А., Цыганова Н.А. Агроэкологические последствия длительного применения дефицитных систем удобрения на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах // Агрохимия. 2016. № 4. С. 10 - 17.

УДК/ UDK 631.617:634.93

ЭФФЕКТ УСКОРЕННОГО ОКУЛЬТУРИВАНИЯ НА ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВАХ

Петелько А.И., доктор сельскохозяйственных наук

ФНЦ агроэкологии РАН, Новосильская ЗАГЛОС – филиал ФНЦ агроэкологии РАН, Орловская область, г.Мценск, Российская Федерация

Панов В.И., кандидат географических наук

ФНЦ агроэкологии РАН, Поволжская АГЛОС – филиал ФНЦ агроэкологии РАН, Самарская область, Российская Федерация

Главной задачей современного земледелия является повышение плодородия эродированных почв и обеспечение непрерывного роста урожайности сельскохозяйственных культур.

Эффективным направлением в решении этой проблемы для нашей страны являются разработанные научными учреждениями и сельскохозяйственными органами зональные почвозащитные системы земледелия. Они предусматривают совершенствование структуры посевных площадей, рост урожайности, внедрение высокоурожайных сортов и гибридов, улучшение агротехники возделывания сельскохозяйственных культур, комплексную

механизацию производственных процессов на основе системы машин, внедрение почвозащитных мероприятий, эффективное использование органических и минеральных удобрений [1,2].

Изучение эффективности удобрений на эродированных почвах впервые в нашей стране было начато на Новосильской опытной станции в 1932 г. Я.В.Корневым [3]. Им установлено, что применение удобрений на сильноэродированных почвах резко повышает урожайность сельскохозяйственных культур.

Обобщая результаты полевых и вегетационных опытов по удобрению смытых почв (В.П. Мосолов, 1952 г.) пришёл к заключению, что «... отдельные приёмы борьбы с эрозией и её последствиями не достигают цели при применении их порознь; они должны быть применены в едином комплексе на основе изменения условий земледелия» [4,5].

В иностранной печати проблема применения удобрений с эрозией почв также получила широкое освещение. Материалы по этому вопросу опубликованы в монографиях Беннетта [6], Конке и Бертрана [7].

Наибольший эффект от применения минеральных удобрений на эродированных почвах даёт внесение полного минерального удобрения.

По данным Смоленской опытной станции ВИУА им. Д.Н. Прянишникова, прибавка урожая озимой пшеницы на среднесмытой дерново-подзолистой почве от внесения $P_{60}K_{60}$ составила в среднем за 4 года 4 ц/га, а от полного минерального удобрения ($N_{60}P_{60}K_{60}$) – 12 ц/га, при урожайности без удобрений – 13 ц/га. При увеличении доз азота с 30 до 90 кг/га урожайность зерна возрастала [8].

На Новосильской опытной станции много лет изучалась целесообразность применения органических и минеральных удобрений на эродированных почвах и их влияние на урожайность и качество зерна [9].

Лобков В.Т. и Плыгун С.А. рекомендуют минеральные удобрения вносить строго дифференцированно в зависимости от потребности в элементах питания культурных растений и с учётом фазы вегетации [10].

Эффективность минеральных и органических удобрений на смытых почвах изучена недостаточно.

В работах А.И. Ляхова (1972, 1975, 1976), В.Е. Явтушенко (1974), С.И. Трофимова (1972), Л.Я. Топро-Гилка (1972), А.И. Гордеева (1969), В.И. Шугурова (1968) и др. исследователей приводятся данные, показывающие, что минеральные и органические удобрения в значительной степени повышают урожайность сельскохозяйственных культур.

Высокая эффективность удобрений на эродированных серых лесных почвах подтверждается и в наших полевых опытах (см. таблицу).

Из этой таблицы вытекает, что применение удобрений на эродированных почвах обеспечило увеличение урожая ячменя даже в засушливый первый год исследований. От действия минеральных удобрений наибольшая прибавка урожая 8,6 ц/га была получена на варианте $N_{90}P_{60}K_{45}$, а уро-

жайность на контроле – 18,5 ц/га. При повышенной дозе минеральных удобрений (N₁₂₀P₈₀K₆₀) урожайность ячменя несколько снизилась и составила 25,4 ц/га, прибавка 6,9 ц/га. Совместное внесение навоза и минеральных удобрений способствовало увеличению урожая на 4 ц/га. Наивысшая урожайность (29,9 ц/га) была получена при внесении 150 т/га навоза.

Таблица. Влияние окультуривания на урожайность зерновых культур, ц/га

ВАРИАНТЫ	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	Среднее за 4 года		
	ячмень	овёс	ячмень	вико-овёс	урожайность, ц/га	прибавка ц/га %	
1 опыт (на делянках)							
Контроль (без удобрений)	28,5	30,9	20,7	20,2	22,5	-	-
N ₆₀ P ₄₀ K ₃₀	26	41,3	26,3	24,5	29,5	7	31,1
N ₉₀ P ₆₀ K ₄₅	27,1	48,2	31,2	27,1	33,4	10,9	48,4
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀	25,4	49,1	35,9	28,3	34,6	12,1	53,7
50 т/га навоза + N ₆₀ P ₄₀ K ₃₀	22,5	50	41,1	32,1	36,4	13,9	61,7
Р, %	4,5	3,5	5,8	4,4			
НСР ₀₅ , ц/га	1,5	5,1	4,5	3,4			
2 опыт (на стоковых площадках)							
Контроль (без удобрений)	16,8	29,8	19,4	21,1	21,7	-	-
Зябь +50 т/га навоза	18,1	38,6	22	23,8	25,6	3,9	17,9
Зябь + 100 т/га навоза	25,1	42	25,5	27,6	30	8,3	38,2
Зябь +150 т/га навоза	29,9	48,7	30,1	29,8	34,6	12,9	60,4
Р, %	3	6,4	2,2	5,8			
НСР ₀₅ , ц/га	3,1	8,6	2,6	4,5			

Второй год исследований был благоприятным для роста и развития растений. На всех вариантах опыта прибавка урожая составила от 8,8 до 19,1 ц/га. Наибольшая урожайность овса 50 ц/га была получена при совместном внесении навоза и минеральных удобрений (50 т/га навоза + N₆₀P₄₀K₃₀). Такая высокая урожайность является следствием улучшенного питательного режима. На варианте с повышенной дозой минеральных удобрений (N₁₂₀P₈₀K₆₀) во второй половине лета после обильных дождей местами наблюдалось полегание растений. С увеличением норм органических удобрений возрастала и урожайность. Существенная прибавка урожая 18,9 ц/га была получена на удобрительном фоне с навозом (150 т/га) при урожайности на контроле – 29,8 ц/га. Полученные данные по урожайности свидетельствуют о том, что в благоприятный год эффективность минеральных и органических удобрений на эродированных почвах высокая. В третьем, относительно засушливом году, урожайность зерновых была ниже по сравнению с предыдущим годом. Наивысшая урожайность ячменя 41,1 ц/га была на агрофоне совместного внесения органических и минеральных удобрений.

От действия навоза прибавки урожая были ниже и зависели от внесённой дозы удобрений. Большая прибавка урожая 10,7 ц/га была на варианте 150 т/га навоза (3 год действия).

Четвёртый год был в основном влажным. Высокая урожайность вико-овса (32,1 ц/га) наблюдалась на варианте совместного внесения навоза и минеральных удобрений, а при повышенных дозах навоза (150 т/га) чуть ниже – 29,8 ц/га. В первом случае прибавка урожая составила 58,9%, а во втором – 41,2%.

Весомые прибавки получены за счёт улучшения пищевого режима при достаточном количестве влагообеспеченности, а эти культуры требовательны к влаге. Всё это не могло не сказаться на повышении урожая вико-овса.

В проводимых исследованиях выявлена высокая эффективность удобрений на эродированных серых лесных почвах. Прибавки урожая возрастали по мере увеличения доз NPK и навоза и составили в среднем за четыре года 3,9-13,9 ц/га (17,9-61,7%). Наибольшая прибавка урожая зерновых культур получена на варианте совместного внесения органических и минеральных удобрений (50 т/га навоза N₁₂₀P₈₀K₆₀).

От действия больших доз навоза (100,150 т/га) прибавки урожая на четвёртый год составили, соответственно, 6,5 и 8,7 ц/га.

Ежегодное применение полного NPK в дозах N₆₀P₄₀K₃₀ и N₉₀P₆₀K₄₅ способствует значительному повышению урожая зерновых культур. От внесения N₆₀P₄₀K₃₀ средняя урожайность зерновых по годам колебалась от 24,5 до 41,3 ц/га, прибавки – 4,3-10,4 ц/га, а от дозы N₉₀P₆₀K₄₅ урожайность была в пределах от 27,1 до 48,2 ц/га, прибавки составили 6,9-17,3 ц/га.

В 1-4 годах сложившиеся гидрометеорологические условия осенне-зимнего периода вызвали промерзание почвы на различную глубину, которая обуславливается преимущественно высотой снежного покрова, степенью увлажнения почвы и температурным режимом зимнего периода. Перед весенним снеготаянием глубина промерзания почвы колебалась в таких пределах: в первом году – 38–39 см (при высоте снега 35–41 см), во втором – 48–50 см (при высоте снега 19–26 см), в третьем – 30–40 см (при его высоте 23–31 см) и в четвёртом, при незначительном снежном покрове (3–5 см), почва промёрзла на 118–125 см.

На всех агрофонах в годы наблюдений наиболее увлажнённым к началу весеннего снеготаяния был верхний слой почвы (0-20 см). Содержание влаги в нем варьировало на зяби без удобрений от 28,1 до 40,2%, а на агрофонах с различными дозами навоза от 22,0 до 80,9%.

Кроме учёта урожая по годам, проведён структурный анализ зерновых культур. Из приведенных материалов видно, что на удобренных агрофонах (50 т/га навоза + N₆₀P₄₀K₃₀) показатели длины стебля, колоса, количество зёрен в колосе, масса 1000 зёрен немного выше по сравнению с контролем.

В результате проведённых научных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Применение органических и минеральных удобрений на смытых серых лесных почвах способствует значительному повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Прибавки урожая возрастали по мере увеличения доз навоза и НРК и составили в среднем за 4 года 3,9-13,9 ц/га (17,9-61,7%);

2. От действия больших доз навоза 50, 100, 150 т/га средняя прибавка зерновых культур равнялась соответственно 3,9; 8,3; 12,9 при урожайности на контроле 21,7 ц/га;

3. Окультуривание эродированных почв путём внесения высоких доз навоза (150 т/га) и углубления пахотного слоя до 25–27 см оказывало положительное влияние на увеличение запасов гумуса, подвижного фосфора, водопрочных агрегатов, водопроницаемости и способствовало уменьшению кислотности почвы;

4. На варианте совместного внесения навоза и минеральных удобрений (50 т/га навоза + $N_{60}P_{40}K_{30}$) урожайность яровых культур была наивысшая и в среднем за 4 года составила 36,4 ц/га, а в благоприятные годы достигала 50 ц/га;

5. Установлено, что под яровые зерновые культуры лучшими дозами следует считать $N_{60}P_{40}K_{30}$ в засушливые и $N_{90}P_{60}K_{45}$ во влажные годы;

6. При ежегодном внесении повышенной дозы минеральных удобрений ($N_{120}P_{80}K_{60}$) происходит подкисление почвенного раствора;

7. Выявлено, что экономически целесообразно применять полные минеральные удобрения в дозах $N_{60}P_{40}K_{30}$ и $N_{90}P_{60}K_{45}$.

Литература

1. Ковырялова Е.И. Экономические проблемы устойчивости зернового производства // Земледелие и растениеводство. Обзорная информация. – М., 1982. №10. – С. 3-9.
2. Трегубов П.С., Шурикова В.И. Методы исследования эродированных почв. М., 1982. 44с
3. Корнев Я.В. Эрозия почвы как фактор урожайности. -В кн.: Эрозия почв. – М. – Л.: АН СССР, 1937. – С. 187-246.
4. Мосолов В.П. Рельеф местности и вопросы земледелия. -М.: Сельхозгиз, 1949. -30 с.
5. Черемисинов Г.А. Удобрение эродированных почв //Агрохимия, 1972. №2. С.159-171.
6. Беннетт Х.Х. Основы охраны почв. Пер с англ. – М.: Изд-во с.-х. литерат., журн. и плакатов, 1962. – 344 с.
7. Конке Г., Бертран А. Охрана почвы. Пер. с англ. – М.: Изд-во с.-х. литерат., журн. и плакатов, 1962. – 344 с.
8. Ляхов А.И. Влияние степени эродированности почв Северной Центральной лесостепи УССР на их агрохимические свойства. – Научные труды. Укр. с.-х. академия, 1977. №196. – С.153-156.
9. Петелько Н.Е., Петелько А.И. Целесообразность применения удобрений на эродированных почвах и их влияние на урожайность и качество зерна. Научно-техн. бюлл. – Курск, 1990. Вып. 2 (65). – С. 6-12.
10. Лобков В.Т., Плыгун С.А. Теоретические и практические аспекты биологизации земледелия в современных тенденциях развития сельского хозяйства //Вестник АПК Ставрополя. 2014. №4 (16). – С. 150-154.

УДК 624.131.: 627.11

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА И ЗАВИСИМОСТЬ,
ХАРАКТЕРИЗУЮЩАЯ КОМПРЕССИОННЫЕ СВОЙСТВА
БИОГЕННЫХ ГРУНТОВ**

Васильева Н.В., к.т.н., доцент

*УО «Беларусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь*

Биогенные грунты – современные органоминеральные 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 их переотложением 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 и минеральных грунтов, необходимо определять три основных показателя, входящих в уравнение механики грунтов: плотность (γ), естественную влажность (W), плотность твердой фазы (γ_s). Кроме этого, для установления типа биогенного грунта, необходимо знать и значение зольности (Z).

Механические свойства биогенных грунтов, 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 взаимодействий, 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 грунтов 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 органической составляющей. 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 и отличается 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.

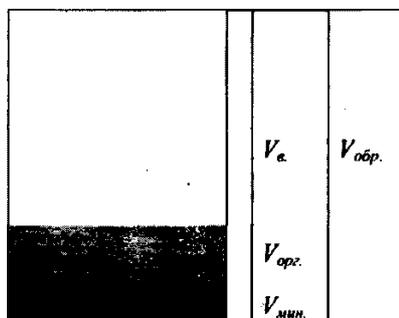


Рисунок 1 – Образец водонасыщенного биогенного грунта

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 $\gamma_s = 1,67 \text{ г/см}^3$,

коэффициент пористости $\varepsilon_0=3,43$.

Плотность скелета грунта будет равна

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

Плотность грунта в образце составит

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

Объём образца в компрессионном кольце будет равен

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

где $h = 2,08 \text{ см}$; - начальная высота образца;

$F = 25,5 \text{ см}^2$ - площадь образца.

Масса образца равна

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

Объём твердой фазы образца составляет

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

Объём пор в образце будет равен

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

Масса воды в образце составляет

$$P_e = V_{обр.} \cdot n \cdot \gamma_v = 53,04 \cdot 0,7740 \cdot 1,0 = 41,053 \text{ г}$$

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

Масса твердой фазы образца равна

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

Твердая фаза образца состоит из минеральной и органической составляющих

$$P_{тв.ф} = P_{мин.} + P_{орг.}$$

Масса минеральной составляющей образца равна

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

Масса органической составляющей образца составит

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

Объём твердой фазы образца будет равен

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

Объём воды в образце составляет

$$V_e = V_{обр.} - V_{тв.ф} = 53,04 - 11,987 = 41,053 \text{ см}^3$$

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. Задаваясь различными значениями плотности минеральной составляющей (γ_s) и ее влажности ($W_{мин}$) можно проанализировать какое количество воды может быть связано минеральной составляющей ($P_s^{мин}$) и вычислить ее характеристики.

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

Анализируя другие показатели физических свойств, полученных при расчете можно заключить, что в качестве наиболее вероятных значений (γ_s) и ($W_{мин}$) можно принять значения их равными 2,7 г/см³ 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

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

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

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

Высота минеральной составляющей в образце

$$h_{мин} = \frac{V_{мин}}{F} = \frac{4,317}{25,5} = 0,081см$$

При анализе расчетов видно, что объём, занимаемый минеральной составляющей в образце, равен $V_{мин} = 2,056см^3$, а объём исходного образца $V_{обр} = 53,04см^3$, поэтому при расчете сжимаемости им 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

$$P_3^{орг} = P_3 = P_3^{мин} = 41,053 - 0,863 = 40,19 \text{ г}$$

Влажность органической составляющей имеет значение

$$W_{орг} = \frac{P_3^{орг} \cdot 100}{P_{орг}} = \frac{40,190 \cdot 100}{75,706} = 255,89\%$$

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

Плотность скелета органической составляющей образца равна

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

Плотность органической составляющей имеет значение

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

Объем органической составляющей

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

Высота органической составляющей в образце

$$h_{орг} = \frac{V_{орг}}{F} = \frac{9,931}{25,5} = 0,389 \text{ см}$$

Коэффициент пористости органической составляющей равен

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

Коэффициент пористости образца имеет значение

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

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 образца 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

$$\frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_0} = \frac{\varepsilon_0^\phi}{\varepsilon_0} - a_k \cdot \lg \frac{P}{P_0},$$

где ε_i – коэффициент пористости, соответствующий приложенной нагрузке P , кг/см²;

ε_0 – начальный коэффициент пористости

ε_0^ϕ – условный (начальный) коэффициент пористости;

$a_k \cdot \lg \alpha$ – коэффициент полной компрессии (показатель сжимаемости)

P_0 – нагрузка, соответствующая точке пересечения скрепленного участка компрессионной кривой с осью ординат, $P_0 = 0,1$ кг/см².

Начальный коэффициент пористости ε_0 в естественном состоянии должен находиться на оси абсцисс при значениях $P = 0$, который в принятых координатах расположен на $-\infty$. Поэтому за начальное значение коэффициента пористости принимаем некоторое условное значение ε_0^ϕ , соответствующее точке пересечения прямолинейного участка компрессионной зависимости с осью ординат при $P = 0,1$ кг/см². Значения показателей

ε_0^ϕ и a_k 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_k , в численном выражении имеет следующее значение:

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

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

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

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

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

Литература

1. Васильева, Н.В. Компрессионные свойства биогенных грунтов / Н.В. Васильева // Сб. науч. тр. Белорус. НИИ мелиорации и луговодства. -Мн.,1997.- Т. 44. -С. 261-265.
2. Васильева, Н.В. Определение компрессионных зависимостей для органической составляющей биогенных грунтов. / Н.В. Васильева, В.В. Васильев; Материалы международного науч.-произв. конф. – Горки. 2000. – С. 41-43
3. Лысенко, М.П. Состав и физико-механические свойства грунтов. / М.П. Лысенко - М.: Недра, 1972.–320с.
4. Рекомендации по инженерно-геологическим изысканиям болотных отложений под сооружениями сост. П.К. Черник [и др.] – Мн., 1977.–27 с.
5. Рубинштейн, А.Я., Канаев, Ф.С. Инженерно-геологические изыскания для строительства на слабых грунтах. М.: Стройиздат, 1984.–108 с.

УДК 631.8:452

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ В ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТАХ РАЗНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

Иванова Ж.А., к.с.-х.н., Филиппов П.А.

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

Непреходящее значение мелиорантов и удобрений в повышении плодородия дерново-подзолистых почв и эффективности земледелия Северо-Западного региона Российской Федерации подтверждена множеством исследований (Иванов, 1993, 1998, Иванов, Семёнова, 1998; Архипов и др., 2015, 2016). К началу 90-х годов доля хорошо окультуренных почв в регионе достигла 15-17 %, а фонд зафосфаченных и закалиенных почв в от-

дельных областях достигал 18-40 и 11-28 % соответственно, что вызвало необходимость совершенствования агрохимической классификации почв и системы их удобрения (Иванова и др., 1991; Иванов, 1993, 1998). Однако современный этап развития регионального земледелия отличается целым рядом особенностей: низким уровнем применения удобрений, в т.ч. местных (Архипов и др., 2016), высокой концентрацией производства на окультуренных дерново-подзолистых почвах (Архипов и др., 2015), как следствие, развитием не только явных (на неиспользуемых землях), но и скрытых деградационных процессов (Иванов, Цыганова, Воробьёв, 2010; Архипов и др., 2015), выраженным повышением роли погодно-климатического фактора в снижении устойчивости производства (Архипов и др., 2016).

На поиск эффективных приёмов воспроизводства плодородия активно используемых окультуренных дерново-подзолистых почв направлено исследование в многолетнем стационарном опыте «Агрофизический стационар», заложенном в Меньковском филиале АФИ в 2006 году на почвах трёх видов окультуренности (средней, хорошей и высокой), сформированных интенсивным применением навоза (а также птичьего помёта) и поддерживающим известкованием. Он представляет собой 3-факторный стационарный опыт в системе зернотравянопропашного (ячмень+мн. травы – мн. травы 1 г.п. - мн. травы 2 г.п. - рожь озимая – картофель – однолетние травы) и зернопропашного севооборотов (картофель ранний – пшеница озимая – люпин узколистный – свёкла столовая – капуста белокочанная – ячмень). Схема опыта представлена в табл. 1, 2, общая площадь делянки 220 м², учётная – 140 м², размещение делянок систематическое, повторность 3-х кратная.

В 2015 и 2016 годах в зернотравянопропашном севообороте возделывались рожь озимая и картофель, а в зернопропашном севообороте – свёкла столовая и капуста белокочанная. Особенности роста и развития культур в эти годы определялись не только изучаемыми в опыте факторами, но и весьма своеобразными погодными условиями с необычно длительными безморозными волнами холода в начале вегетации. И всё же, несмотря на неблагоприятные погодные условия начала вегетации 2015 г. (острая поздневесенняя засуха и волна холода в июне), уровень продуктивности ржи озимой и свёклы столовой находился в пределах 4,83 – 8,08 и 14,25-38,57 т/га соответственно (табл. 1).

Более требовательная к плодородию свёкла столовая чувствительнее реагировала на окультуривание дерново-подзолистой почвы (поддерживаемое применением органических удобрений), формируя прибавки урожайности корнеплодов в 53 и 83 % при 30 и 43 % у ржи озимой. Отдача от минеральных удобрений у ржи озимой закономерно снижалась по мере роста степени окультуренности почвы. Если на средне- и хорошо окультуренной почве оптимальной была доза N140P60K60, то на высоко окультуренной N70P30K30. У свёклы столовой эта закономерность отсутствовала.

Таблица 1. Зависимость продуктивности ржи озимой и свёклы столовой от окультуренности почвы и уровня применения удобрений

Вариант системы удобрения (фактор Б)	Показатели продуктивности по видам почвы (фактор А)						
	Урожайность зерна, т/га	Прибавка урожайности		Прибавка от окультуренности		Прибавка от минеральных удобрений	
		т/га	%	т/га	%	т/га	%
Рожь озимая							
Среднеокультуренная почва							
Контроль – 0	4,83	-	-	-	-	-	-
N70P30K30	6,21	1,38	31	-	-	1,38	29
N140P60K60	6,88	2,05	47	-	-	2,05	42
Хорошо окультуренная почва							
Контроль – 0	6,30	1,47	33	1,47	30	-	-
N70P30K30	7,18	2,35	54	0,97	16	0,88	14
N140P60K60	7,85	3,02	69	0,97	14	1,55	25
Высокоокультуренная почва							
Контроль – 0	6,93	2,1	48	2,1	43	-	-
N70P30K30	7,90	3,07	70	1,69	27	1,6	23
N140P60K60	8,08	3,25	74	1,2	17	1,15	17
НСР ₀₅ фактор А		0,40					
фактор Б		0,57					
фактор АБ		F _ф <F ₀₅					
Свекла столовая							
Среднеокультуренная почва							
Контроль – 0	14,25	-	-	-	-	-	-
N70P50K100	21,28	7,03	49	-	-	7,03	49
N110P70K200	24,33	10,08	71	-	-	10,08	71
Хорошо окультуренная почва							
Контроль – 0	21,88	7,63	54	7,63	53	-	-
N70P50K100	30,52	16,27	114	9,24	43	8,64	39
N110P70K200	36,00	21,75	153	11,67	48	14,12	64
Высокоокультуренная почва							
Контроль – 0	26,12	11,87	83	11,87	83	-	-
N70P50K100	34,76	20,51	144	13,48	63	8,64	33
N110P70K200	38,57	24,32	171	14,24	58	12,45	48
НСР ₀₅ фактор А		1,87					
фактор Б		2,63					
взаимод АБ		F _ф <F ₀₅					

Прибавка урожайности корнеплодов от минеральных удобрений по мере роста окультуренности почвы здесь не только не снижалась, но и имела тенденцию к увеличению в абсолютном исчислении с 7-10 до 9-14 т/га. Причина этого в высокой потребности культуры в комплексной оптимизации питательного режима почвы (нейтральной реакции, оптимальном обеспечении микроэлементами и др.).

Анализ факторов продуктивности ржи озимой показал, что уровень окультуренности почвы, как и уровень применения минеральных удобрений больше влияли на продуктивную кустистость растений, их выживаемость.

мость к уборке и число зёрен в колосе. Масса тысячи зёрен на изучаемом агротехническом фоне оказалась относительно стабильным показателем.

Окультуренность почвы существенно влияла на полевую всхожесть семян и выживаемость растений свёклы столовой к уборке (густота стояния растений увеличилась с 18 до 21-22шт/м². Влияние минеральных удобрений на этот показатель было слабовыраженным. Напротив, средняя масса корнеплода зависела и от уровня окультуренности почвы (77, 106 и 121 г) и от уровня применения удобрений (134, 155, 157 г). По мере роста плодородия почвы товарность корнеплодов увеличилась с 71 до 86-91%, а минеральные системы удобрения повысили её в среднем с 83 до 90-92%. Применение максимальной дозы минерального удобрения на фоне хорошей и высокой окультуренности почвы способствовало увеличению доли крупных корнеплодов, что выражалось в тенденции снижения их товарности.

В 2016 г. неблагоприятные условия, выражались в продолжительной волне холода со второй декады мая до середины июня и в исключительно избыточном увлажнении периода активного формирования клубней (с конца июля до середины августа). В условиях повышенной влажности почвы и пониженных температур существенно повысилась подвижность фитотоксичных соединений марганца и поражённость растений ризоктониозом. Особенно значительные потери от эпифитотии ризоктониоза были зафиксированы на капусте белокочанной, где уровень поражения прямо коррелировал с дозами минеральных удобрений, и обратно, с уровнем окультуренности почвы. В результате уровень недобора урожая от такого неблагоприятного сочетания агроэкологических условий варьировал от 32-40 % в контрольных вариантах (без минеральных удобрений) до 43-64 % - но фоне высокой их дозы (табл. 2).

Фактически даже резкое повышение товарности продукции на фоне минеральных систем удобрения, достигнутое во второй половине вегетации, лишь компенсировало потери от изреживания посадок культуры в начале вегетационного периода, а их действие может быть выражено лишь тенденциями (от отрицательных на среднеокультуренном фоне до положительных – на хорошо- и высокоокультуренном). Отзывчивость на минеральные удобрения картофеля также ограничивалась неблагоприятными условиями начала и конца вегетации, когда на фоне избыточного увлажнения произошло эпифитотийное поражение посадок культуры фитофторозом. Прямые потери урожая клубней (гибель от поражения возбудителем и незавершенное формирование клубней) на средне-, хорошо и высококультуренных почвах составили 16-26, 24-34 и 33-43 % соответственно. Однако относительный положительный эффект здесь всё же был достоверным и достигал на средне-, хорошо- и высокоокультуренном фонах 40-57, 25-35 и 11-19 % прибавок урожая клубней. Повышение дозы минерального удобрения до максимального уровня оказалось эффективным только на среднеокультуренном фоне.

Таблица 2. Зависимость продуктивности картофеля и капусты белокочанной от окультуренности почвы и уровня применения удобрений

Вариант системы удобрения (фактор Б)	Показатели продуктивности по видам почвы (фактор А)							
	урожайность, т/га		прибавка урожайности		прибавка от окультуренности		прибавка от минеральных удобрений	
	Потенц.	Фактич.	т/га	%	т/га	%	т/га	%
Капуста белокочанная								
Среднеокультуренная почва – без помёта								
Контроль-0	30,5	25,0	-	-	-	-	-	-
N100P40K160	47,0	30,6	5,6	22	-	-	5,6	22
N150P60K240	58,9	21,2	-3,8	-15	-	-	-3,8	-15
Хорошо окультуренная почва								
Контроль-0	109,9	75,0	50,0	200	50,0	200	-	-
N100P40K160	141,6	82,9	57,9	232	52,3	171	7,9	11
N150P60K240	143,3	81,8	56,8	227	60,6	242	6,8	9
Высокоокультуренная почва – 70 т/га помёта								
Контроль-0	128,1	77,3	52,3	209	52,3	209	-	-
N100P40K160	161,7	81,6	56,6	226	51,0	167	4,3	6
N150P60K240	162,5	79,0	54,0	216	57,8	272	1,7	2
НСР ₀₅ фактор А	8,70	7,40						
фактор Б	8,70	Fф<F ₀₅						
фактор АБ	15,07	Fф<F ₀₅						
Картофель								
Среднеокультуренная почва – без помёта								
Контроль-0	20,8	17,9	-	-	-	-	-	-
N80P20K100	30,4	25,1	7,2	40	-	-	7,14	40
N120P40K150	35,5	28,2	10,3	57	-	-	10,25	57
Хорошо окультуренная почва – 35 т/га помёта								
Контроль-0	29,4	23,7	5,8	32	5,8	32	-	-
N80P20K100	38,1	29,5	11,6	65	4,4	18	5,81	25
N120P40K150	43,0	32,1	14,2	79	3,9	14	8,40	35
Высокоокультуренная почва – 70 т/га помёта								
Контроль-0	33,6	25,3	7,4	41	7,4	41	-	-
N80P20K100	38,8	28,1	10,2	57	3,0	12	2,79	11
N120P40K150	42,9	30,0	12,1	67	1,8	6	4,70	19
НСР ₀₅ фактор А	3,71	2,69						
фактор Б	3,71	2,69						
взаимод АБ	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅						

В целом же агрономические эффекты от уровня окультуренности почвы и минеральных удобрений в значительной степени трансформировались в 2016 г. в связи с применением высокой (35 т/га) и очень высокой (70 т/га) дозы птичьего помёта. На фоне неблагоприятных погодных и фитосанитарных условий оптимизация питательного режима почвы под действием помёта, положительно отразившаяся на комплексе биометрических показателей обеих культур достоверно реализовалась в урожае лишь при первом уровне дозы в 35 т/га. Прибавка урожайности картофеля достигла 32, а капусты белокочанной – 200%. Применение очень высокой дозы по-

мёта хотя и имело ряд положительных биометрических эффектов, а так же повышало товарность основной продукции, существенного роста урожая не вызвало.

Таким образом, комплексное окультуривание дерново-подзолистой почвы и приёмы воспроизводства её плодородия позволяют повысить продуктивность полевых (ржи озимой и картофеля) и овощных (свеклы столовой и капусты белокочанной) культур на 30-32 и 53-200%. Стабильно высокая эффективность свойственна лишь первому уровню минеральных систем удобрения. Реализация биопродуктивного потенциала культур на фоне высоко интенсивного окультуривания и применения органических и минеральных удобрений ограничивается неблагоприятным сочетанием погодно-климатических и фитосанитарных условий. По прежнему, основные издержки здесь связаны с недостаточной теплообеспеченностью и периодическим переувлажнением, требующими применения мелиоративных приёмов.

Литература

1. Архипов, М.В. Методологические и информационно-технологические основы развития кормопроизводства в Северо-Западном регионе РФ [Текст] / М.В. Архипов и др. СПб., 2015. 184 с.
2. Архипов, М.В. Оценка биопотенциала производства продовольствия в Северо-Западном регионе России [Текст] / М.В. Архипов и др. СПб.-Пушкин, 2016. 136 с.
3. Иванов, А.И. Оптимизация условий питания полевых культур на дерново-подзолистых почвах с высоким содержанием фосфора и калия [Текст] / А.И. Иванов. Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. С-Пб.-Пушкин, 1993. – 15 с.
4. Иванов, А.И. Особенности удобрения зерновых на окультуренных дерново-подзолистых почвах с высокими запасами фосфора и калия [Текст] / А.И. Иванов // Зерновые культуры. 1998. № 3. С. 20 – 21.
5. Иванов, А.И. Перспективы удешевления систем удобрения кормовых культур [Текст] / А.И. Иванов, Н.И. Семёнова // Кормопроизводство. -1998. - № 6. -С. 24-26.
6. Иванов, А.И. Оценка длительного использования хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы при применении разных систем удобрения [Текст] / А.И. Иванов, Н.А. Цыганова, В.А. Воробьёв // Агрохимия. – 2010. - № 3. – С. 17 – 21.
7. Иванова, В.Ф. Совершенствование агрохимической классификации почв [Текст] / В.Ф. Иванова и др. // Химизация сельского хозяйства. – 1991. - №12. – С. 24 – 25.

УДК 631.53. 631.6:54

ВЛИЯНИЕ НОВОГО ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛЕГКОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Фрейдкин И.А., Иванова Ж.А.

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

Земледелие на Северо-Западе России с начала 90-х годов ведется при остром недостатке применения мелиорантов и удобрений, практически гарантирующем развитие скрытых деградационных процессов в зональных

агродерново-подзолистых почвах (Иванов, Иванов, Воробьев, Лямцева, 2009; Иванов, Цыганова, Воробьев, 2010; Архипов и др., 2015, 2016). На этом фоне по мере снижения плодородия отмечается и ухудшение и ряда важных агрофизических свойств (Оленченко, Рижия, Бучкина, Балашов, 2012). Негативные явления стали прямым следствием недостаточного использования в т.ч. ресурсов местных удобрений, таких как сапропели (Иванов, Иванова, Моисеев, 2005) и пригодные осадки сточных вод (Иванов, 1998). Даже в относительно развитой Ленинградской области в настоящее время используется на удобрение не более половины от объёмов производства навоза и птичьего помёта. Исходя из этого, совместно с ООО «Билавис» была разработана технология производства нового гранулированного органо-минерального удобрения (НОМУ). Его комплексное изучение в 2010-2012 гг. показало высокую агрономическую эффективность и экологическую безопасность (Иванов, Иванова, Фрейдкин, 2014). Одной из важнейших задач в нем был поиск параметров оптимизации агрофизических свойств деградированной агродерново-подзолистой почвы под действием НОМУ.

Методической основой исследования служил микрополевой опыт, входящий в систему длительного фундаментального полевого эксперимента «агроэкологический стационар» на базе полевого севооборота «пар сидеральный (люпин) – озимые зерновые – ячмень + многолетние травы – многолетние травы – многолетние травы – картофель – рапс яровой». В опыте в полиэтиленовых сосудах без дна размером 1×1×0,4 м искусственно формировалась верхняя часть профиля супесчаной агродерново-подзолистой почвы, подвергшейся тридцатилетней скрытой деградации в контрольном (неудобренном) варианте «агроэкологического стационара» (Иванов, Фесенко, Вертебный, Дубовицкая, 2012). Она обладала средними показателями pH_{KCl} 4,75, N_g - 3,46; ммоль(экв)/100г, $S_{обм}$ - 3,20 ммоль(экв)/100г, содержанием гумуса - 1,83 %, подвижных соединений фосфора и калия 217 и 92 мг/кг соответственно. В период 2012-2014 гг. опыт реализовался в трёх закладках семипольного полевого севооборота: 1) пар сидеральный (люпиновый) – озимые зерновые – ячмень + многолетние травы; 2) ячмень + многолетние травы – многолетние травы 1 г.п. – многолетние травы 2 г.п.; 3) картофель – рапс яровой – люпин сидеральный. Двухфакторная схема опыта предполагала ежегодное внесение минеральных удобрений и периодическое – НОМУ (3, 5 и 7 т·га⁻¹ под пшеницу озимую и 5, 7 и 10 т·га⁻¹ под ячмень и картофель) (табл. 1). Изучаемое удобрение характеризовалось влажностью 2,2 %, рН – 9,0 ед., содержанием 74,4 % органического вещества, 2,46 % азота, 4,51 % фосфора, 3,36 % калия, 7,18 % кальция, 2,48 % магния, 97 мг/кг меди, 484 мг/кг цинка, 7,9 мг/кг никеля, 21 мг/кг свинца и 0,1 мг/кг кадмия. Повторность в опыте 4-х кратная.

В ходе эксперимента была установлена высокая агрономическая эффективность НОМУ, зависящая от биологических особенностей культур,

погодно-климатических условий и сочетания с минеральными удобрениями. Она стала прямым следствием оптимизации комплекса важнейших агропроизводственных (агрофизических, физико-химических и агрохимических) свойств почвы и связанного с ними питательного режима. В отличие от минеральных и органических систем удобрения на основе навоза действие нового органо-минерального удобрения в дозах 3-10 т/га имело выраженный нейтрализующий эффект, сравнимый с действием аналогичных доз реагентного ОСВ (Иванов, 1998). За счёт обогащенности оксидами, карбонатами и гидрокарбонатами кальция, магния и калия добавляемой золы от внесения 1 т/га НОМУ рН сол. в среднем по вариантам опыта повышался на 0,036 ед., сумма обменных оснований – на 0,045 ммоль(экв)·100г⁻¹, степень насыщенности основаниями – на 0,7 % (Иванов, Иванова, Фрейдкин, 2014).

Гранулометрический состав является, по сути, ключевым и одним из самых стабильных свойств почвы, контролируемых их минералогическим составом и генезисом. Его многолетняя динамика в пределах пахотного слоя выступающей объектом исследования супесчаной почвы имела направленность на некоторое утяжеление. Так при закладке «агроэкологического стационара» в 1982 году содержание физической глины составляло 15 %, а при закладке микрополевого опыта в 2012 г. – уже 19 %. По завершении эксперимента в 2014 году установлено дополнительное накопление физической, главным образом за счет илистой фракции (табл. 1).

Таблица 1 - Гранулометрический состав пахотного слоя почвы

Доза НОМУ, т·га ⁻¹	Число индивидуальных определений	Фракции (размер частиц, мм), %						
		1 – 0,25	0,25 – 0,05	0,05 – 0,01	0,01 – 0,005	0,005 – 0,001	<0,001	<0,01
0	36	15,7	40,0	25,1	5,5	9,6	4,1	19,2
4	48	15,4	39,9	25,3	5,5	9,7	4,3	19,5
7	72	15,5	39,5	25,1	5,5	9,6	4,8	19,5
10	48	15,3	39,4	24,9	5,6	9,7	5,1	20,4
12	24	15,7	39,5	23,3	6,2	9,5	5,6	21,3
17	24	16,0	39,6	23,0	5,6	9,9	6,0	21,5
НСР ₀₅		F _φ <F ₀₅	0,50	0,99				

Достоверное повышение содержания илистой фракции на 17 % (отн.) обнаруживается уже при дозе внесения НОМУ в 7 т·га⁻¹, а физической глины на 6 % (отн.) – при дозе НОМУ в 10 т·га⁻¹. На фоне максимальной дозы НОМУ в 17 т·га⁻¹ эти показатели увеличились на 46 и 12 % (отн.) соответственно. Столь желательные для данной почвы изменения не могли стать следствием лишь прихода с удобрением свежих илистых частиц. Вероятно, под действием НОМУ произошло усиление выветривания более крупных фракций почвы, что заметно по выраженному сокращению доли крупной пыли (0,05-0,01 мм). При этом нельзя сбрасывать со счёта и весьма вероятный в таких условиях процесс биогенного образования аморфного кремнезёма.

Напрямую с гранулометрическим составом и физико-химическими свойствами почвы связано её структурное состояние. Оно, в свою очередь, в многом контролирует условия жизнедеятельности растений. Так как формирование почвенных агрегатов связано с наличием в почве коллоидов и реакцией среды, то кислые супесчаные агродерново-подзолистые почвы обычно отличаются неблагоприятным структурным состоянием. В контрольном варианте микрополевого опыта доминировали малоценные микро- и глыбистые агрегаты (табл. 2).

Таблица 2 - Структурное состояние почвы пахотного слоя в конце опыта

Доза НОМУ, т·га ⁻¹	Число индивидуальных определений	Доля агрегатов размером (мм), %			Кoeff. структурности	Доля водопрочных агрегатов	Кoeff. водопрочности
		>10	0,25-10	<0,25			
0	36	17,9	40,1	42,0	0,69	22,4	0,55
4	48	12,2	52,1	35,7	1,10	37,7	0,72
7	72	11,9	53,2	34,9	1,18	40,5	0,76
10	48	7,9	62,2	29,9	1,65	50,7	0,83
12	24	14,1	54,7	31,2	1,21	44,3	0,82
17	24	10,0	62,7	27,3	1,69	53,2	0,85
НСР ₀₅		3,2	5,5	4,1	0,10	4,2	0,12

Достоверное улучшение структурного состояния почвы обнаруживалось на фоне всех изучаемых доз НОМУ. Это связано с агрегирующим действием вновь образованных органических и органо-минеральных коллоидов, так и с пептизацией ранее диспергированных под действием повышенной кислотности частиц. При внесении оптимальных дозировок в 10-17 т·га⁻¹ за три года коэффициенты структурности и водопрочности агрегатов увеличились на 75-145 и 49-55 % соответственно. Однако столь плотной связи с дозами здесь уже не обнаружилось. Структурное состояние почвы в вариантах с внесением 4, 7 и 12 т·га⁻¹ НОМУ может оцениваться как удовлетворительное, а 10 и 17 т·га⁻¹ – как хорошее. Причина этого в том, что на структурное состояние почвы выраженное влияние оказывало двухлетнее возделывание многолетних трав (смеси клевера лугового и тимофеевки луговой), а в первом звене севооборота «пар сидеральный – озимая пшеница – ячмень + мн. травы», где и применялись максимальные (12 и 17 т·га⁻¹) дозы НОМУ они не возделывались. Оптимизация уровня водопрочности агрегатов до благоприятных для агродерново-подзолистых почв параметров обнаружилась в вариантах с применением на 1 га от 7 до 17 т·га⁻¹.

Такие положительные изменения в структурном состоянии оказали выраженное влияние на ряд общезфизических и водно-физических свойств почвы (табл. 3). В контрольном варианте опыта они имели удовлетворительные показатели, что связано с достаточной для этого гумусированностью почвы и отсутствием уплотняющего действия сельскохозяйственной техники.

Таблица 3 - Общие физические и водно-физические свойства почвы
в конце опыта

Доза НОМУ, т·га ⁻¹	Число индиви- дуальных опре- делений	Свойства почвы						
		m _{об.} , г·см ⁻³	m _{уд.} , г·см ⁻³	V _{пор.} , %	МГВ, %	ВУЗ, %	НВ, %	ДАВ, %
0	36	1,30	2,65	51,0	4,8	6,4	20,6	14,2
4	48	1,29	2,65	51,3	5,0	6,6	20,9	14,3
7	72	1,27	2,63	51,7	5,2	6,9	21,6	14,7
10	48	1,27	2,62	51,5	5,2	7,0	22,0	15,0
12	24	1,25	2,61	52,1	5,4	7,2	22,1	14,9
17	24	1,25	2,60	52,2	5,4	7,2	22,7	15,5
НСР ₀₅		0,04	0,04	0,48	0,21	0,25	0,33	0,37

В вариантах опыта с внесением НОМУ наблюдалось достаточно устойчивое уменьшение плотности почвы (от 0,01 до 0,05 г/см³), достигающее достоверных значений при дозах 12-17 т·га⁻¹. Сокращение плотности твёрдой фазы (удельной массы) почвы здесь находилось в прямой зависимости от увеличения содержания органического вещества почвы, а плотности сложения (объёмной массы) – диктовалось оптимизацией структурного состояния почвы. По этой же причине произошло увеличение под влиянием 7-17 т·га⁻¹ НОМУ исходно благоприятных показателей общей пористости почвы на 0,5 – 1,2 % (абс.).

При хорошей воздухообеспеченности за счет большого объема крупных (некапиллярных) пор, супесчаная почва опыта характеризовалась невысокой водоудерживающей способностью. Так её наименьшая (полевая) влагоемкость лишь незначительно превышала 20 %, а диапазон активной влаги 14,2 %. Поэтому с агрономических позиций исключительно важно любое повышение показателя влагоемкости такой почвы. Достоверные эффекты здесь оказались связаны с применением доз НОМУ более 7 т·га⁻¹. При этом наименьшая влагоемкость увеличилась на 1,0-2,4 % (абс.), а диапазон активной влаги – на 0,5-1,3 % (абс.). Такие изменения в пределах пахотного слоя изучаемой супесчаной агродерново-подзолистой почвы означают возможность дополнительного накопления на гектаре до 60 м³ воды, необходимой растениям для продукционного процесса.

Таким образом, применение НОМУ, обладающего выраженными мелиоративными свойствами в системе удобрения полевого севооборота позволяет добиться оптимизации комплекса физико-химических и агрофизических свойств деградированной агродерново-подзолистой почвы и её питательного режима. Достоверные эффекты для большинства агрофизических свойств почвы связаны с внесением НОМУ в высоких мелиоративных дозах 7-17 т/га. Утяжеление гранулометрического состава, связанное с усилением биологического выветривания и новообразования минералов выражается в повышении доли илистой фракции и физической глины на 17-46 и 6-12 % (отн.) соответственно. Вследствие оптимизации кислотно-

основных свойств, увеличения прихода свежего органического вещества и перезарядки части коллоидов коэффициенты структурности и водопрочности повысились в среднем с 0,69 до 1,18 – 1,69 и с 0,55 до 0,76 – 0,85, полевая влагоёмкость почвы возросла с 20,6 до 21,6 – 22,7 %, а диапазон активной влаги с 14,2 до 14,7-15,5 % что привело к заметному улучшению её водного режима. В итоге эти параметры оптимизации агрофизических свойств почвы позволили увеличить продуктивность семипольного полевого севооборота с 1,91 кг з.ед.·м⁻² до 4,87-5,31 кг з.ед.·м⁻².

Литература

1. Архипов М.В., Иванов А.И., Данилова Т.А., Сеницына С.М., Тюкалов Ю.А., Пасынкова Е.Н. Оценка биопотенциала производства продовольствия в Северо-Западном регионе России. С-Пб.-Пушкин, 2016. 136 с.
2. Иванов А.И. Осадок сточных вод в системах удобрения зерновых // Зерновые культуры. 1998. 6. С. 10-11.
3. Иванов А.И., Иванова Ж.А., Моисеев Д.А. Влияние системы удобрения на основе сапропеля на свойства дерново-подзолистой почвы и продуктивность овсяницы луговой // Агрохимия. 2005. № 7. С. 9-18.
4. Иванов А.И., Иванова Ж.А., Фрейдкин И.А. Воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв с использованием нового органоминерального удобрения // Плодородие. 2014. № 6 (81). С. 20-22.
5. Иванов А.И., Иванов И.А., Воробьёв В.А., Лямцева Е.Г. Изменение калийного состояния хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы при применении калий-дефицитной системы удобрения // Агрохимия. 2009. № 4. С. 21-26.
6. Иванов А.И., Цыганова Н.А., Воробьёв В.А. Оценка длительного использования хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы при применении разных систем удобрения // Агрохимия. 2010. № 3. С. 17-21.
7. Оленченко Е. А., Рижия Е. Я., Бучкина Н. П., Балашов Е. В. Влияние степени окультуренности дерново-подзолистой супесчаной почвы на её физические свойства и урожайность сельскохозяйственных культур в агрофизическом стационаре // Агрофизика. 2012. № 4(8). С. 8-18.

УДК 631.86:631.45

К ОЦЕНКЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Зинковский В.Н., к.с.-х.н., вед. н.с., **Зинковская Т.С.**, к.с.-х.н., вед. н.с.,
ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия

Северная экологическая финансовая корпорация (НЕФКО) технологии производства органических удобрений подразделяет на биологические методы обработки (пассивное компостирование; активное компостирование; анаэробные методы, обеспечивающие производство биогаза и устойчивой твердой фракции, применяемой в качестве удобрения) и физические методы (термическая сушка с производством рыхлого материала, содержащего 45 - 70 % сухого вещества; гранулирование с производством пеллет или гранул с предварительной термической сушкой; сжигание навоза/помета) [1].

В последние годы предлагаются разнообразные технологии переработки отходов сельского хозяйства, включая птичий помёт и навоз. Определённый интерес представляют данные по стендовым испытаниям микробиологического метода, который авторы считают самым простым в процессах биоконверсии навоза и птичьего помета [2].

В СЗНИИМЭСХ (Санкт-Петербург) Афанасьевым А.В. отобран и проанализирован ряд основных и перспективных технологий [3]. После проведения сравнительных расчётов по этим технологиям переработки автор отмечает их дороговизну. В то же время по оценкам Минсельхоза платежи хозяйств за размещение на своей территории навоза, помета и других отходов животноводства доходят до 35 млрд рублей в год, не считая штрафов за загрязнение окружающей среды.

Показатели оценки при отборе наиболее рациональных технологий переработки навоза, применяющихся в России и за рубежом, показаны в таблице 1.

Таблица 1 - Оценка технологий по косвенным критериям [3]

№ и наименование технологий	Кол-во операций, ед.	Кол-во техники, ед.	Длительность выполнения, ед.	Потери НПК, %	Степень обеззараживания, +/-
1	2	3	4	5	6
1. Компостирование на площадке с двухкратным перемешиванием	16	13	30	15-20	+
2. Ферментация в биореакторе барабанного типа	16	17	3-5	5-10	+
3. Ферментация в биореакторе барабанного типа с использованием катализаторов	17	16	1-3	3-5	+
4. Ферментация в биореакторе камерного типа	18	16	7-10	5-10	+
5. Переработка в метантенках с получением биогаза	12	10	10-15	15-20	+
6. Переработка в метантенках в смеси с растительными остатками	14	12	10-15	15-18	+
7. Переработка в метантенках с предварительным измельчением сырья до молекулярного уровня	16	14	1-2	3-5	+
8. Технология «Биоклад»	19	16	1-2	10-15	+
9. Вакуумная сушка	11	9	1-2	5-7	+
10. Разделение на твердую и жидкую фракции с последующим длительным хранением и внесением	18	12	180/90	до 50	-
11. Длительное хранение и внесение	6	4	180	30-40	-

Две последние технологии автор справедливо считает требующими немедленной замены вследствие отсутствия обеззараживания; к лучшим относит технологии 3 и 7, имеющие минимальную длительность при полу-

чении продукции (удобрений или газа). Однако вызывает сомнение техническая возможность и необходимость предварительного измельчения сырья до молекулярного уровня (технология 7). В то же время практика показало, что при переработке помета и навоза дешевые высококачественные удобрения можно получать за 6-8 суток при ферментации. в биореакторах камерного типа.

Но при оценке не включены наиболее важные для производства экономические показатели, в том числе себестоимость продукции.

Группа ученых, занимающаяся проблемой утилизации птичьего помета [4], выделяет четыре основные технологии производства органических удобрений на пометной основе:

1. Пассивное компостирование (смесь созревает 6-8 месяцев в штабелях высотой до 2,5 м на полевых площадках).
2. Интенсивное компостирование (смесь созревает 6-7 суток в специальных ферментерах).
3. Термическая сушка птичьего помета в специальных установках.
4. Вакуумная сушка с переработкой помета в режиме щадящих температур с сохранением полезных химических элементов.

На первый взгляд, наиболее рациональной кажется самая простая в исполнении первая технология – пассивное компостирование. Но, как утверждает Афанасьев А.В. [3], длительное хранение не обеспечивает обеззараживание компостируемой массы.

И наоборот, встречается утверждение, что при «холодном способе» буртования птичьего помета в течение 6-12 месяцев происходит его полное обеззараживание и дегельминтизация. Автор считает, что эта технология утилизации птичьего помета обеспечивает его естественное обеззараживание и в том числе улучшает физические и органолептические свойства для дальнейшего внесения в почву под различные культуры [5].

Но при анализе полученных автором данных легко заметить закономерность, показывающую, что с увеличением дозы внесения помета от 5 до 20 т/га урожайность пшеницы снижается. Причиной этому является очень сильная засоренность вносимого удобрения. Так, после внесения 15-20 т/га птичьего помета, выдержанного 12 месяцев в полевом бурте, засоренность в 4,5-5,7 раза превышала этот показатель на контроле без удобрений (на 1 м² проросло 650-825 сорных растений, что вдвое превысило количество растений яровой пшеницы). Поэтому из-за огромного количества всхожих семян сорняков ставится под сомнение эффективность использования помета, приготовленного «холодным способом» буртования.

Мёрзлая Г.Е. и др. [4], отдают предпочтение вакуумному способу сушки, отличительной особенностью которого является экологическая безопасность производства и высокое качество получаемых органических удобрений. По мнению самих авторов статьи, способ вакуумной сушки является чрезвычайно затратным. Для сравнения, при интенсивном компо-

стировании по технологии ВНИИМЗ с годовой производительностью порядка 14000 т капитальные затраты в 4-5 раз меньше, а себестоимость 1 т готового удобрения почти в три раза ниже, чем при вакуумной сушке (табл. 2).

Таблица 2 – Сравнительная эффективность производства органических удобрений по разным технологиям

Показатели	Вакуумная сушка (цены 2009 г.)	Технология ВНИИМЗ (цены 2012 г.)
1. Годовая производительность, т	13000	14000
2. Капитальные затраты на технологическое оборудование, млн руб.	35	8
3. Себестоимость производства 1 т удобрения, руб.	1340	480

Многочисленные производственные испытания, проведённые в России и в ближнем зарубежье, показали, что среди вариантов ферментации органического сырья в биореакторах широкое распространение на практике получила низкзатратная технология, наиболее дешёвый вариант которой с получением высокоэффективного экологически чистого органического удобрения - компоста многоцелевого назначения (КМН) разработан в ФГБНУ ВНИИМЗ [6]. В этой технологии представляется возможным увеличить объемы загрузки сырья для ферментации. Обычно процесс осуществляется в типовых двухкамерных биоферментаторах высотой до 4,5 м [7]. при некотором дооборудовании технически возможно наладить производство, позволяющее почти вдвое снизить себестоимость удобрений при тех же параметрах биоферментаторов [8].

Суть дооборудования заключается в том, чтобы обеспечить двухъярусную загрузку биоферментатора (рисунок 1).

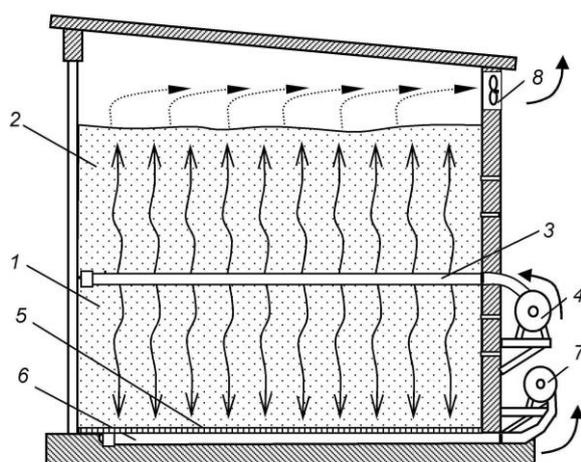


Рис. 1. Схема двухъярусной загрузки камеры биоферментатора

При высоте камер 4,5 м и толщине загружаемого слоя ферментируемой смеси а 1,8 м, поверх этого слоя устанавливается съёмный модуль 3 с системой напорных воздухопроводов, выполненных в виде перфорированных трубопроводов с одинаковой площадью отверстий на каждой стороне трубопровода относительно горизонтальной его плоскости симметрии и объединенных общим воздухопроводом, подключенным к напорному вентилятору 4. Нижний слой смеси 1 загружается на предохра-

нительную сетку 5, ниже которой проложены перфорированные трубопроводы 6, ведущие к нижнему вытяжному вентилятору 7. Нижний слой смеси 1 загружается на предохранительную сетку 5, ниже которой проложены перфорированные трубопроводы 6, ведущие к нижнему вытяжному вентилятору 7.

Напорная аэрация нижнего слоя смеси из съёмного модуля 3 осуществляется сверху вниз из нижних отверстий воздухопроводов. Поверх модуля загружается второй слой ферментируемой массы 2, аэрация которого осуществляется вверх из верхних отверстий воздухопроводов съёмного модуля 3, а отработанный воздух выбрасывается верхним вытяжным вентилятором 8.

Конструкция съёмного модуля 3 показана на рисунке 2.

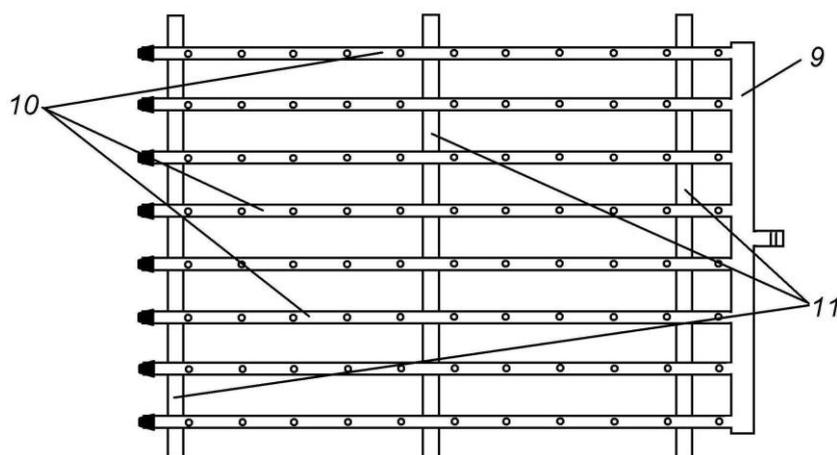


Рис. 2 . Конструкция съёмного модуля

9 - общий воздухопровод, 10 - система перфорированных трубопроводов с отверстиями на верхней и нижней стороне, 11 - опорные трубы

Предлагаемое усовершенствование биоферментатора позволит почти вдвое повысить производство компоста: до 14-16 тысяч тонн в год против 7-8 тысяч тонн при обычной конструкции. Это обеспечит снижение себестоимости готового продукта примерно в 1,7 раза. Увеличение количества получаемого удобрения за один технологический цикл значительно ускорит переработку залежей навоза и птичьего помета, что будет способствовать оздоровлению природной среды вокруг крупных животноводческих комплексов и птицефабрик.

Литература

1. Обзор потенциальных российских и международных рынков органических удобрений, производимых крупными животноводческими хозяйствами в Ленинградской области (НЕФКО) - Helsinki Finland, 2013. – 103 с.
2. Сидоренко О.Д., Лисенков А.А., Шувариков А.С., Черданцев Е.В. Современные биотехнологии переработки отходов животноводства. //Птицеводческое хозяйство. Птицефабрика. №3, 2011. С. 56-57.
3. Афанасьев А.В. Сравнительная эколого-экономическая оценка технологий переработки навоза и помета /Сб. трудов СЗНИИМЭСХ, вып. 83 – Санкт-Петербург, 2012. С. 82-93.

4. Мёрзлая Г.Е., Корнева Н.Н., Тюрин В.Г., Лысенко В.П. Технологии утилизация помета. //Птицеводство, № 1, 2009. С. 48-90.
5. Малютина Л.А. Почвенная утилизация отходов птицеводства в лесостепной зоне Алтайского Приобья //автореф. соиск. к.с.-х.н. – Барнаул, 2017. – 19 с.
6. Ковалёв Н.Г., Малинин Б.М., И.Н. Барановский И.Н. Традиционные органические удобрения и КМН на мелиорированных почвах Нечерноземья - Тверь, 2003. – 160 с.
7. Патент РФ № 2112764. Способ получения компоста многоцелевого назначения /Ковалёв Н.Г., Малинин Б.М., Туманов И.П. Заявл. 22.01.1997. Оpubл. 10.06.1998. Бюл. №16.
8. Патент РФ № 170131 (на полезную модель.). Установка для приготовления компоста /Зинковская Т.С., Зинковский В.Н., Ковалёв Н.Г. Заявл. 11.08.2016. Оpubл. 14.04.2017. Бюлл. № 11.

РАЗДЕЛ IV. Научно-практические аспекты формирования экологически сбалансированных агроландшафтов

УДК 631.58

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ТРАНСФОРМАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РФ

Ильвес А.Л., канд.с.-х. н., ст.н.сотр., Смолина Л.П., Ильвес Н.В.
*ФГБНУ «Ленинградский НИИСХ «БЕЛОГОРКА»,
Ленинградская область, Гатчинский р-он., д. Белогорка, Россия*

Аграрные ландшафты на Северо-Западе России формировались на протяжении столетий. Условия рельефа и неоднородность подстилающих пород обусловили сложные комбинации водораздельных территорий с типичными дерново-подзолистыми почвами, а также различного рода понижений с переувлажненными почвами. При относительно низкой технической оснащённости сельскохозяйственные производители максимально адаптировали производство к условиям территории. Вследствие этого сформировалась типичная структура землепользования, включающая пашню, луга, пастбища, что определило практически повсеместное сочетание отраслей растениеводства и животноводства. Долголетние кормовые угодья уступали по продуктивности пахотным землям, однако, позволяли обеспечивать потребности животноводства относительно дешевыми грубыми и сочными кормами. В результате более полно использовался продукционный потенциал сельскохозяйственных ландшафтов. Как правило, площади этих угодий приурочены к территориям распространения оглеенных и пойменных почв, в пределах земель сельскохозяйственного назначения. Вследствие почвенно-климатических особенностей зоны, степень сельскохозяйственного освоения территории невелика. Доля долголетних кормовых угодий в составе земель сельскохозяйственного назначения относительно высока и достигала 40% и более.

В состав землепользования наряду с сельскохозяйственными угодьями входили кустарники, мелколесье, болота, земли поселений. В период 60-80 гг. прошлого столетия в значительных масштабах были развернуты мелиоративные и культуртехнические работы. Особенно активно они проводились в Ленинградской области, где в значительных масштабах формировались антропогенные ландшафты для ведения интенсивного производства. В результате проводимых работ доля сельскохозяйственных угодий в общей структуре землепользования увеличивалась. В этот период формировались новые высокопродуктивные элементы агроландшафтов, известные как культурные пастбища и сенокосы, хотя их доля в составе долголетних кормовых угодий была невелика. В тоже время ресурсы многих сельскохозяйственных предприятий не позволяли эффективно использо-

вать имеющиеся земли, в т.ч. и вновь освоенные. В итоге эффективность производства не возростала, и отрасль несла неоправданные издержки на мелиорацию земель.

В 90-е годы работы по освоению новых земель практически прекратились и мелиорированные системы без надлежащего ухода стали выходить из строя.

В пореформенный период масштабная ликвидация аграрных предприятий привела к тому, что значительные площади сельскохозяйственных угодий стали выбывать из оборота. В регионах Северо-Запада формируются значительные территории, на которых практически отсутствуют сельскохозяйственные организации и самодетельное население. В определенной мере это явление характерно и для других регионов страны. По данным Министерства сельского хозяйства в стране не используется 48,86 млн. га земель сельскохозяйственного назначения, в том числе в Северо-Западном федеральном округе 2,5 млн.га [1].

По официальной оценке за последние 25 лет прекратили существование 34 тысячи деревень, а примерно 20 тысяч сельских поселений насчитывают не более 10 жителей [6]. Из областей Северо-Западного Федерального округа наиболее успешным производителем сельскохозяйственной продукции является Ленинградская область.

Это обусловлено тем, что в некоторых районах области были сформированы высокопродуктивные антропогенные ландшафты, которые практически полностью занимают пахотные земли. Это стало возможным вследствие крупных капитальных вложений в мелиорацию земель, а также геоморфологических особенностей Приневской низменности и Силурийского плато. Кроме этого, область смогла сохранить производственную структуру большинства крупных сельскохозяйственных предприятий в условиях реформирования, которые в настоящее время и определяют производственные успехи региона (таблица 1) [1].

Таблица 1. Производство валовой продукции сельского хозяйства Ленинградской области (в фактических ценах, млрд. рублей)

Категории производства	Годы				
	2012	2013	2014	2015	2016
Сельскохозяйственные организации	48,6	53,1	62,9	71,7	65,6
Население	14,0	16,1	20,0	23,5	22,1
Фермеры	1,05	1,47	2,0	3,0	2,3
Хозяйства всех категорий	63,65	70,67	84,9	98,2	90,0

При этом до 80% товарной продукции обеспечивают промышленное птицеводство и молочное скотоводство. Производство молока устойчиво возрастает на протяжении ряда лет. Объемы производства молока увеличиваются за счет роста продуктивности коров, при этом поголовье молочного скота не увеличивается, даже прослеживается тенденция к его сокращению. Вследствие значительного сокращения численности поголовья ко-

ров, относительно 1990 года, дореформенные объемы производства молока в области не достигнуты (таблица 2) [1].

Таблица 2. Показатели развития молочного скотоводства Ленинградской области в сельскохозяйственных организациях.

Годы	Поголовье коров, тыс.	Надой, кг/год на голову	Производство молока, тыс.т
1990	226	4089	952
2006	78	6550	513
2007	77	6496	504
2008	78	6663	510
2009	78	6738	512
2010	77	6680	502
2011	76	6799	512
2012	74	7092	526
2013	70	7384	514
2014	70	7631	524
2015	70	7965	558
2016	71	8181	575
2016 в% к 1990г.	31	250	60
2016 в% к 2006г.	91	125	112

На фоне очевидных успехов аграрного производства в области имеются определенные проблемы в сфере использования сельскохозяйственных угодий.

В течение ряда лет в регионе прослеживается четкая тенденция сокращения площади посевов (таблица 3) [1].

Таблица 3. Структура посевов сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях

Годы	Кормовые культуры		Зерновые культуры		Картофель		Овощные культуры		Всего посевов, тыс.га
	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	
1990	350	84	37	9	22	5	8,3	2	416
2006	215	86	26	10,4	6	2,4	3,1	1,2	249
2007	206	84,4	29	12	6	2,5	2,7	1,1	243
2008	196	82,5	33	13,8	6	2,5	2,8	1,2	239
2009	188	80,8	36	15,7	5	2,3	2,8	1,2	233
2010	185	82,2	31	13,8	6	2,7	2,8	1,3	225
2011	176	79,6	36	16,2	6	2,7	3,3	1,5	222
2012	171	80	34	16	6	2,7	3,0	1,3	213
2013	166	80,3	34	16,5	4	1,9	2,6	1,3	206
2014	158	78,3	37	18,4	4	2,0	2,6	1,3	201
2015	159	76,5	42	20	5	2,4	2,3	1,1	210
2016	164	75,4	47	21,6	4	1,8	2,5	1,2	218
2016 в% к 1990г.		47		127		18		30	52
2016 в% к 2006г.		76		181		67		80	88

При этом по статистическим данным площадь пашни формально не изменяется. Порядка 200 тысяч гектаров пахотных угодий не используется в сельскохозяйственном обороте. Это свидетельствует о наличии значительных земельных ресурсов, которые могут быть использованы для расширения сельскохозяйственного производства.

По уровню развития сельскохозяйственных предприятий наблюдаются резкие различия. Наиболее удаленные от областного центра предприятия северо-восточных и, частично, восточных районов отличаются низкой эффективностью. Более эффективны предприятия в пригородной зоне и некоторых прилегающих к этой зоне административных районах. Однако и в развитии этих предприятий также возникают специфические сложности, обусловленные местоположением.

Наиболее значительные потери земель сельскохозяйственного назначения приходятся на северо-восточные районы области, где в некоторых, практически нет товарного производства сельскохозяйственной продукции. Однако, не используемые или пассивно используемые сельскохозяйственные угодья имеются и в других природно-экономических районах области, включая пригородную зону.

Высокий уровень достигнутых показателей в регионе по продуктивности молочного скота, урожайности некоторых сельскохозяйственных культур, в соответствии с законом убывающей отдачи ресурсов не позволяет прогнозировать высокие темпы прироста объемов производства сельскохозяйственной продукции в среднесрочной перспективе. Это усложняет достижение целей, намеченных в Доктрине продовольственной безопасности.

Необходимо увеличение объемов производства сельскохозяйственной продукции не только за счет интенсивного развития отдельных хозяйств, но и разумного использования экстенсивных факторов, в частности, расширения посевных площадей, увеличения поголовья животных. Резервы интенсификации производства на базе относительно небольшой группы экономически устойчивых сельскохозяйственных предприятий практически исчерпаны.

Для увеличения производства сельскохозяйственной продукции необходимо расширить круг эффективных сельскохозяйственных производителей, в том числе за счет возвращения в сельскохозяйственный оборот пассивно используемых земель сельскохозяйственного назначения. Для этого необходимо решить комплекс экономических и организационных проблем. Дальнейшее развитие агропромышленного комплекса региона сдерживается не только наличием производственных и экономических проблем, но и отсутствием эффективных механизмов устойчивого развития сельской местности.

Для кардинального решения проблемы выбывших из оборота земель необходим научно-обоснованный прогноз изменения спроса на продукцию

сельского хозяйства на среднесрочный и долгосрочный периоды. В рамках этого прогноза будет дана оценка возможного роста платежеспособного спроса населения на продовольственные товары и перспектив экспортного потенциала отрасли.

В тоже время анализ сложившейся ситуации показывает, что во многих регионах лесной зоны, выбывшие из сельскохозяйственного оборота земли, в обозримой перспективе, окажутся, в силу различных причин, не востребованы для сельскохозяйственного производства.

Очевидно, природные факторы не являются основной причиной деградации сельскохозяйственных ландшафтов. Это явление, главным образом, обусловлено социально-экономическими факторами. В тоже время анализ особенностей почвенного покрова позволит более рационально использовать земли, разрабатывать мероприятия по их улучшению и более эффективному использованию.

Для оценки степени пригодности почв при формировании севооборотов необходимо использовать их агроэкологическую классификацию. Как известно, наиболее ценными в хозяйственном отношении являются земли первой категории [2].

Ко второй категории относятся земли, имеющие определенные ограничения для эффективного использования потенциала агротехнологий.

Круг этих ограничений весьма широкий: это могут быть недостаточно высокие показатели содержания в почвах органического вещества, элементов минерального питания, повышенная кислотность, наличие в обрабатываемом контуре небольших закустаренных участков и т.д.

В тоже время четких количественных параметров для оценки вредности этих негативных факторов не разработано, что не позволяет объективно оценить вероятный эффект от применяемых агротехнологий, не позволяет точно произвести расчеты объемов почвоулучшающих мероприятий, целесообразность их применения.

Очевидно, с точки зрения хозяйственной целесообразности, затраты на нейтрализацию негативных факторов должны покрываться за счет роста урожайности, либо снижения затрат на технологию. При этом срок окупаемости должен быть кратким, не более 1-2 лет, по сути периода формирования и реализации урожая. Объем работ по улучшению почвы или устранению других негативных факторов можно определить на основе существующих нормативных материалов и расчета затрат на проведение необходимых работ [5].

Целесообразно предварительно провести ориентировочную оценку объемов возможных культуртехнических или мелиоративных мероприятий. Очевидно, если площади неиспользуемых участков не превышают 10 % площади севооборотного поля, то можно ограничиться локализацией этих участков, не прибегая к специальным почвоулучшающим мероприятиям. В том случае, когда не распахиваемые площади достигают 30 % об-

рабатываемого участка, следует провести специальное обследование этих земель с последующей разработкой программы почвоулучшения. При размерах «выключек» из пашни более 30 % ее площади необходимо разрабатывать проекты их мелиорации и определить источники капитальных вложений [4].

Одна из задач оптимизации ландшафтов состоит в исключении из активного сельскохозяйственного использования низкокачественных убыточных для земледелия земельных участков. Одновременно возможна, переориентация их на более эффективное в экономическом, экологическом и социальном отношении использование по другим направлениям.

Создание древесных насаждений, ориентированное на выращивание хозяйственно ценных пород, востребованных рынком, является наиболее целесообразным путём использования таких земель.

Например, создание и выращивание древесных плантаций на постагrogenных почвах не требует значительных дополнительных затрат и обеспечивает многократное повышение экономической эффективности воспроизводства лесных ресурсов [3].

В результате дефицитные ресурсы, которые неэффективно расходовались и могли расходоваться на низкокачественных землях, могут быть перемещены на лучшие земли для технологической нормализации возделывания сельскохозяйственных культур и повышение, благодаря этому, эффективности производства. В эту часть работы входит также улучшение технологических характеристик обрабатываемых участков путем устранения изломанности границ, улучшения конфигурации [3].

По характеру землепользования условно можно выделить традиционные сельскохозяйственные ландшафты с включением пашни, долголетних кормовых угодий и земель, не входящих в состав сельскохозяйственных угодий. Такой вид ландшафтов устойчив и позволяет относительно полно использовать продукционный потенциал территории без капитальных затрат на мелиорацию. В тоже время, для повышения продуктивности земель необходима мелиорация.

Второй вид, это высокопродуктивные земли с высокой степенью мелиоративного обустройства. Характер землепользования определяется специализацией и коммерческими целями сельскохозяйственных производителей. Состав отраслей ограничивается климатическим потенциалом зоны.

Третий вид, это территории с нарушенным или деградирующим сельскохозяйственным производством. В силу зональных особенностей эти ландшафты трансформируют из сельскохозяйственных в лесные. В этом случае необходимы крупные финансовые вложения для восстановления сельскохозяйственной деятельности, либо меры по повышению продуктивности формирующихся лесных угодий.

Литература

1. Агропромышленный и рыбохозяйственный комплекс Ленинградской области. Информационно-статистический бюллетень. –С-Пб.,-2014.-76с.
2. Агроэкологическая оценка земель, проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство. //Под ред. акад. РАСХН В.И.Кирюшина и А.Л.Иванова. -М., 2005.- 783с.
3. Данилов Д.А. и др. Практические рекомендации по созданию древесных насаждений на землях, вышедших из активного сельскохозяйственного оборота: Временное руководство. –СПб., -2014. –20с.
- 4.Ильвес А.Л., Драгунов О.А., Смолина Л.П. Усовершенствовать подходы к оптимизации структуры землепользования на основе принципов АЛСЗ// Методические рекомендации, СПб-Белогорка. –2016.- 22с.
5. Ильвес Н.В., Ильвес А.Л. Особенности развития сельского хозяйства и перспективы импортозамещения в регионе// Инновационные технологии в адаптивно-ландшафтном земледелии. Коллективная монография.- г.Суздаль. ФГБНУ «Владимирский НИИСХ».-Иваново: ПресСто, 2015.-С.203-206.
6. Чуйков А. Кто ставит крест на российском селе// Аргументы недели, № 27(569) от 13 июля 2017г.-С.3.

УДК 631.

ВЛИЯНИЕ ЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ В ПОСЕВАХ ПОКРОВНОГО ОВСА

Рублюк М.В., к.с.-х. н., **Иванов Д.А.**, д.с.-х. н., член-корреспондент РАН
ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия

Введение. Организмы, населяющие почву создают ее как природное тело, обеспечивая воспроизводство плодородия и экологических функций.

С экологической точки зрения – почвенная биота – составная часть наземных экосистем и к ней применимы экологические подходы оценки состояния биологической составляющей, среди которых ведущее место занимает характеристика таксономического и функционального разнообразия микроорганизмов. Чем больше разнообразие, тем выше устойчивость системы. Качественный состав микроорганизмов дает возможность оценить фитосанитарное состояние почвы и выявить причины почвоутомления. Биологические показатели крайне переменчивы и существенно изменяются с изменением состояния окружающей среды [1,4].

Методика. Изучение биологических свойств почвы проводилось на опытном участке ВНИИМЗ, заложенном в 1996 году. В пределах стационара развернут зерно-травяной севооборот со следующим чередованием культур: 1) Овес + травосмесь; 2-4) Травосмесь 1-3 г пользования; 5) Яровая пшеница; 6) Рапс (на сидерат); 7). Озимая рожь.

Вариантами опыта являются микроландшафты, которые охватывают вершину холма, склоны (южный и северный) и межхолмную депрессию (понижение склонов). 1. Т.-Аю транзитно-аккумулятивный южного скло-

на; 2 .Тю – транзитный южного склона; 3.Э-Тю – элювиально-транзитный южного склона; 4 .Э-А – вершина холма; 5. Э-Тс элювиально-транзитный северного склона; 6. Тс Транзитный северного склона; 7. Т-Ас – транзитно-аккумулятивный северного склона.

Почва дерново-сильноподзолистая остаточно-карбонатная глееватая. Гранулометрический состав вариантов южного склона и вершины – супесчаный, северного склона - легкосуглинистый.

Почвообразующие породы имеют двучленный характер. На южном склоне средняя глубина морены превышает 1 м, а на северном она залегает на глубину 0,5-0,6 м, местами выходит на поверхность,

Опытный участок осушен закрытым дренажем, глубина залегания дрен – 1 м, междреннее расстояние в элювиальных вариантах составляет 40 м, в транзитных – 20 м, в транзитно-аккумулятивных – 20 м,

Микробиологические исследования почвы проводили по методике Звягинцева Д.Г.[2]. Определяли интенсивность разложения целлюлозы, Стерильную льняную ткань 10x20 см закладывали в вертикальный разрез почвы и плотно прижимают к стенке и засыпают разрез почвой, Повторность 3-кратная, Через месяц полотна извлекают, очищают от почвы и продуктов полураспада, подсушивают и взвешивают, По убыли массы судят об интенсивности процесса разложения клетчатки,

Полученные данные по обрабатывали методом трехфакторного дисперсионного анализа, где фактор А – экспозиция склона (север и юг); фактор В – микроландшафты (транзитный, транзитно-аккумулятивный, элювиально-аккумулятивный и элювиально-транзитный); фактор С – почвы (глеевые и глееватые). Определение степени влияния ландшафтных факторов на водно-физические и биологические свойства почвы осуществлялось на основе метода Н.А. Плохинского путем деления частной факториальной суммы квадратов на общую [3].

Результаты исследований. Большой интерес представляет изучение процесса разложения клетчатки – медленно разлагающегося растительного вещества. Микробиологическая активность почвы зависит как от почвенно-ландшафтных факторов, так и от возделываемой культуры. Из таблицы 1 видно, что под овсом с подсевом травосмеси в 2016 году наибольший процент разложения льняного полотна наблюдался в транзитном АМЛ южного склона. Увеличение биологической активности почвы составило 16,6 %. В нижней части склона северной экспозиции (в Т-Ас) биологическая активность почвы снижалась на 47,9 %. Биологическая активность почвы зависела от экспозиции склона: на склоне южной экспозиции интенсивность прохождения микробиологических процессов возрастала на 14,7 %. Нахождение микробиологических процессов оказывает влияние и гидроморфизм почвы. На глееватых почвах биоактивность почвы возрастала на 4,4 %.

В 2017 году биоактивность почвы под овсом находилась в пределах 65,5 – 97,9 %. Отмечено ее повышение на вариантах южного склона на 17,9 %. Отмечено также увеличение биологической активности почвы на глееватых почвах – на 3 %.

Таблица 1 – Изменение биологической активности почвы в зависимости от различных АМЛ, %

АМЛ	Годы		Среднее
	2016	2017	
1.Т-Аю	83,7	93,7	88,7
2.Тю	94,7	83,5	89,1
3.Э-Тю	78,1	97,9	88,0
4.Э-А	88,1	78,5	83,3
5.Э-Тс	90,4	68,4	79,4
6.Тс	81,6	87,1	84,7
7.Т-Ас	30,2	65,5	47,9
Среднее	78,1	82,2	80,5
НСР₀₅	19,44	23,9	
НСР_А	6,87	8,4	
НСР_В	9,72	-	
НСР_С	6,87	8,1	

В среднем за 2016-2017 гг. наблюдалось увеличение биологической активности почвы в элювиальных вариантах южного склона (на 3,2-9,0 %) и снижение в Т-Ас – на 32,21%. На вершине (в Э-А) биологическая активность почвы повышалась незначительно. Интенсивность разложения целлюлозы (по шкале Звягинцева) сильная (больше 50 %) на всех изучаемых АМЛ, кроме Т-Ас где интенсивность разложения льняного полотна слабая.

Таким образом, биологическая активность почвы под покровным овсом в среднем за 2016-2017 гг. возрастала на вариантах южного склона и снижалась в Т-Ас. На интенсивность прохождения микробиологических процессов в почве оказали влияние микроландшафтное устройство территории, экспозиция склона и гидроморфизм почвы. Лучшими вариантами являются транзитные АМЛ южного склона, где получен максимальный процент разложения льняного полотна (88,7-89,1 %). В транзитно-аккумулятивном АМЛ склона северной экспозиции интенсивность разложения льняного полотна была наименьшей. Снижение биоактивности по сравнению с его аналогом на южном склоне составило 40,8 %. На протекание микробиологических процессов оказывает влияние и экспозиция склона. На склоне южной экспозиции биологическая активность почвы возрастала на 18 %. Влияние степени гидроморфизма почвы на биологическую активность было незначительным, однако отмечена тенденция ее повышения на глееватых почвах.

Литература.

1. Иващенко К.В., Ананьева Н.Д., Васенев В.И., Кудеяров В.Н. Биомасса и дыхательная активность почвенных микроорганизмов в антропогенно-измененных экосистемах (Московская обл.) // Почвоведение .-№ 9.- 2014.
2. Методы почвенной микробиологии и биохимии. Под редакцией профессора Д.Г. Звягинцева// из-во Московского университета, 1991 . – 290 с.
3. Плохинский Н.А. Биометрия.-М.:МГУ. – 1970. -367с.
4. Степанова Л.П., Яковлева Е.В., Писарева А.В. Экологическая оценка характера антропогенного воздействия на изменение структуры микробиологического комплекса техногенно-трансформированных земель// Плодородие, № 3, 2016. С. 37-40.

УДК 631.

ИЗМЕНЕНИЕ РАВНОВЕСНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ КМН И ЛАНДШАФТНЫХ ФАКТОРОВ

Рублюк М.В., к.с.-х.н., **Иванов Д.А.**, д.с.-х.н., член-корреспондент РАН,
Базандина Т.Н.
ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия

Введение. Важнейшими показателями плодородия почв являются физические свойства, которые в значительной мере определяют водно-воздушные условия почв. Длительное сельскохозяйственное использование земель в пашне неизбежно приводит к изменениям их физических свойств, преимущественно деградиационного характера [4]. Создание и поддержание оптимального агрофизического состояния почвы – важная задача в практике земледелия, особенно при неоднородном почвенном покрове, когда пространственное варьирование физических свойств проявляется даже в масштабе одного поля. Это может быть связано с рельефом территории на макро-, мезо- и микроуровнях, проявлением процессов эрозии, агротехническими мероприятиями, неоднородностью материнской породы и историческими особенностями формирования почвенного покрова территории [1].

Сложение почвы характеризуется плотностью и пористостью. Плотность почвы или объемная масса, в значительной мере определяет ее водный и воздушный режимы, биологическую активность, непосредственно влияет на развитие корневых систем растений. Она зависит от минералогического, гранулометрического состава почвы, содержания органического вещества, но особенно от структурного состояния. Плотность пахотного слоя почвы преимущественно находится в пределах $1,1-1,4 \text{ г/см}^3$, однако отклонения от этих значений могут быть весьма значительными, что сильно сказывается на условиях жизни растений и почвенных организмов[3].

Методика. Для изучения влияния компоста многоцелевого назначения (КМН) на свойства дерново-подзолистой почвы и продуктивность воз-

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

Вариантами опыта являются микроландшафты, которые охватывают вершину холма, склоны (южный и северный) и межхолмную депрессию (понижение склонов). 1. Т.-Аю – транзитно-аккумулятивный южного склона; 2. Тю – транзитный южного склона; 3. Э-Тю – элювиально-транзитный южного склона; 4. Э-А – вершина холма; 5. Э-Тс – элювиально-транзитный северного склона; 6. Тс – транзитный северного склона; 7. Т-Ас – транзитно-аккумулятивный северного склона.

Почва дерново-сильноподзолистая остаточно-карбонатная глееватая. Гранулометрический состав вариантов южного склона и вершины – супесчаный, северного склона – легкосуглинистый.

Почвообразующие породы имеют двучленный характер. На южном склоне средняя глубина морены превышает 1 м., а на северном она залегает на глубину 0,5-0,6 м, местами выходит на поверхность,

Опытный участок осушен закрытым дренажем, глубина залегания дрен – 1 м, междреннее расстояние в элювиальных вариантах составляет 40 м, в транзитных – 20 м, в транзитно-аккумулятивных – 20 м.

Полученные данные обрабатывали методом трехфакторного дисперсионного анализа, где фактор А – экспозиция склона (север и юг); фактор В – микроландшафты (транзитный, транзитно-аккумулятивный, элювиально-аккумулятивный и элювиально-транзитный); фактор С – почвы (глеевые и глееватые). Определение степени влияния ландшафтных факторов на водно-физические свойства почвы осуществлялось на основе метода Н.А. Плохинского путем деления частной факториальной суммы квадратов на общую [2].

Результаты исследований. Наши исследования показали, что плотность сложения почвы при использовании КМН изменяется в зависимости от возделываемой культуры и исследуемых микроландшафтов. При возделывании овса с подсевом травосмеси (четвертый год последствия КМН) выявлено, что плотность почвы в среднем по агроландшафту практически не различалась по сравнению с контролем и составила $1,20 \text{ г/см}^3$ (Табл. 1).

Однако установлено снижение плотности почвы в разрезе вариантов. Наибольшее снижение плотности почвы наблюдалось в транзитном варианте южного склона – на $0,11 \text{ г/см}^3$. Транзитные варианты склона северной экспозиции имели снижение плотности почвы $0,05$ и $0,07 \text{ г/см}^3$. Исключение составляет транзитно-аккумулятивный АМЛ южного склона, где плотность почвы в эксперименте с применением КМН увеличилась до $1,33$

г/см³. Что объясняется низким содержанием органического вещества (1,72%) и низкой пористостью (49,6 %).

Плотность почвы под посевами травосмеси 1 г пользования (в 2017 году) в среднем по агроландшафту возрастала на 0,04 г/см³, по сравнению с контролем. Однако отмечено повышение плотности сложения почвы на южном склоне и ее снижение на вершине и вариантах северного склона. Наибольшее снижение плотности почвы отмечено на вершине холма – на 0,05 г/см³. Повышение плотности почвы на вариантах южного склона составило 0,03-0,15 г/см³. Вместе с тем отмечена тенденция повышения плотности почвы от вершины вниз по южному склону.

Таблица 1 – Влияние последействия внесения КМН на плотность сложения пахотного слоя почвы под сельскохозяйственными культурами в пределах АМЛ, г/см³

АМЛ	Культура			
	Овес + травы		Травосмесь 1 г пользования	
	с КМН	без КМН	с КМН	без КМН
	2016 г.		2017 г.	
1.Т-Аю	1,33	1,18	1,36	1,21
2.Тю	1,16	1,27	1,25	1,20
3.Э-Тю	1,20	1,17	1,21	1,17
4.Э-А	1,15	1,18	1,21	1,16
5.Э-Тс	1,18	1,20	1,16	1,19
6.Тс	1,19	1,24	1,28	1,28
7.Т-Ас	1,16	1,23	1,24	1,27
Среднее	1,20	1,21	1,25	1,21
НСР _{0,5}	0,085	0,065	0,117	0,097
НСР ^А	0,030	0,023	0,041	0,034
НСР _В	0,042	0,033	0,058	0,048

В среднем за 2016-2017 гг. плотность почвы под возделываемыми культурами находилась в пределах 1,17 – 1,34 г/см³. Наиболее рыхлой была почва элювиально-транзитного АМЛ северного склона. В нижней части склона южной экспозиции почва была наиболее уплотненной. Корреляционный анализ показал зависимость плотности почвы от биологической активности ($r = 0,53$) и обратную от пористости и содержания органического вещества ($r = - 0,61$ и $- 0,71$ соответственно).

Таким образом, проведенные исследования показали, что на четвертый и пятый годы после внесения компоста многоцелевого назначения влияние его на плотность пахотного слоя почвы не выявлено. Плотность сложения пахотного слоя почвы зависела от почвенно-ландшафтных условий: рельефа, экспозиции склона, микроландшафтного устройства территории, гранулометрического состава, биологических свойств почвы и др.

Литература

1. Гончаров В.М., Зинченко С.И. Некоторые закономерности пространственной агрофизической организации почвенного покрова Владимирского ополья //Земледелие, № 5, 2017. С. 3-6.
2. Плохинский Н.А. Биометрия. -М.: МГУ. – 1970. -367с.
3. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. - Москва «Колос», 1996. -367 с.
4. Сиухина М.С., Быкова С.Л. Изменение физических свойств чернозема выщелоченного за 33 года сельскохозяйственного использования. //Плодородие, № 3, 2017. -С. 20-22.

УДК 631. 611.

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И АДАПТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАЛЕЖНЫХ ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Карасева О.В., к.с.-х.н.

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

Проблема изучения залежей является комплексной, что определяет необходимость мониторинга залежных земель, особенно в современных реальных условиях с.-х. производства (Иванов Д.А., Ковалев Н.Г., 2008). Только учитывая агроэкологические и экономические аспекты этой проблемы, можно говорить о целесообразности повторного использования постагроденных почв в различных направлениях. Для разработки агротехники восстановления пашни из-под залежи и ее дальнейшего рационального использования, требуется детальная оценка плодородия почв, формирующихся в конкретных условиях рельефа (Кирюшин В.И. 2002).

Естественная эволюция почв, перешедших в залежное состояние после выведения из режима пашни, определяется сукцессионной сменой растительности в зависимости от экспозиции склона, местоположения в рельефе и связана только с природными факторами почвообразования.

Наши исследования проводились на агроэкологическом стационаре ВНИИМЗ, расположенном в пределах конечно-моренного холма с относительной высотой 15 м. Холм состоит из межхолмных депрессий (северной и южной), южного склона крутизной 3-5°, плоской вершины и северного склона крутизной 2-3°. Почвенный покров представлен дерново-подзолистыми глееватыми и глеевыми почвами, развивающимися на двучленных отложениях различной мощности. Южный склон характеризуется преобладанием супесчаных почв, на северном – господствуют легкосуглинистые разности, что является генетической особенностью конечно-моренного холма. Почвы агроэкологического стационара осушены регулярным гончарным дренажем с междренными расстояниями от 20 до 40 м.

Стационар характеризуется слабой пересеченностью рельефа. За варианты опыта взяты микроландшафты (АМЛ) северного и южного склонов и вершина. Делянка опыта имеет вид непрерывной полосы, пересекающей

все ландшафтные позиции холма и расположенной перпендикулярно дренажу. Ширина одной делянки 7,2 м, длина 1400 м. Площадь под культурой около 1га.

Метеорологические условия за опытный период были весьма различными. По степени увлажнения характеристика вегетационного периода изменялась от острозасушливого (2010 и 2014 гг.) до избыточно влажного (2008 и 2012 гг.). В основном условия для трав складывались благоприятно.

На трансекте в 1996 году выселили смесь из 5 компонентов, состоящую из следующих видов и сортов многолетних трав: 1. Люцерна синегибридная «Вега», 2. Клевер луговой «ВИК-7», 3. Тимофеевка луговая «Вик-9», 4. Овсяница луговая «ВИК-5», 5. Райграс пастбищный «ВИК-6».

С 1997 года посеы пятикомпонентной травосмеси использовались для сенокосения без применения удобрений, обработки почвы и посева/посадки культурных растений. За последние 4 года эдафические условия позволили в агрофитоценозе пятикомпонентной травосмеси сформировать урожайность в среднем 24,6 ц/га массы сена (таб.1).

Таблица 1. Влияние агромикрорландшафтных (АМЛ) условий на урожайность пятикомпонентной смеси многолетних трав, ц/га (сено)

АМЛ	Годы исследований				Среднее за 2007-2010 г.	2014 год
	2007	2008	2009	2010		
Т-Аю	17,9	18,7	52,1	22,3	27,7	16,7
Тю	26,2	18,8	47,9	29,2	30,6	22,5
Э-Тю	29,8	11,9	30,6	14,1	21,7	14,0
Э-А	23,5	7,1	29,4	21,2	20,2	19,0
Э-Тс	20,0	5,6	26,2	17,5	17,3	12,9
Тс	10,3	16,0	35,4	47,5	27,1	21,8
Т-Ас	12,5	12,2	38,7	47,1	27,5	19,6
Среднее	20,0	12,9	37,3	28,3	24,6	18,1

Продуктивность пашни на плантации за 17 лет использования в посевах пятикомпонентной смеси продуктивность в среднем снизилась на 0,65 т/га. Предлагается многолетние травостой с люцерной синегибридной использовать в выводных полях до 10 лет и более.

Отмечается устойчивая тенденция к снижению урожайности пятикомпонентной травосмеси, особенно заметно происходит снижение продуктивности на вариантах с элювиальными процессами. Экспозиционный фактор, связанный с перераспределением энергии, а также соотношением тепла и влаги, и преимущества в продуктивности к 17 году пользования на позициях северного склона были утрачены.

На заброшенной территории на первом этапе формируется неустойчивое растительное сообщество, где резкая смена доминирующего видового состава происходит путем захвата необрабатываемой территории сор-

ной растительностью. В сене смеси многолетних трав доля злакового компонента составила более половины, пятую часть сена составляют внедрившиеся в посевы «агрессивные», конкурентно способные сорняки. Изреженные, единичные растения люцерны (27,4 %), не обеспечивают должного качества и количества полученного сена. Растительность нашей залежи представлена: из злаковых в основном тимофеевкой луговой, мятликом луговым, ежой сборной, из бобовых встречаются люцерна гибридная, редко клевер луговой, из сорняков – пырей ползучий, одуванчик обыкновенный, бодяк полевой и множество других.

Таблица 2. Влияние агромикрорландшафтных условий на соотношение компонентов в сене травосмеси, (%)

АМЛ	Среднее за 2007-2010 г.г.			За 2014 год		
	Бобовый компонент	Злаковый компонент	Разнотравье	Бобовый компонент	Злаковый компонент	Разнотравье
Т-Аю	55,2	38,6	6,2	66,05	13,0	25,7
Тю	56,7	30,6	12,7	22,8	60,3	16,2
Э-Тю	22,7	62,7	14,6	15,6	63,7	21,6
Э-А	24,2	65,3	10,5	29,3	44,3	23,9
Э-Тс	27,8	64,9	7,3	15,4	66,3	19,6
Тс	42,4	51,5	6,1	40,3	43,2	15,4
Т-Ас	42,4	51,7	5,9	29,4	69,4	1,2
Среднее	38,8	52,2	9,0	31,3	51,5	17,7

Снижение доли бобового компонента в сене травосмеси в вариантах с элювиальными процессами (в верхних частях рельефа) в первую очередь связано с максимальным подкислением почв (таблица 3). На северном склоне снижение содержания калия в почве связано с выносом его урожаем культуры. Содержание доступного калия в почвах опытных участков крайне динамично. Независимо от ландшафтного элемента содержание доступного калия неизменно снижается. На вершине конечно-моренного холма содержание доступного калия снизилось на 1,4 раза, а на южном склоне – на 1,7 раза, на северном склоне – в 2,5 раза. Значительные потери фосфора в транзитных и транзитно-аккумулятивных вариантах обусловлены эрозионными процессами.

Таблица 3. Изменение агрохимических показателей почв мелиорированных агроландшафтов, выведенных из активного сельскохозяйственного оборота

Показатель	Год	Агромикрорландшафты						
		Т-Аю	Тю	Э-Тю	Э-А	Э-Тс	Тс	Т-Ас
РН(kcl)	1998	5.89	5.81	5.74	5.22	5.54	6.13	6.37
	2012	5,47	6,04	5,32	5,16	4,83	5,43	5,49
Нг мг-экв/100 г	1998	2.08	2.13	2.55	2.37	2.33	1.74	1.49
	2012	1,77	1,57	2,37	2,49	3,20	2,49	2,48
P ₂ O ₅ мг/100 г	1998	60.5	62.4	61.0	37.5	28.9	55.3	35.1
	2012	33,0	47,6	25,8	27,3	12,2	21,5	19,5
K ₂ O мг/100 г	1998	18.6	15.4	24.4	19.7	16.3	14.2	8.4
	2012	9,3	10,1	8,8	9,2	6,9	6,4	6,8

На выведенных из активного сельскохозяйственного использования пахотных землях происходят существенные изменения их основных свойств. Положительным моментом при этом следует считать лишь то, что уровень плодородия рассматриваемых земель не всегда страдает. Поэтому, при применении комплекса необходимых мелиоративных мероприятий на них, можно получать достаточно высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

Для формирования долговременного устойчивого растительного сообщества с постепенной сменой культурных видов аборигенными естественными видами данной местности, необходимо проводить хотя бы элементарные культуртехнические мероприятия.

Возделывание многолетних трав – наиболее эффективный способ сохранения и повышения плодородия. Однако с учетом большого разнообразия компонентов агроландшафта (склоны различной экспозиции, состав почв, их кислотность, микроклимат и т.д.), требующих восстановления, необходимо использование различных видов многолетних трав или создание сложных агрофитоценозов. Консервация или восстановление деградированных посевов (залежей) предполагает возможность использования получаемой продукции на кормовые цели или сидерацию. Ежегодное пополнение органического вещества почв на сенокосах происходит в виде опада фитомассы, потерь при заготовке кормов и отмирающих корневых остатков.

По продуктивности травяной фитомассы изученные залежи не отличаются от естественных биоценозов. Они обладают достаточной продуктивностью для использования их в качестве сенокосов и пастбищ. Показатели урожайности фитомассы в залежных фитоценозах создаются за счет сорной растительности и характеризуют потенциальное плодородие. Показатели ботанического состава в дополнение к урожайности фитомассы дают более полную экологическую характеристику угодий.

При повторном вовлечении в сельскохозяйственное использование, применяя современные агротехнические приемы обработки и удобрения, правильно размещая с.х. культуры по элементам рельефа, можно гарантировать получение высокой и выровненной в пространстве урожайности.

Литература

1. Анциферова О.А. Агроэкологическая оценка и мониторинг залежных земель Тамбовской и Калининградской областей. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота: материалы Всероссийской научной конференции / Под ред. Акад. А.Л. Иванова. -М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2008. С. 247-251.
2. Кизяев Б.М., Кирейчева Л.В. Проблемы восстановления угодий, выбывших из сельскохозяйственного использования. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота: материалы Всероссийской научной конференции /Под ред. Акад. А.Л. Иванова. -М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2008. -С. 111-115.

3. Семенов Н.А., Косолапов В.М., Кутузова А.А. Зависимость урожайности и потребления биогенных элементов сеяных трав от видового состава запаханной биомассы на бывшей пашне. Рекультивация и использование залежных земель в Нечерноземной зоне России: теория и практика; материалы Междунар. научно-практической конференции. ГНУ ВНИИМЗ Россельхозакадемии, г. Тверь, ноябрь 2012 г. – Тверь: Твер. Гос. ун-т, 2012. -С. 60 -69.
4. Сорокина О.А., А.Н. Данилов А.Н. Оценка плодородия почвы залежи на сопряженных элементах рельефа в Красноярской лесостепи. //Плодородие № 2. -2016. -С. 31-33.

РАЗДЕЛ V. Кормопроизводство и животноводство на мелиорированных землях

УДК 631.587:633.31/37

ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОЛИВИДОВЫХ ПОСЕВОВ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ – РЕЗЕРВ КОРМОПРОИЗВОДСТВА НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Дронова Т.Н., д.с.-х.н., профессор, **Бурцева Н.И.,** к.с.-х.н.,
Молоканцева Е.И., к.с.-х.н.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», г. Волгоград, Россия

Особое место в биологизации земледелия отводится поливидовым посевам многолетних трав, как наиболее устойчивой форме существования агрофитоценоза, способного при изменении условий внешней среды длительное время сохранять высокую продуктивность. Преимущество смешанных посевов перед одновидовыми заключается в более эффективном использовании ФАР на формирование урожая, сбалансированности корма по основным питательным веществам, сохранении и повышении плодородия почвы [1-6].

Во Всероссийском НИИ орошаемого земледелия проведены исследования по разработке и усовершенствованию научно обоснованной технологии возделывания поликомпонентных смесей многолетних трав с различным сроком использования, обеспечивающей получение запланированных урожаев высококачественных кормов.

Исследования проводили в ФГУП «Орошаемое» на светло-каштановых почвах с содержанием гумуса 1,54-1,72%, подвижного фосфора – 22-26 мг, обменного калия – 225-285 мг/кг. Плотность почвы в слое 0,7 м – 1,34 т/м³, НВ – 22,2%, порозность – 48,6%.

Фосфорные и калийные удобрения вносили расчетными дозами (в зависимости от срока использования травостоя и планируемого урожая) под основную обработку почвы, азотные – дробно, в фазу весеннего отрастания и после первого и второго укосов.

Предполивной порог влажностив корнеобитаемом слое почвы (0,7 м) по вариантам опыта поддерживался не ниже 60, 70 и 80% НВ. Вегетацион-

ные поливы проводили нормами 700, 550 и 450 м³/га дождевальными машинами «Мини-Кубань - ФШ» и «Pivot». Оросительные нормы в зависимости от вариантов опыта и метеоусловий в период вегетации трав изменялись от 2,6 до 5,5 тыс. м³/га.

В изучаемые краткосрочные смеси (3 года использования) были включены люцерна синегибридная, клевер луговой, райграс многоукосный, овсяница луговая, ежа сборная. В состав среднесрочных смесей (5 лет) входила люцерна синегибридная, клевер луговой, эспарцет песчаный, ежа сборная и тимофеевка луговая. Смеси длительного срока использования (7 лет) включали люцерну желтогибридную, клевер белый, козлятник восточный, кострец безостый, ежу сборную, овсяницу тростниковую, мятлик луговой.

Посев смесей летний – в первой декаде августа обычным и черезрядным способом. Пространственное размещение компонентов при обычном посеве достигалось сеялками точного высева СН-16 ПМ, при черезрядном (посев каждого компонента в отдельный рядок) – экспериментальной сеялкой СН-16ПМЭ.

Полевые опыты сопровождалась необходимыми наблюдениями, учетами и измерениями, которые выполнялись с соблюдением требований общепринятых методик.

Основным фактором, влияющим на урожайность трав в засушливых условиях Нижнего Поволжья, является их влагообеспеченность. В наших опытах водопотребление травосмесей было наиболее высоким в варианте с наибольшей урожайностью, которая обеспечивалась поддержанием предполивной влажности почвы на уровне 80% НВ. На посевах первого года пользования оно составило в среднем 4,8-5,0, второго – 5,4-5,6, третьего – 5,1-5,2 тыс. м³/га.

В варианте с поддержанием влажности почвы в течение вегетации на уровне 70% НВ расходы воды снижались по годам соответственно до 4,5-4,7, 5,1-5,2, 4,7-4,8 тыс. м³/га. Уменьшение предполивного порога влажности до 60% НВ сопровождалось получением самой низкой урожайности при водопотреблении растений 4,1, 4,6 и 4,2 тыс. м³/га.

На посевах первого и последующих лет пользования получила развитие и подтверждение тенденция увеличения продуктивности травостоев с улучшением водного и пищевого режимов почвы.

Формирование минимальной урожайности 30 т/га зеленой массы на фоне естественного плодородия почвы в посевах 4х-компонентной смеси из люцерны, клевера, ежи и овсяницы при черезрядном индивидуальном размещении семян трав обеспечивалось в наших опытах поддержанием предполивной влажности почвы не ниже 60% НВ. Такую же продуктивность обеспечивала 2х-компонентная смесь из люцерны и овсяницы, но при повышении предполивной влажности до 70% НВ.

Урожайность 50 т/га зеленой массы достигалась при поддержании предполивного порога влажности почвы не ниже 70 и 80% НВ с внесением в запас P₅₅K₇₅ поукосным применением 130 кг д.в./га азота за вегетацию.

Максимальный сбор зеленой массы на уровне 70-90 т/га получен в вариантах с проведением поливов при влажности почвы 70 и 80% НВ и внесением за вегетацию N₁₈₅₋₂₄₀ (табл. 1).

Стабильно высокой продуктивностью характеризовались смеси среднего срока использования из люцерны синей, клевера лугового, овсяницы луговой, ежи сборной и из этих же компонентов с добавлением эспарцета песчаного: 20-42 т/га зеленой массы в первый год жизни, 45-87 – во второй, 41-81 – в третий, 32-63 – в четвертый и 25-52 т/га зеленой массы – в пятый.

Таблица 1 – Сочетания водного и пищевого режимов почвы для получения запланированных урожаев краткосрочных смесей из бобовых и мятликовых трав во второй год пользования

Урожайность зеленой массы, т/га		Условия формирования урожаев			
план.	факт.	предполивная влажность почвы, % НВ	расчетная доза удобрений, кг д. в. /га	способ посева	компоненты смеси
30	28,8	60	без удобрений	черезрядный	люцерна, клевер, ежа, овсяница
	29,7	70	без удобрений	черезрядный	люцерна, овсяница
50	50,5	70	N ₁₃₀ P ₅₅ K ₇₅	обычный	люцерна, клевер, ежа, овсяница
	52,2	80	N ₁₃₀ P ₅₅ K ₇₅	обычный	люцерна, овсяница
70	68,8	70	N ₁₈₅ P ₈₀ K ₁₁₀	черезрядный	люцерна, клевер, ежа, овсяница
	75,0	80	N ₁₈₅ P ₈₀ K ₁₁₀	черезрядный	люцерна, клевер, ежа, овсяница
90	85,0	70	N ₂₄₀ P ₁₀₀ K ₁₄₀	черезрядный	люцерна, клевер, ежа, овсяница
	92,0	80	N ₂₄₀ P ₁₀₀ K ₁₄₀	обычный	люцерна, овсяница
	93,5	80	N ₂₄₀ P ₁₀₀ K ₁₄₀	обычный	люцерна, клевер, ежа, овсяница

Максимальная в опыте продуктивность долгосрочных смесей отмечена в посевах третьего-пятого годов пользования – 46-93 т/га зеленой массы (табл. 2). Самыми урожайными из них оказались смеси из 3 бобовых и 2-3 мятликовых трав (люцерна желтая, клевер белый, козлятник восточный, кострец безостый, овсяница тростниковая и мятлик луговой) при черезрядном посеве семян трав в индивидуальные рядки.

Установлено, что улучшение водного и пищевого режимов почвы способствовало повышению содержания в сухой биомассе смесей кормовых единиц с 0,52-0,53 до 0,55-0,58, переваримого протеина – с 72-80 до 83-93г, обменной энергии - с 8,8-9,0 до 9,1-9,5 МДж/кг. При этом обеспе-

ченность кормовой единицы переваримым протеином на посевах без удобрений изменялась от 138 до 147, с удобрениями – от 151 до 160 г.

Возделывание многолетних бобовых и мятликовых трав в смешанных агрофитоценозах энергетически и экономически эффективно. Даже в вариантах без внесения удобрений коэффициент энергетической эффективности составлял 1,58-1,87, улучшение условий питания повышало его до 2,3-2,86.

Рентабельность возделывания краткосрочных смесей при оптимизации условий водного и пищевого режимов почвы составила 104-136, среднесрочных - 93-108 и долгосрочных смесей – 61-93%.

Таблица 2 - Урожайность поликомпонентных смесей различных лет пользования (предполивной порог влажности почвы 70% НВ), т/га зеленой массы

Состав смеси	Фон питания	Год пользования						
		1	2	3	4	5	6	7
Краткосрочные смеси								
Люцерна синегибридная, клевер луговой, овсяница луговая, райграс многоукосный	Без удобрений	21	42	32	-	-	-	-
	N ₁₃₀ P ₅₅ K ₇₅	33	66	47	-	-	-	-
	N ₁₈₅ P ₈₀ K ₁₁₀	45	81	63	-	-	-	-
Среднесрочные смеси								
Люцерна синегибридная, клевер луговой, овсяница луговая, ежа сборная	Без удобрений	22	48	41	35	28	-	-
	N ₁₃₀ P ₅₅ K ₇₅	33	68	62	49	35	-	-
	N ₁₈₅ P ₈₀ K ₁₁₀	42	87	81	63	50	-	-
Люцерна синегибридная, клевер луговой, эспарцет песчаный, овсяница луговая, тимофеевка луговая	Без удобрений	20	45	38	32	25	-	-
	N ₁₃₀ P ₅₅ K ₇₅	32	61	56	45	30	-	-
	N ₁₈₅ P ₈₀ K ₁₁₀	41	75	70	62	52	-	-
Долгосрочные смеси								
Люцерна желтая, клевер белый, козлятник восточный, кострец безостый, овсяница тростниковая	Без удобрений	21	29	50	56	57	42	30
	N ₁₃₀ P ₅₅ K ₇₅	31	48	68	76	78	65	48
	N ₁₈₅ P ₈₀ K ₁₁₀	39	70	85	93	90	77	55
Люцерна желтая, клевер белый, козлятник восточный, кострец безостый, овсяница тростниковая, мятлик луговой	Без удобрений	22	28	46	50	56	40	30
	N ₁₃₀ P ₅₅ K ₇₅	39	49	64	68	65	60	48
	N ₁₈₅ P ₈₀ K ₁₁₀	40	64	81	85	86	75	58

Разработанные элементы технологии возделывания бобово-мятликовых смесей широко используются в лучших хозяйствах Волгоградской области: ООО СП «Донское», ЗАО «Агрофирма «Восток», ООО «Лидер». Ежегодно в этих хозяйствах на общей площади 1,0-1,5 тыс. га урожайность смесей изменяется от 40-60 т зеленой массы и от 9 до 12 т/га сена.

Таким образом, оптимизация условий возделывания многолетних бобовых и мятликовых трав в поливидовых агроценозах на орошаемых землях Нижнего Поволжья способствует получению запланированных урожаев высококачественных кормов. При рациональном сочетании водного и питательного режимов почвы, с учетом видовых и возрастных особенностей многолетних трав, используемых в смесях, возможно планирование прием-

лемых уровней урожайности травосмесей для обеспечения высокой эффективности их возделывания, получения высококачественных кормов и сохранения почвенного плодородия.

Литература

1. Васин, В.Г. Многолетние травы в чистом и смешанном посеве в системе зеленого конвейера / В.Г. Васин // Кормопроизводство. – 2009. - №9. – С. 14-16.
2. Дронова, Т.Н. Возделывание поливидовых посевов многолетних трав на орошаемых землях Нижнего Поволжья /Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева, С.Ю. Невежин // Вестник РАСХН. - 2012. - № 6. - С. 18-20.
3. Дронова, Т.Н. Бобово-мятликовые травосмеси на орошаемых землях Нижнего Поволжья/Т.Н. Дронова.- Волгоград: «Здоровье и экология», 2007. – 168 с.
4. Епифанов, В.С. Резервы травяного поля/В.С. Епифанов - Пенза, 2004.- 158 с.
5. Косолапов, В.М. Кормопроизводство – основа сельского хозяйства России / В.М. Косолапов // Кормопроизводство. - 2010. - № 8. - С. 3-5.
6. Харьков Г.Д. Многолетние травы – основной источник белковых кормов//Кормопроизводство, 2001. - № 3.

УДК 633.31./37:631.67

РАСШИРЕНИЕ АССОРТИМЕНТА МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ В БИОЛОГИЗАЦИИ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Дронова Т.Н., д.с.-х.н., профессор, **Бурцева Н.И.**, к.с.-х.н.,
Молоканцева Е.И., к.с.-х.н.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», г. Волгоград, Россия

Многолетние бобовые травы были и остаются главными хранителями почвенного плодородия, продуцентами растительного белка, экологической защитой от водной, ветровой эрозии и других негативных антропогенных нагрузок [1,2,4,6].

В Нижнем Поволжье наибольшее распространение получили традиционные культуры – люцерна и эспарцет, которые с давних пор используются как на орошаемых, так и на неорошаемых землях [3]. Но в конце 90-х годов посевы люцерны подверглись массовому заболеванию под условным названием «карликовая кустистость» и поиск альтернативных ей многолетних бобовых трав приобрел особую актуальность.

Ученые ВНИИОЗ, начиная с 1995 г. провели большую работу по агроэкологическому испытанию более 70 сортов 7 видов многолетних трав: люцерна сине-, пестро- и желтогибридная, клевер луговой и белый, донник белый и желтый, козлятник восточный, эспарцет песчаный и виколистный, лядвенец рогатый и вязель пестрый. Изучаемые бобовые травы в наших опытах по продуктивному долголетию достаточно четко разделялись на 3 группы: первая – донники, люцерна синегибридная, эспарцет, которые максимальные урожаи формировали на посевах второго-третьего годов жизни – 55-90 т/га; вторая – клевер луговой, вязель пестрый, люцерна пестрогибридная, обеспечивающие получение максимальных урожаев на

посевах третьего-четвертого годов жизни 65-82 т/га; третья – козлятник восточный, клевер белый, лядвенец рогатый, люцерна желтогибридная, формирующие высокие урожаи на посевах четвертого-шестого годов жизни – 45-73 т/га зеленой массы [3,4].

Преимущество многолетних бобовых трав перед другими кормовыми культурами, кроме их высокого адаптивного потенциала, долголетия, высокой продуктивности, состоит в повышенном содержании в кормовой массе белка [1,4,5,6]. Нами проводился полный химический анализ растений изучаемых видов трав в каждом укосе, по результатам которого прослежено достаточно четкое разделение трав по содержанию в их биомассе азота, а следовательно и протеина. В первую группу с содержанием 2,5-2,9% азота следует отнести лядвенец рогатый, клевер луговой, донник желтый и эспарцет песчаный. Во вторую группу (3,0-3,3% азота) входят клевер белый, донник белый, вязель пестрый и эспарцет виколистный. Третья группа (с содержанием 3,5-3,7% азота) включает люцерну и козлятник восточный. Количество сырого протеина в биомассе растений первой группы составляет 16,2-18,2%, второй – 18,7-20,7 и третьей – 21,9-23,2% (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание NPK и питательная ценность многолетних бобовых трав второго года жизни (в среднем по трем-четырем укосам)

Вид	Содержание NPK, % в сухой массе			Питательная ценность, %			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	про- теин	жир	клет- чатка	БЭВ
Люцерна синегибридная	3,63	0,70	2,50	22,2	2,31	21,2	38,8
Люцерна пестрогибридная	3,50	0,62	2,45	22,4	2,38	22,3	40,1
Люцерна желтогибридная	3,59	0,66	2,59	22,1	2,34	24,4	40,0
Клевер луговой	2,91	0,71	3,16	18,4	2,79	21,4	40,0
Клевер белый	3,02	0,77	3,07	18,9	3,06	19,9	42,1
Донник белый	3,11	0,80	2,70	18,4	3,99	23,6	38,6
Донник желтый	2,88	0,80	2,60	18,0	3,72	26,1	38,4
Вязель пестрый	3,24	0,68	3,30	20,3	3,30	24,5	38,2
Лядвенец рогатый	2,59	0,67	2,68	16,2	2,85	19,0	42,4
Эспарцет виколистный	3,32	0,70	3,30	20,8	3,23	23,2	33,9
Эспарцет песчаный	2,82	0,70	2,90	17,7	3,55	25,0	35,6
Козлятник восточный	3,71	0,68	2,83	23,5	2,99	26,3	36,2

По содержанию фосфора особых различий в биомассе трав не отмечено – 0,62-0,97%, содержание калия изменялось в пределах 2,45-3,30%.

По количеству сухого вещества выделилась биомасса донника белого и желтого, эспарцета песчаного – 25-27%, эспарцет виколистный, козлятник, клевер белый, люцерна желтогибридная, вязель пестрый – 23-24%, люцерна сине- и пестрогибридная, клевер луговой, лядвенец рогатый содержали 21-22% сухого вещества.

Биомасса изучаемых трав отличалась высоким содержанием кормовых единиц от 0,55-0,60 до 0,66-0,70, переваримого протеина от 90-132 до 140-171 г и от 9,48-9,51 до 9,74-10,48 МДж обменной энергии, что позволяет отнести их массу к высокобелковым и энергонасыщенным кормам.

Особое внимание в опытах было уделено средообразующей роли бобовых трав, накоплению органики на их посевах. При этом установлено, что люцерна и эспарцет максимальное количество корневой массы накапливают к концу третьего года жизни – 7,80-10,98 т/га. После четырех лет вязель пестрый и клевер луговой оставляли 8,90-12,25, а после пяти лет использования козлятника восточного, люцерны желтогибридной, клевера белого, лядвенца рогатого в полуметровом слое почвы оставалось 11,40-16,05 т/га сухих корней (табл. 2).

Таблица 2 – Динамика накопления корневой массы многолетними бобовыми травами разных лет жизни, 2000-2010 гг.

Вид, сорт	Сухих корней, т/га в слое почвы 0,50 м по годам жизни				
	первый	второй	третий	четвертый	пятый
Люцерна синегибридная Надежда	4,60	8,33	10,98	-	-
Люцерна пестрогибридная Вега 87	4,38	8,00	9,90	-	-
Люцерна желтогибридная Краснокутская	4,35	7,17	10,00	11,25	11,40
Клевер луговой ВИК 7	4,10	8,20	11,05	11,50	-
Клевер луговой Пеликан	3,40	7,25	9,90	8,80	-
Клевер белый ВИК 70	3,30	6,22	9,38	11,02	12,00
Донник белый Акбас	3,50	8,25	-	-	-
Донник желтый Альшеевский	4,10	7,95	-	-	-
Вязель пестрый Полтавский 51	3,38	5,55	7,80	8,90	-
Лядвенец рогатый Луч	4,00	7,00	9,15	10,25	11,70
Эспарцет виколистный Мустанг	4,33	7,95	7,80	-	-
Эспарцет песчаный Песчаный 1251	4,80	8,76	9,07	-	-
Козлятник восточный Магистр	4,50	9,12	12,04	14,10	16,0
Козлятник восточный Гале	3,15	7,40	10,28	12,00	13,45

С этим количеством органики после 3х-летнего возделывания люцерны в почве остается 188-216 кг азота, 69-76 кг фосфора и 97-116 кг/га калия. После 4х-летнего пребывания на поле клевера соответственно 150-194, 57-68 и 88-106; эспарцет – 151-163, 37-42 и 83-89; козлятник восточный 257-313 кг азота, 64-84 – фосфора и 134-172 кг/га калия.

В полевых многофакторных опытах по определению рациональных сочетаний режимов орошения, расчетных доз удобрений, сортовых и возрастных особенностей для получения запланированных урожаев клевера лугового установлено, что на фоне естественного плодородия почвы под-

держание предполивного порога влажности активного слоя почвы в пределах 60% НВ обеспечивает получение на посевах второго года жизни 32,0-36,0, третьего года – 20,0-23,5 т/га зеленой массы. Увеличение предполивной влажности почвы до 70% НВ повышает урожайность посевов второго года до 31,5-38,0, третьего – до 26,4-31,8 т/га. Максимально высокие урожаи клевер формирует при поддержании предполивного порога влажности до 80% НВ – 39,0-42,2 и 28,0-33,0 т/га.

Внесение расчетных доз удобрений способствовало увеличению урожайности клевера на режиме 60% НВ до 47,0-67,0 на посевах второго и до 37,0-55,0 т/га зеленой массы на посевах третьего года жизни, 70% НВ, соответственно 52,0-72,5 и 45,5-63,4, 80% НВ – 70,0-101,8 и 53,5-82,4 т/га зеленой массы.

На основании анализа химического состава растений нами определялся вынос питательных веществ, отчуждаемых с урожаем клевера разных лет жизни. Наибольшим выносом азота, фосфора и калия характеризовался сорт ВИК 84. На посевах второго года жизни при поддержании предполивного порога влажности почвы не ниже 80% НВ и внесении расчетных доз удобрений урожайность посевов сорта ВИК 84 составила 70,0-90,8 т зеленой или 17,5-25,4 т/га сухой массы, вынос азота соответственно 458-619, фосфора – 220-257, калия – 734-992 кг/га (табл. 3,4).

Проведенные расчеты показали, что положительный баланс азота отмечен во всех вариантах режима орошения. С назначением поливов при влажности почвы 60% НВ численные значения его изменялись от 46 до 100 кг/га. Улучшение условий влагообеспеченности на режиме орошения 70% НВ и внесение расчетных доз удобрений обеспечивало получение положительного баланса азота от 20 до 92 кг/га.

Оптимальное орошение клевера с поддержанием предполивной влажности 80% НВ во всех вариантах с удобрениями в значительной мере повышало урожайность и расходную часть азота из почвы. На варианте без удобрений приход азота был больше выноса его растительной массой на 50-52, а при выходе на запланированную урожайность за 3 года 140 т – 45-52 кг/га.

Внесение минерального азота расчетными дозами для получения за 3 года урожайности 47,5-60 т/га сухой массы способствовало превышению расхода над приходной частью баланса на 21-77 кг по сорту ВИК 84 (табл. 3).

Таблица 3 – Расчётный баланс азота в полуметровом слое почвы при трехлетнем возделывании клевера. Сорт ВИК 84

Предполивная влажность почвы, % НВ	Фон питания	Приход, кг/га				Расход, кг/га			
		удобрения	осадки + не-симбиотическая азот-фиксация	симбиотическая азотфиксация	весь приход	вынос уро-жаем	газообраз-ные потери + эрозия + ин-фильтрация	весь рас-ход	баланс, кг/га
60	Б. у.	0	72	234	306	242	0	242	+64
	НРК ₁	240	42	242	524	358	66	424	+100

	NPK ₂	320	42	270	632	498	88	586	+46
70	Б. у.	0	72	261	333	276	0	276	+57
	NPK ₁	240	42	274	556	398	66	464	+92
	NPK ₂	320	42	301	663	555	88	643	+20
80	Б. у.	0	72	280	352	300	0	300	+52
	NPK ₁	240	42	304	576	458	66	524	+52
	NPK ₂	320	42	324	686	619	88	707	-21

Без применения удобрений в условиях интенсивного орошения (80% НВ) в сумме за три года использования травостоя клевера складывался отрицательный баланс P₂O₅. Дефицит фосфора на посевах сорта ВИК 84 достигал 144, Пеликан – 135 кг/га. Внесение фосфорных удобрений (160-270 кг/га в расчете на три года использования травостоя) способствовало снижению дефицита фосфора по более интенсивному сорту ВИК 84 – до 60-91 кг/га (табл. 4).

Таблица 4 - Баланс фосфора и калия в полуметровом слое почвы при 3х-летнем возделывании клевера, сорт ВИК 84

Предпо- ливаемая влаж- ность почвы, % НВ	Фон пита- ния	Внесе- ние P ₂ O ₅ с удобре- нием, кг/га	Фосфор			Внесе- ние K ₂ O с удобре- нием, кг/га	Калий		
			кг/га		интен- сив- ность баланса, %		кг/га		интен- сив- ность баланса, %
			вынос уро- жаем	ба- ланс			вынос уро- жаем	ба- ланс	
60	Б. у.	0	116	-116		0	388	-388	
	NPK ₁	160	172	-12	93	180	574	-394	31
	NPK ₂	215	239	-24	90	240	798	-558	30
70	Б. у.	0	132	-132		0	442	-442	
	NPK ₁	160	191	-31	84	180	638	-458	28
	NPK ₂	215	266	-51	81	240	888	-648	27
80	Б. у.	0	144	-144		0	482	-482	
	NPK ₁	160	220	-60	73	180	734	-554	24
	NPK ₂	215	297	-82	73	240	992	-752	24

В условиях жесткого режима орошения (60% НВ) получены минимальные урожаи, и вынос фосфора колебался от 108 до 239 кг, что на 25-30% ниже, чем на режиме 80% НВ. Таким образом, повышенный режим орошения должен сопровождаться увеличением доз фосфорного удобрения с целью ликвидации истощения почвенных запасов фосфорной кислоты. Определение интенсивности баланса фосфора (степени возмещения выноса с урожаем внесением с удобрением) показало, что в сумме за три года она составила на вариантах с внесением P₁₆₀ – 73-102, P₂₁₅ – 73-95%, то есть с увеличением доз фосфорных удобрений интенсивность баланса фосфора увеличивалась.

Баланс калия на всех вариантах был отрицательным, достигая максимального значения на посевах с самой высокой фактической урожайностью: при поддержании предполивного порога не ниже 80% НВ и внесе-

нии 180-240 кг/га калийных удобрений – 734-992 на посевах ВИК 84 и 712-934 кг/га на посевах сорта Пеликан. С понижением предполивной влажности почвы до 70% НВ дефицит снижался на 20-25, до 60% НВ – на 30-35%.

Интенсивность баланса калия при режиме орошения – 60% НВ составила 30-34, 70% НВ – 28-30, 80% НВ – 24-25%.

Многолетние бобовые травы клевер луговой, козлятник восточный, вязель пестрый, лядвенец рогатый в условиях Нижнего Поволжья не уступают традиционным культурам доннику, эспарцету по урожайности и продуктивному долголетию, формируя от 40-50 до 80-90 т/га зеленой массы. Биомасса этих культур отличается высокой протеиновой и энергетической ценностью: от 90-132 до 140-171 г переваримого протеина и от 9,5 до 10,5 МДж обменной энергии в килограмме.

Трех-четырёхлетнее возделывание многолетних бобовых культур в орошаемых севооборотах обеспечивает бездефицитный баланс азота в почве. За счет накопления азота в корневых и пожнивных остатках, симбиотической азотфиксации клубеньковыми бактериями в почву поступает на 50-200 кг/га азота больше, чем расходуется на формирование урожая.

Определение интенсивности баланса фосфора показало, что она с повышением доз фосфорных удобрений увеличивается и составляет 75-116%. Расчеты по балансу калия в наших опытах показали, что при всех сочетаниях режимов орошения и доз удобрений он отрицательный, достигая максимума на вариантах с самой высокой фактической урожайностью. Интенсивность баланса калия изменялась от 24 до 35%.

Таким образом, расширение ассортимента многолетних бобовых трав на орошаемых землях Нижнего Поволжья не только важный резерв увеличения производства объемов высококачественных кормов, но и гарант экологической устойчивости орошаемых агроландшафтов региона, сохранения и приумножения почвенного плодородия.

Литература

1. Беляк, В.Б. Биологизация сельскохозяйственного производства/В.Б. Беляк//Пенза: «Пензенская правда», 2008.- с. 121-144.
2. Вильямс, В.Р. Травопольная система земледелия на орошаемых землях.- Собрание сочинений.- т.8.- М.: Гос. изд-во с.-х. литература, 1951.- С. 192-217.
3. Дронова, Т.Н. Формирование высокопродуктивных травостоев клевера лугового на орошаемых землях/Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева, Е.И. Молоканцева, М.И. Карпов //Вестник РАСХН. - 2014. -№3.- С. 28-31.
4. Дронова, Т.Н. К вопросу о роли многолетних трав в сохранении плодородия почв/ Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева/Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2016.- №2.- С. 63-72.
5. Кулешов, Н.И. Особенности роста и развития козлятника разных лет жизни/Н.И. Кулешов//Кормопроизводство. - 2005. - №10. - С. 20-23.
6. Кшникаткина, А.Н. Продуктивность козлятника восточного в зависимости от доз минеральных удобрений /А.Н. Кшникаткина, О.А. Тимошкин// Кормопроизводство. - 2006.- №7.- С. 17-21.

**ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП СОЗДАНИЯ
ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ПАСТБИЩНЫХ ТРАВСТОЕВ
НА ОСУШАЕМЫХ ПОЧВАХ ГУМИДНОЙ ЗОНЫ**

**Иванова Н.Н., к.с.-х.н., Капсамун А.Д., д.с.-х.н., Павлючик Е.Н., к.с.-х.н.,
Юлдашев К.С., к.б.н., Амбросимова Н.Н.**
ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия

Сельскохозяйственное производство – особая сфера деятельности человечества – представляет собой сложную многокомпонентную систему. Кормопроизводство – это не только элемент сельского хозяйства, но и связующее звено в системе земледелия между растениеводством и животноводством. От степени интенсификации кормопроизводства зависит не только количество и качество продукции животноводства, но и качественное состояние почвенных ресурсов. [1].

В условиях осушаемых земель гумидной зоны наиболее продуктивными кормовыми культурами являются многолетние травы. Животноводству они дают корма, растениеводству – эффективные севообороты, земледелию – повышение плодородия почвы [6].

Высокопродуктивные сеяные пастбища – основной источник полноценных дешевых кормов в пастбищный период. Одним из направлений развития современного кормопроизводства становится использование новых видов и сортов кормовых трав, наиболее конкурентоспособных по сравнению с традиционно возделываемыми [2, 6].

Создание высокопродуктивных бобово-злаковых агрофитоценозов возможно при правильном подборе культуры с использованием более адаптивных видов и сортов.

Цель наших исследований – изучить фитоценотическую активность многолетних трав в составе пастбищных травосмесей, созданных на основе райграса пастбищного и фестулолиума.

Исследования проводились в полевом опыте, заложенном на агроэкологическом полигоне ФГБНУ ВНИИМЗ в 2012 году. Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, осушаемая закрытым гончарным дренажем. Глубина залегания дрен 0,8-1,0 м, расстояние между дренами 20-22 метра. Окультуренность участка средняя. Повторение трёхкратное. Изучались двух-, трех- и четырехвидовые травосмеси с различными бобовыми и злаковыми травами.

Виды и сорта трав подобраны с учетом их потенциальной продуктивности и устойчивого долголетия в условиях осушаемых почв, а именно: райграсс пастбищный (*Lolium perenne*) ВИК 66, фестулолиум (*x Festulolium F. Aschers. et Graebn*) ВИК 90, люцерна изменчивая (*Medicago varia*) Находка, лядвенец рогатый (*Lotus cornilatus*) Солнышко, клевер ползучий (*Trifolium repens*) ВИК 70, овсяница красная (*Festuca rubra*) Сигма, клевер

луговой (*Trifolium pratense*) ВИК 7, тимофеевка луговая (*Phleum pratens*) ВИК 9, овсяница луговая (*Festuca pratensis*) Сахаровская.

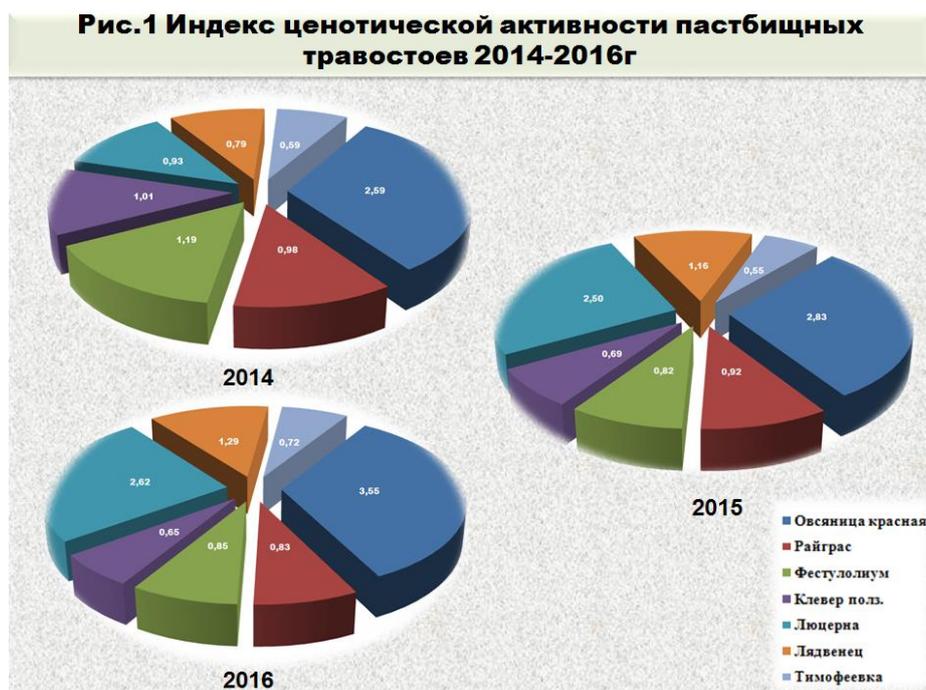
Изучение ценоотических особенностей многолетних трав является теоретической основой составления травосмесей т.к. фитоценоотическая активность растений является важным и достаточно объективным критерием их продуктивного долголетия [4, 5].

Фитоценоотическая активность выражается через её индекс, т.е. отношение доли урожая в травостое отдельного вида к участию его семян в травосмеси. Применение индекса ценоотической активности позволяет определить поведение отдельных видов трав в составе различных типов сеяных травостоев на протяжении длительного периода.

Проведенные исследования в 2012-2016 году свидетельствуют, о том, что виды, включенные в травосмесь, оказывали влияние на фитоценоотическую активность и фестулолиума и райграса пастбищного. Наибольший ценоотический индекс (1,24 у райграса и 1,34 у фестулолиума) отмечен в травостоях с лядвенцем рогатым, наименьший (0,14 и 0,19 соответственно) с овсяницей красной.

Фестулолиум в составе изучаемых травостоях (средний индекс ценоотической активности – 0,85) оказался несколько активнее с аналогичными райграсовыми травосмесями (средний индекс ценоотической активности райграса – 0,83).

Господствующее положение в изучаемых травостоях занимала люцерна изменчивая Находка. На 4-й г.п. люцерна не только увеличивает свой биопродукционный потенциал, но и повышает свою фитоценоотическую активность. У фестулолиума и райграса отмечается снижение ценоотической активности в травостое с ней (рис.1).



Высокой конкурентной способностью и устойчивостью в изучаемых травосмесях обладает овсяница красная. Овсяница красная по своей фитоценотической активности (индекс которой за 4 укоса – 3,52-3,81) значительно превосходила другие виды трав. Фестулолиум и райграс понижали свою ценотическую активность в травостое с овсяницей красной.

Исследования ценотической активности в среднем за 2014-2016годы показали, что за 3 года райграс на 15,3%, а фестулолиум на 28,6% понижали свою активность в изучаемых травостоях. Люцерна изменчивая (на 1,69) овсяница красная (на 0,96) и лядвенец рогатый (на 0,50) повысили индекс ценотической активности. Результаты исследований за 2014-2016 годы показали, что в условиях осушаемых почв люцерну изменчивую Находка, лядвенец рогатый Солнышко, овсяницу красную Сигма можно отнести к многолетним травам с конкурентным преимуществом на долготерпее устойчивое функционирование и продуцирование в многокомпонентных пастбищных агрофитоценозах на осушаемых землях гумидной зоны.

За счет современного видового и сортового разнообразия злаковых и бобовых культур, использования их адаптивного, продуктивного и средообразующего потенциала можно существенно повысить биопродуктивность травостоев, снизить затраты на мелиоративные, противоэрозионные мероприятия, азотное удобрение и известкование (табл. 1).

Таблица 1 – Биопродуктивность пастбищных травостоев в зависимости от комбинативного сочетания видов в травосмесях, т/га, 2016г.

Вариант	Продуктивность пастбищных травостоев			Прибавка зеленой массы, ±	
	зеленая масса	сухая масса	кормовые ед-цы	к традиционной травосмеси	от включения бобового компонента
1.Клевер луговой + клевер ползучий + тимофеевка + овсяница луговая (традиционная травосмесь)	16,1	3,11	2,48	-	+ 0,4
2.Райграс пастбищный + фестулолиум (контроль)	15,7	3,40	2,72	-0,4	-
3.Райграс пастбищный+клевер ползучий	16,4	3,18	2,54	+0,3	+0,7
4.Райграс пастбищный+клевер ползучий	18,0	3,65	2,92	+1,9	+2,3
5.Райграс пастбищный + клевер ползучий + люцерна	22,4	4,70	3,76	+6,3	+6,7
6.Райграс пастбищный + клевер ползучий + лядвенец рогатый	22,8	4,35	3,48	+6,7	+7,1
7.Райграс пастбищный + клевер ползучий + тимофеевка + люцерна	20,1	4,00	3,40	+4,0	+4,4
8.Райграс пастбищный(8) + клевер ползучий + овсяница красная	18,0	4,69	3,75	+1,9	+2,3
9.Фестулолиум + клевер ползучий	17,0	4,05	3,24	+0,9	+1,3
10.Фестулолиум + клевер ползучий	17,2	3,73	3,00	+1,1	+1,5
11.Фестулолиум + клевер ползучий +	24,3	4,83	3,86	+8,2	+8,6

люцерна изменчивая					
12.Фестулолиум + клевер ползучий + лядвенец рогатый	21,0	4,29	3,43	+4,9	+5,3
13.Фестулолиум + клевер ползучий + тимофеевка + люцерна	20,8	4,56	3,64	+4,7	+5,1
14.Фестулолиум + клевер ползучий + овсяница красная	17,4	4,28	3,42	+1,3	+1,7
НСР05	0,87	0,30	0,55		

Сравнительная оценка биопродуктивности изучаемых травостоев за 2013-2016 годы, созданных с использованием перспективных пастбищных трав – райграса пастбищного и фестулолиума показала, что явное преимущество по величине урожайности (25,7-29,7т/га зеленой массы) имеют смешанные трехкомпонентные бобово-злаковые травостои, созданные дополнением изучаемых травосмесей лядвенцем рогатым Солнышко и люцерной изменчивой Находка.

Таким образом, сеяные пастбищные травостои, созданные на основе более фитоценотически активных видов трав, характеризуются высокой устойчивостью к неблагоприятным условиям произрастания и обеспечивают устойчивое долголетие и наибольшую биопродуктивность.

Данный принцип создания пастбищных травостоев обеспечивает продуктивность сеяных пастбищ на уровне 5,5т/га кормовых единиц, получение пастбищных кормов с содержанием 16-18% сырого протеина в 1кг сухой массы и 10,5-10,8 МДж обменной энергии, позволяет снизить энергетические затраты на 17-20%, предусматривает воспроизводство плодородия мелиорированных почв и предотвращает их дальнейшее выбытие из сельскохозяйственного использования.

Литература

1. Зотов А.А. Райграс пастбищный в луговом кормопроизводстве / А.Г. Кобзин, Г.А. Сабитов. – Чудо, 2007. – 180 с.
2. Иванова Н.Н. Особенности формирования устойчивой продуктивности пастбищных травостоев в условиях осушаемых земель Нечерноземной зоны ЦР России, созданных на основе райграса пастбищного ВИК 66 и фестулолиума ВИК / Н.Н. Иванова, А.Д. Капсамун, Е.Н. Павлючик, Н.Н. Амбросимова, Д.А. Вагунин, И.В. Жимаева, Т.Н. Пантелеева // Кормопроизводство.– 2016.– №8. – С.16-21
3. Иванова Н.Н. Способы формирования устойчивой продуктивности пастбищных травостоев на осушаемых землях Нечерноземья /Н.Н. Иванова, Е.Н. Павлючик, Н.Н. Амбросимова, И.В. Жимаева, Т.Н. Пантелеева, Materialy XII mezinarodni vedecko – praktika konference Vedecku pokrok na prelomu tysyachalety– 2016/ – Dil 8. Biojogie. Medicina. Zemedelstvi. Praha. Pubjishing House Education and Science s.r.o. – P. 74–80
4. Многолетние бобовые травы в агроландшафтах Нечерноземья: Монография / В.А. Тюлин, [и др.].– Тверь: Тверская ГСХА, 2014. –234 с.
5. Многофункциональное кормопроизводство России /В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева //Кормопроизводство. – 2011. – №10. – С. 3-5
6. Тяпугин С.Е. 90–летний юбилей Северо-Западного научно-исследовательского института молочного и лугопастбищного хозяйства / С.Е. Тяпугин, И.В. Сереброва // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – №4. – С. 4–7.

УДК 633.375:633.2:551.58

КОНВЕЙЕРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ СОВРЕМЕННОГО ПОКОЛЕНИЯ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ

**Павлючик Е.Н., к.с.-х.н., Капсамун А.Д., д.с.-х.н., Иванова Н.Н., к.с.-х.н.,
Силина О.С., Епифанова Н.А.**

ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия

***Резюме.** На основе проведения полевого опыта (2012-2016г.) приведены данные продуктивности разнопоспевающих бобово-злаковых травостоев с использованием инновационных видов и сортов трав за четыре года пользования; указаны приёмы создания и использования травосмесей; отмечены наилучшие сроки их скашивания при конвейерном использовании на осушаемой почве Верхневолжья.*

Многолетние кормовые растения наиболее перспективны в условиях Верхневолжья. Они отличаются комплексом агробиологических признаков: долголетием, зимостойкостью, скороспелостью, кислотоустойчивостью, интенсивным ранневесенним отрастанием, надёжной и стабильной урожайностью, способностью к вегетативному размножению, высокой биологической пластичностью и большими потенциальными возможностями. [1,6,7].

Использование в зелёном и сырьевом конвейере разных видов и сроков поспевания трав является перспективным направлением развития кормопроизводства.

Адаптация и использование инновационных многолетних трав в кормопроизводстве способствует расширению видового и сортового ассортимента культур, позволяет повысить энергетическую и питательную ценность кормов, стабилизирует и повышает плодородие почв.

Созданные селекционерами новые виды и сорта кормовых растений являются универсальными для использования на полевых землях, сенокосах и пастбищах.

Благодаря биологическим особенностям кормовые травы современного поколения обладают способностью полнее использовать природные ресурсы, благодаря этому снижается зависимость урожайности от погодных условий, сглаживаются негативные климатические изменения в период вегетации трав и заготовки кормов.

Смешанные посевы высокобелковых культур со злаковыми видами трав более полно используют свет и солнечную энергию, запасы почвенной влаги и питательных веществ.

Для более раннего использования создают травосмеси из раннеспелых сортов клевера лугового, ежи; для среднераннего – среднеспелыми сортами клевера лугового с овсяницей луговой и люцерной; для позднего –

с клевером луговым позднеспелым, овсяницей луговой, тимофеевкой луговой. [5].

Введение в травосмесь раннеспелых клеверов способствует лучшему сочетанию их фаз вегетации с соответствующими фазами злаковых трав. Включение в травосмеси позднеспелых сортов клеверов позволяет удлинить сроки уборки трав и организовать кормосырьевой конвейер.

Конвейерное использование травосмесей разных сроков поспевания обеспечивает экономичное использование техники на уборке урожая и бесперебойной заготовке зеленого и сырьевого корма с ранней весны и до поздней осени. Высокие и устойчивые урожаи инновационных кормовых культур способствуют обеспечению молочных ферм хозяйств зеленым и сырьевым кормом в течение года, в меньшей степени зависимости от природно-климатических условий.

Опыты проводились на полевом полигоне отдела кормопроизводства ФГБНУ ВНИИМЗ (2012-2016г.) в Тверской области на дерново-подзолистой суглинистой почве, осушенной в 1982 году закрытым гончарным дренажем. Расстояние между дренами 18-20м, глубина заложения дрен 0,9-1,2м.

Почва опыта характеризуется кислой почвенной реакцией (4,22-4,88) с низкой и средней обеспеченностью легкогидролизуемым азотом (28-60мг/кг почвы). Содержание в пахотном слое почвы 0-20см подвижного фосфора (по Кирсанову) повышенное 218-578мг/кг почвы. По концентрации обменного калия почва опыта низко и среднеобеспеченна с содержанием калия 72-188мг/кг почвы. По степени обеспеченности почв гумусом почвы среднекультуренные.

Размещение вариантов и повторений в опыте последовательное. Повторность опыта трехкратная. Размер делянки 72м², учётная площадь делянки – 40м².

Методика исследований в опыте общепринятая. [5,6,7].

Объектами исследований являлись многолетние бобово-злаковые травосмеси различных сроков поспевания, состоящие из 2-х бобовых и одной злаковой культур. В травосмесях использовались сорта клевера лугового ВИК 7, Марс, Дымковский, Витязь и злаковые компоненты: тимофеевка луговая ВИК 9, ежа сборная Хлыновская, овсяница луговая Сахаровская. Третьим компонентом являлись: для раннеспелых смесей – люцерна изменчивая Находка, для смесей с позднеспелым сортом клевера лугового Витязь – клевер гибридный Йыгева.

При создании разнопоспевающих бобово-злаковых травосмесей для конвейерного использования проводили технологические приёмы: выбор кормовых культур разных сроков созревания; подготовка почвы к посеву; посев семян трав; подкормка сложными минеральными удобрениями; скашивание культур в годы пользования.

Применяемая агротехника, направлена на борьбу с сорняками, накопление влаги, тщательную разделку и выравнивание поверхности поля. После уборки предшествующих культур проводили зяблевую вспашку на глубину пахотного горизонта. Весеннюю обработку зяби начинали с боронования с целью закрытия и сохранения влаги. При полном созревании почвы для улучшения ее качества, предпосевную обработку почвы проводили комбинированным агрегатом, который обеспечивал рыхление почвы, подрезание сорняков, измельчение комков, выравнивание поверхности и прикатывание.

При создании травосмесей применяли рекомендуемые нормы высева семян, которые в расчёте на 100%-ю посевную годность семян в многовидовых посевах составляли: для клевера лугового, люцерны изменчивой и клевера гибридного по 8 кг/га, тимopheевки луговой – 4, овсяницы луговой и ежи сборной – 8 кг/га. Посев проводили во второй половине мая. Перед посевом семена смесей бобово-злаковых культур тщательно перемешивали. Семена заделывали на глубину 2см. После посева трав проводили прикатывание.

При сильной засорённости посевов в 1-ый год жизни травостоев подкашивали сорняки на высоком срезе (8-10см).

В годы пользования травостоями проводили укосы, высота среза при первом укосе трав составляла - 4-5см, при втором 7-8см.

Скашивание проводили в период максимального получения урожая с высоким содержанием белка в корме (фаза бутонизации – начала цветения бобовых культур).

Наблюдения и исследования проводили по общепринятым методикам [2,3,4].

Результаты исследований.

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

Исследования показали, что многолетние травы являются адаптированными кормовыми культурами в местных условиях. Из всех сравниваемых культур раньше всех в первой половине июня укосной спелости достигали травосмеси ультрараннеспелого клевера лугового Марс в смеси с люцерной изменчивой и ежой сборной, затем ВИК 7 в смеси с люцерной изменчивой и ежой сборной.

Во второй половине июня к уборке урожая подходили раннеспелые сорта клевера ВИК 7 и Дымковский в смеси с люцерной изменчивой и овсяницей луговой. И в конце июня - начале июля к скашиванию поспели клевера ранних сроков созревания в смеси с более позднеспелой злаковой культурой тимopheевкой луговой.

Сроки формирования второго укоса и величина урожайности у многолетних трав изменялись в зависимости от количества выпавших осадков, температуры воздуха, запаса продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы. В неблагоприятные по климатическим условиям межукосные периоды вегетации, сроки проведения второго укоса сдвигались с июля месяца на август, с августа на сентябрь.

За годы наблюдений среди изучаемых трав наиболее скороспелым сортом был клевер луговой Марс, который зацветал на одну-две недели раньше контрольного сорта ВИК 7. Наблюдения показали, что в условиях Тверской области одноукосный позднеспелый клевер Витязь начинает цвести в первой половине июля (10-16), через 76-77 дней после отрастания, а двуукосный клевер Марс в середине июня или на две недели раньше позднего.

Сравнительная оценка разных видов и сортов кормовых культур показала, что злаковые травы различаются темпами формирования урожая и хозяйственного использования. Так, в наших опытах до 1-го скашивания еже сборной потребовалось на формирование травостоя 47-52 дней, тимофеевке луговой ВИК 9 – 54-56, овсянице луговой Сахаровская – 54-56, фестулолиуму – 61-63 дня.

Продуктивность многолетних травосмесей клевера лугового со злаковыми травами определяется режимом скашивания травостоя, видовыми и сортовыми особенностями компонентов, а также складывающимися погодными условиями.

Анализ урожайности многолетних травосмесей за годы исследований (2013-2016 г.) показал, что сложные бобово-злаковые травосмеси в 1-ый год пользования при первичном скашивании в фазу бутонизации-начала цветения клевера лугового формируют урожайность сухой массы на уровне 4,6-6,7т/га.

Данные по продуктивности травосмесей при повторном скашивании показывают, что наименьшей урожайностью отличаются смеси с клевером луговым ВИК 7 (контроль) – 2,4-2,9т/га сухой массы, наибольшая у смесей с клевером Марс – 3,5-4,2т/га; против сортов Дымковский – 2,5-3,2т/га.

На второй год пользования сложные бобово-злаковые травосмеси при первичном скашивании формируют урожайность сухой массы 3,6-5,2 т/га, при вторичном скашивании на уровне 1,5-2,4т/га сухой массы. Выход сухого вещества за один укос смесей с позднеспелым клевером Витязь был высоким и составил 5,0-5,7т/га.

На третий год пользования травостоем, несмотря на выпадение клевера лугового, сохранили высокую урожайность за счёт активного роста более долголетнего бобового компонента – люцерны изменчивой, так при 1-м укосе выход сухой кормовой массы составил 4,3-5,9т/га, при 2-м – 2,5-4,5 т/га. Следует отметить равномерное поукосное распределение растительной массы по укосам, доля первого укоса составила 55-59%, второго – 41-45%.

В травостоях третьего года пользования освободившуюся нишу после выпадения клевера лугового, вследствие его биологических особенностей, занимает люцерна изменчивая, которая в составе смесей составила при втором укосе 11-37%.

На четвертый год пользования травостоем сохраняют свою продуктивность, выход сухой кормовой массы многолетних трав составил при 1-м укосе 3,8-5,5т/га, при 2-м – 2,4-2,9т/га. Стабильность продуктивности обеспечивает второй бобовый компонент смеси – люцерна изменчивая, так если на 3-й год пользования соотношение клевера лугового и люцерны изменчивой в смесях составляло практически равные доли 30-40%, то на 4-й г.п. в смешанном травостое преобладал клевер луговой.

Таблица 1 - Сроки скашивания и продуктивность бобово-злаковых травостоев при конвейерном использовании (2013-2016г.)

Состав травосмесей		№ укоса	Месяц (декада) скашивания	Содержание сырого протеина, % от СВ	Сбор сухого вещества по годам пользования, т/га				
					1г.п	2г.п	3г.п	4г.п	Ср.
Марс + люцерна изменчивая Находка	ежа сборная ВИК 61	1	I – июня	13,3	5,6	5,2	5,0	5,5	5,3
		2	III – июля	13,9	4,2	1,8	3,6	2,5	3,0
	овсяница луг. Сахаровская	1	II – июня	11,8	6,5	3,6	5,2	3,8	4,8
		2	I – августа	13,4	3,5	2,3	4,5	2,6	3,2
	тимофеевка луг. ВИК 9	1	II – июня	11,6	6,7	4,4	4,8	4,3	5,1
		2	II – августа	13,9	3,8	1,8	4,1	2,4	3,0
ВИК 7 + люцерна изменчивая Находка	ежа сборная ВИК 61	1	II – июня	12,2	4,6	4,2	4,6	4,2	4,4
		2	II – июля	12,3	2,4	2,4	2,5	2,9	2,6
	овсяница луг. Сахаровская	1	III – июня	12,7	4,8	3,7	4,3	5,2	4,5
		2	III – июля	12,4	2,9	1,6	3,9	2,8	2,8
	тимофеевка луг. ВИК 9	1	III – июня	11,9	6,0	4,0	5,9	4,9	5,2
		2	III – июля	14,3	2,4	1,5	3,9	2,5	2,6
Дымковский + люцерна изменчивая Находка	ежа сборная ВИК 61	1	I – июля	11,9	6,2	4,4	4,3	4,9	5,0
		2	II – августа	14,1	3,2	2,0	3,2	2,6	2,8
	овсяница луг. Сахаровская	1	II – июля	12,5	5,4	4,5	4,9	3,8	4,7
		2	III – августа	14,5	2,5	2,2	3,2	2,5	2,6
	тимофеевка луг. ВИК 9	1	II – июля	12,2	5,7	4,1	5,6	5,0	5,1
		2	III – августа	15,0	3,0	1,9	4,0	2,5	2,9
Витязь + клевер гибридный Йыгева	овсяница луг. Сахаровская	1	II – августа	15,2	6,1	5,0	5,9	5,6	5,7
		1	II – августа	14,2	6,5	5,7	6,5	4,9	5,9

Необходимо отметить, что исследуемые сорта клевера характеризуются как сорта со стабильной урожайностью в течение 2-3-х лет, при равномерном распределении урожайности по укосам в период вегетации. Эту ценную особенность данных сортов необходимо использовать при конструировании кормосырьевых конвейеров.

Таким образом, при конструировании кормосырьевых конвейеров следует учитывать двухлетнее использование клевера лугового с его более высокой урожайности, стабильности сбора продукции, возможности при благоприятных погодных условиях получать два укоса за сезон, а для prolongирования продуктивного долголетия травосмесей, следует использовать многокомпонентные смеси с включением кормовых трав более длительного срока пользования, в наших исследованиях это люцерна изменчивая.

На основе полученных данных для раннего использования травостоя в 1-й укос в конце июня-начало июля рекомендуем вводить в травосмеси клевер луговой ультра- и раннеспелых сортов Марс и ВИК 7, ежу сборную Хлыновская и люцерну изменчивую Находка.

Для использования в июле в травосмеси включают клевер луговой среднеспелого сорта Дымковский, овсяницу луговую Сахаровская и люцерну изменчивую Находка. Ранние и среднеспелые бобово-злаковые смеси формируют при 1-ом укосе продуктивность сухой массы 3,6-6,2 т/га, с содержанием сырого протеина 11,8-12,7%.

Для более позднего скашивания используют вторые укосы травостоев ранне- и среднеспелых сортов, сборы урожая кормовой массы которых составляют от 1,5 до 4,2 т/га и травосмеси с клевером позднеспелых сортов с продуктивностью 5,0-6,5 т/га сухой массы.

Введение двух видов бобовых трав в многовидовые агрофитоценозы снижает их потребность в азоте, повышает кормовую ценность, улучшает почвенное плодородие и обеспечивает устойчивую продуктивность и природосохранность.

Использование кормового клина путём возделывания широкого набора кормовых культур в системе конвейеров позволяет значительно усовершенствовать кормовую базу животноводства. В структуре таких конвейеров большие площади должны отводиться под многолетние травостои различного видового и сортового состава. Они являются наиболее гарантированными источниками получения высокопитательного и дешёвого растительного сырья.

Результаты проведённых экспериментальных исследований позволяют рекомендовать введение разноспелых сортов клевера лугового в смеси со злаковыми травами и использованием люцерны изменчивой для увеличения продуктивного долголетия травостоев в Нечерноземной зоне, что позволит увеличить производство высокобелковых кормов, гарантированно обеспечить животноводство зеленым и сырьевым кормом. Их внедрение в аграрное производство позволит снизить потери сельскохозяйственной продукции. Конвейерное использование разноспелых смесей при двухукосном содержании позволяет получить 7-8 т/га сухой массы при содержании обменной энергии 8,9-10,4 МДж и сырого протеина 11,6-15,2% в 1 кг СВ.

Литература

1. Ковалёв 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 кормопроизводства и технологии кормопроизводства, адаптированные к гидромелиоративному состоянию осушаемых угодий: -Тверь: Тверской печатник, 2010. 15 с.
2. Методика опытов на сенокосах и пастбищах. – М., 1971.
3. Методические рекомендации по рациональному использованию осушаемых земель в Нечерноземной зоне России. - М.: Россельхозакадемия. - 1997.
4. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. /Под ред. Ю.К. Новоселова и др. - М.: РАСХН, 1997.
5. Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Дегтярёв В.П., Иванова Н.Н., Епифанова Н.А., Силина О.С. Разработка сырьевого конвейера с использованием многолетних кормовых травосмесей на осушаемых почвах Нечерноземья. /Кормопроизводство. -№4. -2016. -С.3-6.
6. Шайтанов О. Многолетние травы с повышенным средообразованием для зеленых и сырьевых конвейеров. / Шайтанов О., Хуснуллин М., Садриев Р. // Кормопроизводство. - №9.- 2010. - С. 41-44.
7. Шелюто Б.В. Сырьевой конвейер из многолетних травостоев различного ботанического состава / Б.В. Шелюто. // Кормопроизводство. - 2008г. - № 8. - С.17-25

УДК 633.2.031: 631.816.2

ДЕЙСТВИЕМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УЛУЧШЕНИЕ ТРАВСТОЯ ПОЙМЕННОГО ЛУГА

А.В. Диченский, к.с.-х.н., доцент, **Н.В. Гриц**, к.с.-х.н., доцент
ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия»,
г.Тверь, Россия

Планомерное увеличение производства кормов, повышение их качественных показателей, является одной из насущных задач современного кормопроизводства. В создании устойчивой кормовой базы и получении наиболее высокого выхода продукции с лугопастбищных угодий существенную роль играет видовое разнообразие. Оптимальный ботанический состав обуславливает как реальную, так и потенциальную продуктивность травостоев, показывает отзывчивость растений к приемам агротехники, направленных на улучшение их роста и развития [1].

Установленным фактом является то, что ботанический состав травостоев оказывает непосредственное действие на питательную ценность и качество грубых кормов, фиксирует динамику роста и развития растений, долголетие, изменчивость фитоценозов в зависимости от приемов технологии выращивания. Результаты исследований ряда ученых свидетельствуют о том, что многолетний состав культурных травостоев, прежде всего зависит от исходного травостоя и почвы, на которых они созданы, от климатических условий, системы удобрений и ухода за растениями, продолжительности их использования [2,3]. Кроме этого, он находится в достаточно тесной взаимосвязи с грунтовыми, гидрологическими и метеорологическими условиями, флористическим составом, наличием сорных рас-

тений, сезонными и разновозрастными изменениями фитоценозов [4]. В связи с вышеизложенным считаем, что оценка формирования эколого-биологической структуры лугопастбищных травостоев, особенно за счет оптимизации уровня минерального питания, имеет научную ценность, является залогом получения высококачественных кормов.

Полевые исследования проводились в 2003-2006 годах в Тверской области, в 17 км от областного центра города Тверь. Опыты были заложены в условиях пойменного луга, с целью изучения формирования продуктивности в зависимости от режима скашивания и доз минеральных удобрений по нижеприведенной схеме (табл. 1).

Таблица 1 – Схема опыта

№ варианта	Число укосов	Доза азотного удобрения, кг д.в. на 1 га
1	Одноукосное использование	0
2		45
3		90
4	Двухукосное использование	45
5		90
6		130

Удобрения в форме аммиачной селитры вносили под первый укос рано весной, с началом отрастания трав. При двухукосном использовании дозы удобрения распределяли поровну под два укоса. Первый укос при двухукосном использовании травостоев проводили во второй- третьей декаде июня, второй – во второй-третьей декаде августа. При одноукосном использовании травостоя скашивали в первой – второй декаде июля, фазе массового цветения – отцветания злаков. В качестве контрольного варианта взято одноукосное использование травостоев без внесения удобрений.

Пойменный луг расположен в пойме рек Волга и Инга. Почва на нем пойменная среднесуглинистая дерновая глеевая с содержанием гумуса в слое 0-20 см – 3,23 %, P_2O_5 – 27,1 мг на 100 г почвы, K_2O – 10,2 мг на 100 г почвы, $pH_{сол.}$ -7,2. Травостой луга естественный мятликово-разнотравный с примесью бобовых и осок. В нем преобладают тимopheевка луговая (*Phleum pratense*), овсяница луговая (*Festuca pratensis*), лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis*) и ежа сборная (*Dactylis glomerata*).

Ботанический состав травостоя определялся по видам и весовым методом, учет урожая – укосным методом.

Содержание сырого протеина устанавливали путем пересчета; по ГОСТ-26657-85, сырой клетчатки – по Геннебергу и Штоману в модификации ВНИИК; сырого жира – по Ружковскому.

Первый год исследований в целом был благоприятным для травосмеси. В мае месяце количество выпавших осадков составило 157 % от

нормы, а температура воздуха прогревалась до 14,5⁰С. Растения из семейства мятликовых на пойменном лугу по разному реагировали на режимы скашивания и удобрения (табл. 2).

Таблица 2 – Ботанический состав травостоя пойменного луга, % к массе

№ варианта	Овсяница луговая	Тимофеевка луговая	Лисохвост луговой
2003 год			
1	62,7	12,6	6,4
2	20,9	8,6	6,0
3	32,0	30,5	13,4
4	11,5	72,7	15,3
5	6,2	24,7	30,0
6	10,0	20,1	70,6
2004 год			
1	56,0	11,1	5,2
2	38,5	11,0	9,0
3	34,2	20,0	12,1
4	12,3	38,4	12,1
5	8,1	21,4	13,3
6	4,1	25,5	62,0
2005 год			
1	4,0	10,0	7,5
2	6,7	11,9	9,0
3	31,5	19,0	15,3
4	5,6	13,4	20,3
5	7,3	15,0	48,1
6	11,6	28,9	43,0
2006 год			
1	6,0	12,7	7,6
2	6,9	12,8	9,5
3	25,5	30,0	15,3
4	5,9	13,5	20,5
5	9,0	15,1	50,0
6	10,1	25,3	60,8

Овсяница лучше развивалась при одном укосе без внесения удобрения, где ее удельный вес в ботаническом составе находился на уровне 62,7%. Увеличение числа укосов существенно снизило долю ее участия – до 6,2%. Следует заметить, что при этом различные дозы азотного удобрения не способствовали ее усиленному росту и развитию. Однократное скашивание и азотное удобрение в дозе 45 кг д.в. на га, уменьшали содержание овсяницы луговой в ботаническом составе до 20%. Аналогичная норма удобрения при двухукосном режиме скашивания снижало процент овсяницы до 11,5.

Тимофеевка луговая иначе реагировала на число скашиваний и дозы азотных удобрений. Для нее процессы жизнедеятельности более благоприятно проходили при двухукосном скашивании и уровне минерального пи-

тания при внесении удобрения в дозе N_{45} . Здесь ее участие в травостое достигало 72,7%.

При однократном скашивании увеличение дозы удобрений не сопровождалось усилением роста и развития роста этого злака.

Лисохвост луговой положительно реагировал на повышенные дозы азотного удобрения. Биологические и экологические особенности этого растения таковы, что для него наиболее благоприятны пойменные почвы. Он также прекрасно чувствует себя и при регулярном затоплении. Внесение минерального удобрения в дозе N_{130} при двух укосах способствовало увеличению участия его в травостое до 70,6%. Без подкормки в сравнении с овсяницей луговой и тимофеевкой луговой лисохвоста было гораздо меньше – всего 6,4%.

В последующем году, с довольно стабильными температурами и обильным количеством атмосферных осадков, при двух укосах и N_{130} ботанический состав был следующим: овсяница луговая – 4,1%; тимофеевка луговая – 25,5%; лисохвост луговой – 62,0%.

В заключительный год исследований, характеризующийся влажным и теплым вегетационным периодом, в смеси возросло количество лисохвоста лугового, особенно при двух скашиваниях и внесении азотного удобрения. При внесении N_{130} его содержание составило 60,8%. Овсяница луговая и тимофеевка луговая увеличили свое обилие при одном укосе и внесении удобрения из расчета N_{90} , где их количество составило 25,5 и 30,0 % соответственно.

Наиболее высокий урожай сухой массы был получен при двухукосном режиме при внесении удобрения в дозе N_{130} - 49,7ц/га. Однако, с повышением уровня минерального питания, значительно снижалась окупаемость азота урожаем. В этой связи, наиболее оптимальной дозой по-видимому следует считать N_{45} при двухукосном использовании, где при урожае сена – 42,1 ц/га, зафиксирована наиболее высокая прибавка урожая от 1 кг азота – 43,8 кг сухой массы. При настоящем уровне минерального питания и двухукосном скашивании, в среднем за годы исследования отмечен следующий ботанический состав травостоев по видам – овсяница луговая – 8,8%, тимофеевка луговая – 34,5%, лисохвост луговой – 17,1%, прочее разнотравье – 39,6%. Данное сочетание компонентов в наших условиях можно считать оптимальным.

Результаты наших исследований показали, что качество сена естественного травостоя в значительной мере зависело как от режимов использования, так и от условий минерального питания. В большинстве случаев, содержание в травостое при двухукосном использовании сырого протеина возрастало по мере увеличения доз минеральных удобрений. Так, при одноукосном использовании при внесении в дозе N_{45} , содержание данного показателя качества варьировало в пределах 7,2-11,7% , в дозе N_{90} – 7,5-

12,9 %, что на 0,1-4,6 и 0,4-5,8% выше, чем на контроле соответственно (табл. 3).

Таблица 3 - Биохимический состав травостоя пойменного луга

№ варианта	Сырой протеин, %	Сырая клетчатка, %	Сырой жир, %	Сырая зола, %	Каротин, мг на 1 кг
2004 год. Одноукосное использование					
1	7,1	30,1	2,34	8,04	15
2	7,2	29,9	2,18	7,56	17
3	7,5	27,7	2,67	7,51	24
Двухукосное использование					
4	7,7	28,1	2,58	6,73	32
5	7,0	26,8	2,99	6,56	35
6	8,4	23,9	2,98	6,51	40
2005 год. Одноукосное использование					
1	8,1	26,9	2,18	6,7	25
2	8,2	29,7	2,34	8,34	25
3	9,52	30,1	2,67	8,42	33,0
Двухукосное использование					
Первый укос					
1	9,87	31,57	2,61	5,59	34
2	11,7	34,71	3,76	8,42	37
3	11,43	36,17	2,85	7,19	43
Второй укос					
4	9,36	30,24	1,92	10,97	17
5	10,74	34,54	1,72	8,95	24
6	12,84	32,16	2,63	10,41	29
2006 год. Одноукосное использование					
1	11,4	37,4	3,9	6,0	24
2	10,8	37,0	3,9	6,1	30
3	12,9	35,6	4,2	6,1	32
Двухукосное использование					
Первый укос					
4	11,7	31,3	3,3	7,7	33
5	14,0	32,7	3,5	7,4	35
6	14,3	28,9	3,5	8,0	39
Второй укос					
1	13,3	32,0	3,3	5,3	30
2	13,4	29,8	3,3	4,9	32
3	13,7	29,3	3,4	5,4	33

При двухукосном использовании содержание сырого протеина в сене при первом укосе было несколько выше по сравнению со вторым укосом. Здесь его содержание, по вариантам опыта колебалось от 9,87 до 14,3% , тогда как при втором укосе было в пределах 9,36-13,7%. Это, возможно связано с увеличением вегетативной массы травостоя и угнетением растений, что приводит к уменьшению протеина[5]. Повышенному содержанию данного компонента способствовало внесение минерального удобрения в

дозе N_{130} как при первом, так и втором укосе. Одним из основных показателей качества пастбищных травосмесей является содержание в них сырого жира. В первый год азотное удобрение не способствовало повышению данной величины в травостое, однако в последующие годы наблюдалась положительная роль азотного питания. Азотное удобрение, внесенное в дозах N_{45} и N_{90} кг на га содействовали содержанию жира в сене при одноукосном использовании в пределах 2,18-3,9 % и 2,67-4,2 % соответственно, тогда как на контроле настоящий показатель находился на уровне 2,34-3,9%.

Наличие в травостое сырой клетчатки имело наиболее высокий удельный вес среди других показателей биохимического состава. Такое явление подтверждается и экспериментальными данными других исследователей [5]. При одноукосном использовании содержание сырой клетчатки, при внесении удобрений в дозе N_{45} составляло 29,9 %, а с повышением дозы до N_{90} – всего 27,7%, в то время как на контроле эта величина достигала 30,1%. При двухукосном использовании при внесении N_{90} и N_{130} содержание клетчатки в сравнении с неудобренным фоном соответственно снизилось на 1,3 и 4,2%. В последующие годы, в большинстве случаев, отмечено некоторое повышение содержания данного показателя качества. Содержание в травостое пойменного луга сырой золы варьировало при одноукосном использовании в пределах 6,0-8,4 % , двухукосном – 4,9-10,9 % , причем удобрения не всегда повышали ее содержание. При двухукосном режиме максимальная доля сырой золы зафиксирована при втором укосе на контроле (10,9%) и при внесении азота в дозе N_{130} кг д.в. кг на 1га (10,4%).

За годы исследований, содержание каротина в той части поля, где удобрения не вносились, колебались при одноукосном использовании от 15 до 25 мг на 1кг сухой массы, при двухукосном в пределах 32-34 мг. Следует отметить, что при двухукосном режиме, повышенное содержание данного показателя качества было отмечено в первом укосе. В максимуме, выход каротина при одноукосном использовании наблюдался при внесении удобрения в дозе N_{90} – 24-33 мг, двухукосном, при N_{130} – 29-43 мг на 1 кг сухой массы.

Наиболее высокой, за годы исследований, прибавка урожая сухой массы пойменного луга была зафиксирована при двухукосном использовании травостоя при внесении удобрения в дозе N_{130} и составляла 27,3 , или 121,9 % по отношению к контролю. В то же время, повышенной прибавка от 1 кг азота оказалась при вышеуказанном режиме в дозе N_{45} и составляла 43,8 кг сухой массы.

Таким образом, результаты экспериментального материала позволяют констатировать, что в условиях Верхневолжья, в травостое пойменного луга дозы азотного удобрения повышали удельный вес тимофеевки луговой и лисохвоста лугового (в отдельные годы до 70% и более), снижали в

первые годы долю овсяницы. Максимальному содержанию в травостое сырого протеина содействовала доза удобрения из расчета N_{130} , как при одноукосном, так и двухукосном использовании – 7,5-14,3%. Дозы азотных удобрений N_{45} и N_{130} , при данных режимах скашивания, в большинстве случаев способствовали более высоким показателям биохимического состава сена. Биологический потенциал многолетних трав лугопастбищного фитоценоза позволяет получать урожай сухой массы – 42,1ц/га при двухрежимном скашивании и внесении удобрения из расчета N_{45} , где выявлена наиболее высокая прибавка урожая от 1 кг азота – 43,8кг сухой массы.

Литература

1. Конопля Н.Н. Пойменные луга малых и средних рек бассейна Северного Донца: продуктивность и качество кормов. / Н.Н. Идрисов, С.С. Домбровская // Кормопроизводство.- 2013.- №10- С. 26-27
2. Практикум по кормлению сельскохозяйственных животных / Л.В. Топорова, А.В. Архипов, Р.Ф. Бессарабова и др.-М.; Колос, 2004.-296 с.
3. Косолапов В.М. Кормопроизводство – стратегическое направление в обеспечении продовольственной безопасности России: теория и практика / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова. -М. : Росинформагротех, 2009.-200 с.
4. Гамидов И.Р. Биохимический состав и питательная ценность травостоя кизлярских пастбищ / И.Р. Гамидов, М.А. Умаханов, А.А. Айтемиров // Кормопроизводство.- 2013.- №8.-С. 33-35.
5. Лазарев Н.Н., Кремин В.В., Виноградов Е.С. Урожайность кормовых угодий в зависимости от состава высеванных травосмесей и удобрений // Известия ТГСХА. - 2010. -Вып.5.- С. 31-38

УДК (633.321+633.24+633.14 : 631.81) 470.331

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ КЛЕВЕРО-ТИМОФЕЕЧНОЙ СМЕСИ И ОЗИМОЙ РЖИ ПОД ВЛИЯНИЕМ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ БИОПРЕПАРАТАМИ

Васильев А.С., к.с.-х.н., Диченский А.В, к.с.-х.н.

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

Основной задачей, стоящей перед сельским хозяйством страны, является повышение объемов производства дешевой и высококачественной продукции. Отдельное место в решении поставленной задачи занимают современные высокоэффективные рострегулирующие вещества естественного происхождения, позволяющие в незначительных количествах управлять основным свойством культурных растений – их продуктивностью [1]. Среди подобных стимуляторов роста большой популярностью у сельхозтоваропроизводителей пользуются биологические препараты, эффективность применения которых подтверждена исследованиями на различных сельскохозяйственных культурах [1-5].

В связи с этим, целью наших исследований было изучить особенности формирования продуктивности клеверо-тимофеечной смеси 1 года пользования и озимой ржи под влиянием новых видов биоудобрений – EсobioN и EсobioPaK.

Комплексные исследования проводились в 2015 году на опытном поле Тверской ГСХА на дерново-среднеподзолистой остаточной карбонатной глееватой почве на морене, супесчаной по гранулометрическому составу. До закладки опыта почва характеризовалась следующими агрохимическими характеристиками: легкогидролизуемый азот – 66,8, подвижный фосфор – 233, обменный калий – 115 г на 1 кг почвы; рН = 6,44; гумус – 1,88%.

Закладка опыта проводилась методом расщепленной делянки в рендомизированных блоках. Повторность четырехкратная. Схема опыта представлена в таблицах. Площадь учетной делянки составляла: для многолетних трав – 10,0, для озимой ржи 24,75 м².

Некорневые подкормки проводились в фазу весеннего отрастания многолетних трав и озимой ржи.

Исследования и наблюдения в опыте проводились по методике З.И. Усановой (2013), дисперсионный анализ по Б.А. Доспехову (1987), расчет экономической эффективности выполнялся по типовым технологическим картам возделывания многолетних трав и озимой ржи.

В качестве объектов исследований выступали: сорта трав – тимофеевки луговой – Вик 9, клевера лугового – Трио; озимой ржи – Татьяна; микробиологические удобрения (биопрепараты) – EсobioN и EсobioPaK (производитель ЗАО «Питком», г. Москва).

Агроклиматические условия в 2015 г. характеризовались близкими к норме показателями. Однако, распределение осадков и тепла было нетипичным и в отдельные периоды наблюдался дефицит тепла, сочетающийся с избыточным увлажнением, что сказалось на конечной продуктивности посевов и ходе ее формирования.

Агротехнологии возделывания многолетних трав и озимой ржи соответствовали по общепринятой номенклатуре нормальным. Посев трав осуществлялся в 2014 году под покров овса, а посев озимой ржи – по занятому (вико-овсяная смесь на зеленый корм) пару.

В результате комплексных исследований хода формирования продуктивности клеверо-тимофеечной смеси 1 г.п. был выявлен ряд определенных закономерностей. Так, анализ видовой структуры ценоза трав показал преобладание клевера по обоим укосам (табл. 1), с некоторым снижением доли его участия при 2-ом укосе, что объясняется агробиологическим и экологическими особенностями взаимодействия и функционирования сложных растительных сообществ. При этом более качественное по засоренности сырье было получено при втором укосе.

Таблица 1 – Видовая структура клеверо-тимофеечного травостоя 1 г.п. в разрезе по укосам

Вариант подкормки	1-й укос			2-укос		
	% участия компонентов в структуре агрофитоценоза по укосам					
	клевер	тимофеевка	сорняки	клевер	тимофеевка	сорняки
Без подкормки	70,1	25,1	4,8	67,4	29,2	3,4
ЕcobioN, 0,1 л/га	71,5	23,9	4,6	69,8	27,2	3,0
ЕcobioN, 0,2 л/га	73,0	23,3	3,7	70,6	26,8	2,6
ЕcobioN, 0,3 л/га	74,2	22,2	3,6	70,8	26,7	2,5
ЕcobioPaK, 0,1 л/га	72,2	23,3	4,5	69,1	28,1	2,8
ЕcobioPaK, 0,2 л/га	72,8	23,2	4,0	69,7	27,8	2,5
ЕcobioPaK, 0,3 л/га	73,3	22,9	3,8	70,0	27,4	2,6
ЕcobioN, 0,1 л/га + ЕcobioPaK, 0,1 л/га	73,4	23,2	3,4	71,2	26,5	2,3
ЕcobioN, 0,2 л/га + ЕcobioPaK, 0,2 л/га	75,8	21,2	3,0	72,5	25,5	2,0
ЕcobioN, 0,3 л/га + ЕcobioPaK, 0,3 л/га	75,1	22,2	2,7	72,0	26,0	2,0

На основании анализа современной литературы [6] и результатов наших ранних исследований, было установлено, что двуукосное использование многолетних трав в Центральном Нечерноземье является более предпочтительным.

Учет урожая зеленой массы (табл. 2), в опыте 2015 г., показал преимущество 1-го укоса, что в данном случае связано с более длительным периодом накопления урожая; 2-ой укос является «дополнительным» и призван увеличить длительность получения кормовой продукции.

Таблица 2 – Продуктивность клеверо-тимофеечного травостоя 1 г.п. и экономическая эффективность его возделывания под влиянием биопрепаратов

Вариант подкормки	Зеленая масса, т/га			± прибавка к контролю		УЧД, тыс. руб./га	R, %
	1-й укос	2-й укос	за год				
				т/га	%		
Без подкормки	23,3	15,9	39,2	0,0	0,0	17,85	61,3
ЕcobioN, 0,1 л/га	24,5	17,4	41,9	2,7	6,9	19,47	63,3
ЕcobioN, 0,2 л/га	26,0	18,4	44,4	5,2	13,3	21,02	65,3
ЕcobioN, 0,3 л/га	25,4	17,2	42,5	3,4	8,6	19,81	63,5
ЕcobioPaK, 0,1 л/га	24,9	17,8	42,7	3,5	8,9	19,98	64,0
ЕcobioPaK, 0,2 л/га	26,3	17,4	43,6	4,5	11,4	20,55	64,7
ЕcobioPaK, 0,3 л/га	26,5	16,6	43,1	3,9	10,0	20,16	64,0
ЕcobioN, 0,1 л/га + ЕcobioPaK, 0,1 л/га	26,3	19,3	45,6	6,4	16,3	21,79	66,3
ЕcobioN, 0,2 л/га + ЕcobioPaK, 0,2 л/га	27,9	21,4	49,2	10,1	25,7	24,05	68,7
ЕcobioN, 0,3 л/га + ЕcobioPaK, 0,3 л/га	28,4	20,2	48,6	9,4	24,0	23,56	67,9

НСР₀₅=0,8 т/га (для урожайности за год)

Примечание: УЧД – условно чистый доход, R – уровень рентабельности.

Оценка воздействия биопрепаратов EscobioN и EscobioPaK на агроценоз многолетних трав выявила, что наиболее оптимальным способом их применения является опрыскивание посевов в период весеннего отрастания с дозами расхода биоудобрений 0,2 л/га +0,2 л/га. Данный вариант подкормки позволил получить наивысший урожай зеленой массы за два укоса 49,2 т/га, что обеспечило максимальные по опыту условно чистый доход (24,05 тыс. руб./га) и уровень рентабельности производства (68,7%).

Сопоставимая тенденционность получена и при использовании биопрепаратов на озимой ржи (табл. 3). Так, исследования показали существенное улучшение параметров структуры урожая растений (продуктивности соцветия, массы 1000 зерен), габитуса, фотосинтетической деятельности и активности педоценоза. Иными словами, была выявлена высокая биолого-физиологическая активность исследуемых препаратов взаимообусловленная их естественным происхождением.

Учет урожайности озимой ржи продемонстрировал формирование достоверной прибавки относительно контроля практически во всех вариантах опыта. Наибольшие значения, равные 1,25 т/га (или 51,9%) при общей конечной продуктивности 3,66 т/га, были достигнуты при некорневой обработке комплексом препаратов с дозой расхода каждого из них 0,2 л/га.

Таблица 3 – Продуктивность озимой ржи и экономическая эффективность ее возделывания под влиянием биопрепаратов

Вариант подкормки	Число продуктивных побегов, шт./м ²	Масса зерна с 1 колоса, г	Число зерен в колосе, шт.	Урожайность, т/га	УЧД, тыс. руб./га	R, %
Без подкормки	360	0,69	21	2,41	8,90	141,7
EscobioN, 0,1 л/га	385	0,75	22	2,79	9,10	107,3
EscobioN, 0,2 л/га	427	0,75	24	3,13	10,99	125,9
EscobioN, 0,3 л/га	437	0,79	24	3,38	12,38	138,9
EscobioPaK, 0,1 л/га	372	0,75	21	2,66	8,38	99,9
EscobioPaK, 0,2 л/га	416	0,75	23	2,95	9,99	116,2
EscobioPaK, 0,3 л/га	404	0,76	23	2,85	9,43	110,7
EscobioN, 0,1 л/га + EscobioPaK, 0,1 л/га	421	0,78	24	3,19	11,32	129,1
EscobioN, 0,2 л/га + EscobioPaK, 0,2 л/га	447	0,85	25	3,66	13,94	152,8
EscobioN, 0,3 л/га + EscobioPaK, 0,3 л/га	433	0,83	25	3,47	12,88	143,4
НСР ₀₅ = 0,25 т/га						

Формирование более высокой урожайности при использовании разных вариантов фолиарных подкормок биопрепаратами, как правило, сопровождается улучшением экономических показателей, что было отчасти подтверждено и результатами наших исследований. Получением наивыс-

шего условно чистого дохода в нашем опыте равного 13,94 тыс. руб./га с уровнем рентабельности 152,8% характеризовался выделенный выше вариант с максимальной урожайностью и прибавкой.

Таким образом, при возделывании клеверо-тимофеечной смеси на зеленый корм (сено) с двуукосным использованием травостоя и озимой ржи по нормальной агротехнологии, рекомендуется проводить в фазу начала весеннего отрастания культур некорневую подкормку комплексом биопрепаратов ЕsobioN и ЕsobioPaK в дозах 0,2+0,2 л/га, что позволяет получить: 1) урожайность зеленой массы на уровне 49,2 т/га с условно чистым доходом 24,0 тыс. руб./га и уровнем рентабельности 68,7%; 2) урожайность зерна на уровне 3,66 т/га с условно чистым доходом 13,94 тыс. руб./га и рентабельностью 152,8%.

Литература

1. Усанова, З.И. Теория и практика создания высокопродуктивных посевов овса посевного в условиях Центрального Нечерноземья: монография / З.И. Усанова, А.С. Васильев. – Тверь: Тверская ГСХА, 2014. – 325 с.
2. Черемисин, А.И. Применение биопрепаратов комплексного действия и биоудобрений в оригинальном семеноводстве картофеля / А.И. Черемисин, В.Н. Кумпан // Вестник Омского ГАУ. – 2017. - №1. – С. 28-34.
3. Сулейманов, С.Р. Биологические препараты в технологии возделывания подсолнечника на маслосемена в условиях Республики Татарстан: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / С.Р. Сулейманов. – Казань, 2015. – 147 с.
4. Никитин, С.Н. Эффективность применения удобрений, биопрепаратов и диатомита в лесостепи Среднего Поволжья: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / С. Н. Никитин. – Ульяновск, 2014. – 419 с.
5. Тарасов, С.А. Роль биопрепаратов в возделывании озимой пшеницы на черноземе типичном Центрального Черноземья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / С.А. Тарасов. – Брянск, 2015. – 24 с.
6. Кобзин, А.Г. Сеяные сенокосы и пастбища на осушаемых землях / А.Г. Кобзин. – Тверь: Чудо, 2008. – 336 с.

УДК 633.3+631.82

ВЛИЯНИЕ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЯДВЕНЕЦА РОГАТОГО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

Кузнецова С.Н., к.с.-х.н., доцент
ФГБОУ ВО Тверская ГСХА

Важнейшей отраслью сельскохозяйственного производства Центрального района Нечерноземной зоны является животноводство. Поэтому первостепенное значение в современном растениеводстве отводится полевому кормопроизводству, основой которого в Нечерноземной зоне является травосеяние. Основной способ решения протеиновой проблемы – расширение посевов высокобелковых бобовых трав, отличающихся высокой продуктивностью и питательностью наряду с возможностью их длительного использования 2].

Создание прочной кормовой базы – самая насущная проблема общественного и частного животноводства во всех регионах и климатических зонах России. В настоящее время продуктивность кормопроизводства невысокая, поэтому и обеспеченность животноводства кормами остаётся крайне низкой и нестабильной [3].

Учитывая сложившуюся обостренную ситуацию в сельском хозяйстве, в целях более эффективного использования земли при дефиците материально-денежных средств, вопрос расширения посевов многолетних трав, особенно бобовых, следует считать приоритетным в проблеме кормопроизводства и сохранения почвенного плодородия. Возделывание многолетних бобовых трав в севооборотах позволяет производить высокопитательный корм для молочного животноводства при высокой продуктивности пашни, а также обеспечивает воспроизводство плодородия почв как за счет усиления накопления гумуса, так и биологического азота в почве, что обеспечивает значительное повышение урожайности возделываемых в севообороте зерновых и других культур [9].

Для обеспечения высокой продуктивности при снижении затрат антропогенной энергии перспективным в луговодстве является создание бобово-злаковых травостоев, которые обеспечивают удлинение непрерывного поступления высококачественного сырья для производства высокобелковых кормов [6].

При использовании фактора биологизации за счет повышения продуктивности долголетних бобово-злаковых сенокосов в луговодстве достигается снижение потребности в минеральных азотных удобрениях, улучшается качество корма по содержанию обменной энергии и протеина, снижаются капитальные вложения для перезалужения на 28-30 % по сравнению с краткосрочными сенокосами (4-5 лет пользования) [8].

Перспективным направлением в системе повышения продуктивности кормовых угодий является использование биологических особенностей растений. С этой позиции использование многолетних бобовых трав привлекает особое внимание специалистов. Их выращивание даёт самый дешёвый, биологически полноценный корм, не требует дорогостоящих азотных удобрений, повышает плодородие почвы, снижает экологическую опасность и энергетические затраты в земледелии [7, 1].

Особую нишу среди лугопастбищных видов занимают клевер ползучий, клевер гибридный и лядвенец рогатый. Данные виды содержат малое количество лигнина и оптимальное количество необходимых аминокислот, в смеси со злаковыми травами дают высокий урожай корма, отличаются долголетием в травосмесях, а также хорошей поедаемостью и переваримостью. В этой связи производству необходимы высокопродуктивные сорта данных видов, адаптивные к условиям произрастания, устойчивые к болезням и вредителям, пригодные для современных технологий возделывания и уборки [10].

Интерес представляют козлятник восточный (*Galega orientalis Lam*) и лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus L.*), которые выгодно отличаются от клевера лугового не только, продуктивностью и качеством корма, но и расширенным диапазоном поступления зеленой массы с ранней весны до поздней осени [2].

Возделывание любой сельскохозяйственной культуры, в том числе и лядвенца рогатого, невозможно без применения различных видов удобрений.

Влияние удобрений на химический состав корма проявляется в двух направлениях: прямое действие – изменение содержания отдельных органических веществ и минеральных элементов в травах и косвенное – влияние на сукцессионные процессы в фитоценозе, то есть на изменение соотношения между видами и ботаническими группами растений, главным образом, между злаками, бобовыми и разнотравьем в травостое, с одной стороны, и между надземными органами (листьями и стеблями) в урожае – с другой, существенно различающимися по содержанию органических и минеральных веществ [5].

Лядвенец рогатый – перспективная бобовая культура для пополнения кормовой базы сельскохозяйственных животных, но, к сожалению, мало используется в Тверской области в посевах в чистом виде и в смесях.

Для изучения влияния внесения минеральных удобрений на продуктивность лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus L.*) сорта Луч (выведен во ВНИИ кормов) в 2016 г. был заложен полевой опыт на кафедре ботаники и луговых экосистем ФГБОУ ВО Тверской ГСХА. Почва участка дерново-подзолистая супесчаная, содержание гумуса 1,88-2,04%, P_2O_5 – 195-201 мг на 100 г почвы, K_2O – 98-102 мг на 100 г почвы, $pH_{кл}$ – 6,8-7,01.

Схема опыта следующая: 1 вариант – контроль; 2 вариант – внесение K_2O 60 д. в. на 1 га; 3 вариант – внесение K_2O 90 д. в. на 1 га. Хлористый калий вносили одновременно с посевом. Повторность 3-х кратная, площадь делянок 10 м². Учет и наблюдения проводились с использованием общепринятых методик (Методика ВНИИ кормов, 1986; Методика ВАСХНИЛ, 1986; Б.А. Доспехов, 1985).

При уборке лядвенца рогатого на зеленую массу на 1 варианте (контроль) было получено 148,0 ц/га (33,5 ц/га сухой массы). На 2 варианте продуктивность наблюдалась в пределах 158,7 ц/га. На 3 варианте было получено 200,0 ц/га [4]. Таким образом, лядвенец рогатый дал хорошую продуктивность в виде зеленой подкормки для кормления сельскохозяйственных животных уже в первый год жизни.

Окупаемостью хлористого калия на 2 варианте составила 17,8 кг зеленой массы на каждый килограмм внесенного минерального удобрения. На 3 варианте при увеличении нормы внесения минерального удобрения этот показатель составил уже 57,8 кг, что в 3,2 раза больше, чем во втором варианте.

В среднем по вариантам опыта засоренность наблюдалась в пределах 35,1 %. Видовой состав сорняков не зависел от норм удобрений. Видовой состав сорной растительности на опыте: марь белая, ромашка пахучая, су-репка обыкновенная, звездчатка средняя, одуванчик лекарственный и другие виды.

В целом внесение минерального удобрения в дозах K_2O 60 и 90 д. в. на 1 га оказывало благоприятное воздействие на формирование продуктивности лядвенца рогатого в одновидовом посеве.

Литература

1. Алексеев С.А. Роль многолетних трав в формировании кормовой базы в России/ С.А. Алексеев // Состояние и перспективы развития АПК: материалы III Междунар. научно-практ. конф. – Пенза, 2015. – С. 33–38.
2. Иванова М.В. Продуктивность бобово-злаковых травостоев на основе козлятника восточного и лядвенца рогатого в условиях Центрального района Нечерноземной зоны России.: Автореф. дис. к-та с.-х. наук /М.В. Иванова. – Кострома, 2007.
3. Косолапов В.М. Проблемы и перспективы развития кормопроизводства / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов// Кормопроизводство. – 2011. – № 2. – С. 4–7.
4. Кузнецова С.Н. Формирование продуктивности лядвенца рогатого в зависимости от внесения минерального компонента. /С.Н. Кузнецова // Повышение конкурентоспособности племенного животноводства и кормопроизводства в современной России / Сборник статей VIII международной научно-практической конференции, 14 - 16 февраля 2017. – Тверь: Тверская ГСХА. – С.162-164.
5. Кулаков В.А. Содержание органических и минеральных веществ в корме пастбищ разного ботанического состава в зависимости от системы удобрения / В.А. Кулаков. – НППМЭЖ Адаптивное кормопроизводство, 2016. - №4 (декабрь). – С. 42-52.
6. Маркевич С.И. Подбор бобово-злаковых травосмесей для интенсивного использования сенокосов в условиях Северо-Западного района Нечерноземной зоны Российской Федерации.: Автореф. дис. к-та с.-х. наук /С.И. Маркевич. – Великие Луки, 1997.
7. Новоселов М.Ю. Научные основы повышения эффективности селекции и создание сортов нового поколения клевера лугового (*Trifolium pratense* L.): Автореф. дис. д-ра с.-х. наук./М.Ю. Новоселов. – М., 2000. – 359 с.
8. Селивёрстов И.В. Эффективные технологии создания бобово-злаковых сенокосов в Центральном районе Нечерноземной зоны.: Автореф. дис. к-та с.-х. наук /И.В. Селивёрстов. – М., 2009.
9. Тимошенко С.М. Оптимизация процессов трансформации азота в агроэкосистемах и увеличение производства растительного белка при возделывании многолетних бобовых и бобово-злаковых трав различного видового состава в зернотравяных севооборотах на дерново-подзолистых почв.: Автореф. дис. к-та с.-х. наук /С.М. Тимошенко. – М., 2007.
10. Трофимова Л.С. Агроэкологические функции многолетних трав в современном земледелии / Л.С. Трофимова // Материалы 49-й междунар. науч. конф. молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов «Агроэкологические основы применения удобрений в современном земледелии». – М.: ВНИИА, 2015. – С. 226–228.

ВЛИЯНИЕ ПРИ НЕБОЛЬШОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЯДВЕНЦА РОГАТОГО НА БИОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

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

Одной из наиболее актуальных проблем современного аграрного производства является обеспечение населения в достаточном количестве качественными продуктами животноводства. В целях успешного удовлетворения растущих потребностей в мясомолочных продуктах необходимо развивать скотоводство, что напрямую связано с созданием прочной кормовой базы.

В системе полноценного кормления животных первостепенное значение имеет обеспеченность кормов протеином. Поэтому задача увеличения производства растительного белка актуальна для современного сельского хозяйства [4].

Для удовлетворения потребности животноводства в высокобелковых кормах необходимо расширить ассортимент многолетних бобовых трав. Особенно таких, которые позволяют продлить сроки пользования зеленого конвейера, не вызывают тимпанию у жвачных животных, а также могут произрастать на более кислых почвах – в отличие от люцерны, клевера и козлятника [3].

Из изученных бобовых многолетних трав большой интерес для создания агроценозов со стабильной продуктивностью растений и устойчивой адаптивностью к конкретным условиям произрастания представляет лядвенец рогатый. Он широко распространен в луговодстве США, Канады, в отдельных регионах Западной Европы, а также в России [4].

Лядвенец рогатый – одна из наиболее долголетних бобовых культур. Благодаря высокой способности лядвенца рогатого к кущению и возобновлению роста путем самообсеменения, травостой этой культуры на одном месте может сохраняться до 5-6 лет и более [6].

Лядвенец – хорошее кормовое растение, одинаково подходящее как для сенокосов, так и для пастбищ. Он введен в культуру и высевается в чистом виде и в смеси со злаками и другими растениями в севооборотах на песчаных и супесчаных почвах, где клевера и люцерны растут плохо. При этом улучшается плодородие почвы, особенно если запахивается с надземной частью, используя его посев как сидеральное удобрение.

Выращивать его можно на почвах разных типов, включая малоплодородные песчаные, каменистые и глинистые. Лядвенец рогатый лучше других бобовых трав растет на бедных, смытых, супесчаных и с повышенной кислотностью почвах.

Предпочитает нейтральные и щелочные почвы с рН 5,4 – 8, но может выносить и сильное закисление среды.

В условиях Тверской области лядвенец рогатый служит ценным высокобелковым витаминным кормом. В его зеленой массе содержатся витамины В, Д, аскорбиновая кислота, каротин. Культура отличается зимостойкостью и холодостойкостью, продуктивным долголетием, устойчивостью к вытаптыванию и нетребовательностью к почвам[1].

Большое значение в земледелии для сохранения плодородия почвы имеет количество органического вещества, оставляемое растениями в почве в виде корневых остатков[2].

Возделывание многолетних бобовых трав способствует накоплению биологического азота, увеличению оструктуренности почвы, улучшению фитосанитарного состояния занимаемых земель[5].

Исследования проводились на опытном поле кафедры ботаники и луговых экосистем Тверской ГСХА. Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая глееватая легкосуглинистая на морене. При посеве лядвенца рогатого в 2016 году разбросным способом посева при норме высева 15 кг/га (11,1 млн. всхожих семян) возшло 10,9 млн. растений в пересчете на 1 га (полевая всхожесть составила 98,2%). При уборке лядвенца рогатого на зеленую массу на 1 варианте (контроль) было получено 148,0 ц/га (33,5 ц/га сухой массы). При обработке НВ-101 урожайность зеленой массы составило 185,3 ц/га. На 2 варианте урожайность составила 158,7 ц/га (при обработке НВ-101 – 190,7 ц/га). На 3 варианте было получено 200,0 ц/га (при обработке НВ-101 – 216,0 ц/га).

Наши исследования показали, что в первый год жизни лядвенец рогатый дал хорошие показатели по урожайности зеленой массы, что является возможным использовать его на кормовые цели.

Литература

1. Васильева, Т.А. Вредители лядвенца рогатого /Т.А. Васильева, Л.Ю. Степанова // Защита и карантин растений. –2011. – №3. – С.59-60.
2. Денисов, Е.П. Экономическая эффективность лядвенца рогатого на фоне внесения осадков сточных вод / Е.П. Денисов // Кормопроизводство. -2010. -№ 11. -С. 12-17.
3. Еряшев, А.П. Формирование высокой продуктивности лядвенца рогатого / А.П. Еряшев, А.Н. Кичкирев // Кормопроизводство. -2010. -№ 1. -С. 13-14.
4. Зарипова, Г.К. Технологические приемы возделывания на семена лядвенца рогатого в условиях Башкортостана / Г.К. Зарипова // Кормопроизводство. -2014. -№ 10. -С. 31-34.
5. Золотарев, В.Н. Возделывание лядвенца рогатого на семена / В.Н. Золотарев // Земледелие. -2003. -№ 5. -С. 41-42.
6. Платунов, А.А. Развитие и урожайность лядвенца рогатого при подпокровном посеве в условиях Кировской области / А.А. Платунов, Д.Л. Старкова // Кормопроизводство. -2008. -№ 8. -С. 25-27.

СИЛОСОВАНИЕ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР

А.Д. Капсамун, д.с.-х.н., К.С. Юлдашев, к.б.н., Е.Н. Павлючик, к.с.-х.н.,

Н.Н.Иванов, к.с.-х.н.

ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия

Важным направлением увеличения продуктивности молочного скотоводства является укрепление кормовой базы. Решение этой задачи возможно за счет повышение продуктивности кормовых культур и снижения потерь питательных веществ, при заготовке и хранении кормов. В статье приведены экспериментальные данные по оценке химического состава зеленой массы и силоса из козлятника восточного, клевера лугового, приготовленного с использованием биологического препарата БИОСИБ и консервирование с добавлением к ним легкосилосующихся злаковых трав в соотношении 0,8-1:1, без консервантов заложенной в хорошую погоду, при соблюдении технологии закладки зеленой массы.

Ключевые слова: силос, силосование, потери питательных веществ, биопрепарат «Биосиб», злаки, растений.

Травы, прежде всего многолетние бобовые, являются наиболее ценными растениями для приготовления питательного корма с высоким содержанием биологически активных веществ. Но высокой кормовой ценностью они обладают только в ранней фазе вегетации (бутонизация у бобовых, выход в трубку-колошение у злаковых). Вместе с тем, в эти же сроки они представляют собой и наиболее трудносилосуемое сырье, вследствие высокого содержания сырого протеина и воды, что обуславливает большие потери питательных веществ при их силосовании в свежескошенном виде. Имеющиеся к началу нашей работы результаты, и, наши исследования показали, что одним из эффективных, экологически безопасных и низкозатратных способов получения качественного корма из трав служит их предварительное провяливание и обработка в процессе силосования препаратами на основе осмолаерантных штаммов молочнокислых бактерий.

В этой связи проблема сохранения и повышения качества кормов остается одной из актуальных задач, а обеспечение лучшей сохранности питательных веществ кормов позволит напрямую влиять на продуктивность животных (Осипят, Мамаев, Косолапов, Бондарев, Клименко, 2008, Малинин, 2014).

Методы исследований.

Экспериментальная и аналитическая часть исследований выполнена во Всероссийском научно-исследовательском институте мелиорированных земель (ФГБНУ ВНИИМЗ). Цель работ – определение эффективности консервирования многолетних бобовых растений проводились с провяленной зеленой массой. Технологические опыты по силосованию многолетних бобовых растений (клевера лугового, козлятника восточного) с биологическим препаратом «Биосиб» и с добавлением к бобовым травам легкосилосующихся злаковых растений (тимофеевка луговая ВИК 9, овсяница луго-

вая Сахаровская, ежа сборная Хлыновская) в соотношении 0,8-1:1. Опыты были проведены в соответствии с «Методическими рекомендациями по проведению опытов по консервированию и хранения объемистых кормов (2008). Оценку качества кормов определяли по общепринятым методикам и ОСТ 10 202-97.

Результаты исследований. Козлятник восточный, люцерна изменчивая и клевер луговой в фазе бутонизации, как и ожидалось, представляли собой сложный материал для проведения силосования. Содержание сухого вещества в них колебалось от 16,5 до 18,0%, содержание сырого протеина в его составе – 16,8 до 24,0, сырой золы – от 8 до 10,0%. При этом люцерна превосходил клевер по количеству сухого вещества на 1,5%, а также по содержанию сырого протеина на 1,4% и сырой клетчатки на 5,5%, уступал по содержанию сырого жира на 1,6% и БЭВ на 5,7%. Такие особенности химического состава клевера дают определенные преимущества для успешного силосования в сравнении с люцерной и козлятника.

Содержание сухого вещества в свежескошенных в фазе цветения многолетних бобовых травах было выше, чем в предыдущую фазу на 2,8-7,5%, причём наибольшее снижение влажности зафиксировано у клевера и козлятника, которые по этому показателю приблизились к оптимальному для силосования значению (25-30%). У всех видов трав отмечено также снижение содержания сырой золы на 2,0-2,3%, сырого протеина у люцерны и козлятника – на 2,7-3,2% и повышение содержания БЭВ на 1,7-7,3%. Эти изменения показывают, что силосуемость многолетних бобовых трав, скошенных в фазу цветения, была лучше, чем в фазу бутонизации, особенно у люцерны и козлятника.

По сравнению с 30-ти часовым проявлением в фазу бутонизации аналогичное по продолжительности проявление многолетних бобовых трав в фазу цветения было более глубоким, в результате чего содержание сухого вещества в сырье было выше на 2,4-9,2% и находилось в пределах 30-36%.

По отношению к технологии силосования оно характеризовалось как недостаточное для всех культур в фазе бутонизации в свежескошенном виде и как близкое оптимальному (25-30%) в фазе цветения растений и при силосовании их в проявленном виде.

Как уже отмечалось, в следующую фазу развития (цветение) свежескошенная зеленая масса была близка по содержанию сухого вещества к оптимальным значениям, а проявленное сырье выходило за указанные рамки, приближаясь по этим параметрам к сенажной массе.

Содержание сухого вещества во всех силосах из свежескошенного сырья не достигало оптимальных значений (25-30%) для стабильного корма. Закономерно, что силосы из трав, скошенных в раннюю стадию развития, содержали в своем составе меньше сухого вещества, чем силосы из трав более поздних сроков скашивания. Наиболее переменчивым оно было

в силосах из люцерны изменчивой в фазе цветения, особенно при использовании для их приготовления биопрепарата «Биосиб» 30-часовое провяливание сырья перед силосованием, как правило, доводило содержание сухого вещества в готовых кормах до оптимальных пределов. При этом тенденция его превосходства в силосах из трав поздних сроков скашивания не только сохранялась, но и существенно углублялась. Исключение составили только силосуемые корма из козлятника восточного, в которых, этот показатель был близким по значению.

В таблицах 1-6 представлены данные об органолептических показателях силосов, полученных различными способами. Установлено, что силоса, приготовленные из козлятника восточного в фазе бутонизации-начало цветения имели разные органолептические показатели, которые зависели от применяемых консервантов и биологических добавок. Так силос из свежескошенного сырья без консервантов и добавок отличался грязно желтым цветом, затхлым гнилостным запахом, имел частично разложившуюся мажущую структуру и плесень на поверхности (табл.1).

Таблица 1. Органолептические показатели силосов, приготовленных из свежескошенной зеленой массы козлятника восточного

Варианты опыта	Цвет	Запах	Структура	Плесень
Фаза бутонизации- начало цветения				
Без добавок	Желто-зеленый	квашеных овощей	сохранена	есть
Биосиб	зелёный	кислый	сохранена	нет

Добавка при силосовании консерванта «Биосиб» несколько улучшала качество корма и предотвратила образованию плесени на его поверхности. Внешние признаки силосов свежескошенного козлятника в фазе полного цветения (табл.2) в целом были несколько лучше, чем в кормах без консервантов. Они имели хорошо сохранившуюся структуру, но бурый цвет силоса указывал на возможность нежелательного направления развития микробиологических процессов. За некоторыми исключениями плесень на поверхности. Запах кислых овощей.

Силосование козлятника восточного в провяленном виде без консервантов имела хорошо сохранившуюся структуру; цвет, запах соответствовали требованиям к качественным кормам.

Таблица 2. Органолептические показатели силосов из провяленного козлятника восточного

Варианты опыта	Цвет	Запах	Структура	Плесень
Фаза бутонизации- начала цветения				
Без добавок	бурый	квашеных овощей	сохранена	нет
Биосиб	темно-зеленый	кислый	сохранена	есть

В таблице 3 представлены органолептические признаки силосов из клевера. Силос из клевера лугового по органолептической оценке был очень хорошим и на протяжении всего периода исследований его качество

не менялось. Незначительное снижение его кислотности отмечалось в процессе хранения (через 40 дней составило 75:25%). Через 60 дней содержание молочной кислоты несколько уменьшилось, а уксусной возросло, и соотношение изменилось и составило 68:32%, но эти изменения соответствовали содержанию данных кислот в доброкачественном силосе.

В силосах из свежескошенного материала преобладал запах консервированных овощей и фруктов и буро-зелёный цвет, из провяленного сырья – желто-бурый цвет и фруктовый запах. Плесневение поверхности отмечено почти во всех вариантах силосования в основном в одной повторности (табл.3).

Таблица 3. Органолептические показатели силосов из свежескошенного клевера лугового

Варианты опыта	Цвет	Запах	Структура	Плесень
Фаза бутонизации- начало цветения				
Без добавок	темно-зелёный	консерв. овощей	сохранена	есть
Биосиб	зелёно-бурый	кваш.овощ.кислый	сохранена	в 2 повт.

Провяливание массы улучшало условия силосования, особенно в вариантах без добавок. Эти силоса имели темно-зелёный цвет, фруктовый запах, хорошо сохранившуюся структуру без признаков плесневения верхних слоев (табл.4).

Таблица 4. Органолептические показатели силосов из провяленного клевера

Варианты	Цвет	Запах	Структура	Плесень
Фаза бутонизации- начала цветения				
Без добавок	тёмно-зеленый	фруктовый	Сохранена	Нет
Биосиб	буро-жёлтый	свежего ржаного хлеба	Сохранена	В1 повт.

Силосование клевера в фазе полного цветения, как методом спонтанного брожения позволяло хорошо сохранить структуру исходного материала. Запах, соответственно, кислой капусты с легким запахом гнили и фруктовый с примесью запаха свежеспеченного хлеба.

Отличительным свойством свежескошенного сырья в фазе бутонизации является повышенная буферность, связанная с наивысшим содержанием сырого протеина и щёлочных элементов сырой золы.

При естественном снижении буферности и увеличение содержания сухого вещества у растений в фазу цветения свежескошенная силосуемая масса лучше подкислялась без внесения биологического препарата «Биосиб». Из-за слабой степени провяливания растений на ранней стадии развития процессы их консервирования мало отличались от обычного силосования. Подкисляющее действие препарата «Биосиб» не проявилось (табл.5)

Таблица 5. Кислотность силосов из свежескошенных многолетних бобово-злаковых травосмесей

Вариант силосования	Силосуемый растительный материал	
	Клевер луговой + злаки	Козлятник восточный + злаки
Фаза бутонизации- начало цветения		
Без добавок	4,4±0,02	4,8±0,00
Биосиб	4,3±0,14	5,4±0,14

В фазу цветения растений их силосуемость улучшалась из-за снижения влажности сырья (табл.6) при этом лучшее подкисление при консервировании клевера и козлятника обеспечивала смесь злаковых трав.

Таблица 6. Кислотность силосов из провяленных многолетних бобовых трав

Силосуемый растительный материал	Вариант силосования	
	без добавок	Биосиб
Фаза бутонизации		
Клевер луговой + злаки	4,3±0,02	4,3±0,04
Козлятник + злаки	4,5±0,10	4,4±0,26
Фаза цветения		
Клевер луговой + злаки	4,5 ± 0,02	4,5 ± 0,05
Козлятник + злаки	4,4 ± 0,08	5,6 ± 0,22

Следовательно, условием эффективного действия применяемых злаковых трав на процесс приготовления стабильного силоса являлось наличие в составе оптимального по влажности сырья достаточного количества легкогидролизуемых углеводов. Лучшие результаты получены при консервировании многолетних бобовых трав с добавлением к ним легкосилосующихся растений в соотношении 0,8:1 провяленном виде.

Кроме оптимальных значений рН надёжным ориентиром для оценки результатов брожения служат показатели отраслевого стандарта (ОСТ), по которому оценивается качество силоса.

В обе фазы вегетации силосование козлятника восточного с использованием биологических добавок не позволяло получить корма со стандартной кислотностью (рН 3,7-4,5). При этом если их применение в фазу бутонизации несколько улучшало подкисление массы, то в фазу цветения этого не наблюдалось.

Вероятно, это связано с тем, что в фазу бутонизации содержание сахара в растениях было большим, чем в фазу цветения. В этом случае некоторые преимущества получают молочнокислые бактерии и консерванты, обладающие подкисляющими свойствами. С уменьшением доли сахара в силосуемом сырье по мере созревания травостоя преимущество консервантов добавок уменьшается, что и отражают результаты опыта. В результате при спонтанном брожении силосуемое сырьё подкисляется даже лучше, чем при использовании различных добавок.

Литература

1. Бондарев, В.А. Повышение качества кормов из многолетних трав/ В.А. Бондарев, В.М. Косолапов, В.П. Клименко// Зоотехния.-2010.- №4.-С.10-12
2. Косолапов, В.М. Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук.- 2008.- №5.- С.20-24.
3. Лаптев, Г.Ю. Методические рекомендации по применению силосной закваски/ Г.Ю. Лаптев. В.В. Солдатова, С.С. Баренцев. А.В. Веселов.-Санкт-Петербург.- 2001.-8с.
4. Малинин, И. Так ли нужны консерванты? / И. Малинин// Животноводство Росси.- №3.-2014.-С.52-54.
5. Методические рекомендации по проведению опытов по консервированию и хранению объемистых кормов.- М.: ФГУ РЦСК.- 2008.- 67с.

УДК 636.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО ЗЕЛЕННОГО КОРМА (КЗК) В РАЦИОНАХ СУХОСТОЙНЫХ КОРОВ

Юлдашев К.С., к.б.н., Сорокина В.А., н.с.

ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия

Комплексная подготовка коров к лактации и кормление их в период сухостоя в основном определяют уровень молочной продуктивности. Кормление коров в сухостойный период должно компенсировать затраты питательных веществ в период прошлой лактации и обеспечить питание плода в последний период стельности.

Характер кормления животных оказывает также существенное влияние на их воспроизводительную способность. Особое внимание уделяется витаминному составу рационов. В зимне-стойловый период в рационах коров наблюдается их дефицит. Вследствие этого уменьшается уровень витамина А и каротина в крови в предродовой период.

Комбинированный зеленый корм, используемый нами ранее в рационах лактирующих коров и молодняка крупного рогатого скота, оказал положительное влияние на их продуктивность. В настоящем опыте поставлена цель изучить влияние КЗК, используемого в рационах сухостойных коров, на их воспроизводительную способность.

Объекты методы исследования

Исследования проводили на 20 сухостойных коровах черно-пестрой породы с продуктивностью 4500-5000 кг молока.

Для опыта были отобраны 2 группы по 10 коровы – аналога из каждой группы. Животные находились на 7-8 месячном периоде стельности. Животные формировались из клинически здоровых животных по принципу аналогов с учетом живой массы, возраста, молочной продуктивности за предыдущую лактацию.

Принципиальное различие в кормлении молочных коров между группами состояло в том, что животные контрольной группы получали основной рацион, а животные опытной – вместе с основным рационом полу-

чали КЗК в количестве 2,5кг на г/сут. Продолжительность учетного периода 45 дней. Проводилось постоянное наблюдение за состоянием здоровья животных, их поведением и поедаемостью кормов. Определялось продолжительность отела (часов), время отделения последа. По окончании подкормки КЗК, после отела зафиксированы даты осеменений, определены продолжительность сервис-периода и индекс осеменения. У трех коров из каждой группы взяты пробы крови для определения гематологических и биохимических показателей, а также каротина и витамина А в крови.

В опытах был обеспечен методический принцип «единства межгруппового различия» и наличия контрольных животных, позволившие получить объективные сравнительные экспериментальные данные и достоверные выводы на основе математической обработки с использованием статистических компьютерных программ (Н.А. Плохинский, 1970).

Результаты исследований.

Результаты опыта учитывались по показателям воспроизводства: продолжительность отела и выделения последа, продолжительности сервис-периода после проведения опыта и индекс осеменения, также по биохимическим и гематологическим показателям крови животных (табл.1.)

Таблица 1. Показатели воспроизводства подопытных животных

№ п/п коров	Продолжительность		Продолжительность сервис-периода, дней	Индекс осеменения (число осеменений)
	отела, час	отделения последа, час		
Контрольная группа				
1	4	6	78	2
2	6	8	81	3
3	8	5	69	2
4	5	9	85	3
5	7	12	79	3
6	12	10	120	4
7	6	7	90	3
8	3	5	71	2
9	9	8	98	4
10	5	5	61	2
М	6,5	7,5	83,2	2,8
Опытная группа				
1	5	3	61	1
2	4	6	72	2
3	3	5	58	1
4	6	3	63	2
5	4	4	60	2
6	5,5	7	57	1
7	7	2	49	1
8	5	4	57	2
9	3	3	62	2
10	4	5	70	3
М	4,65	4,2	60,9	1,7

Как видно из таблицы 1 показатели воспроизводства коров опытной группы были лучше, чем контрольной. Продолжительность отела меньше на 2 часа или на 30%, продолжительность отделения последа короче на 3,8ч или на 50,7%. В контрольной группе за время опыта произошло два неблагополучных отела, закончившихся родовспоможением. В опытной группе все отелы прошли благополучно. Продолжительность сервис-периода в последующую лактацию в опытной группе коров была короче на 10%, индекс осеменения меньше на 60,7%.

Биохимические показатели крови у животных опытной группы также выше, особенно по содержанию белка на 1,5% (табл.2).

Таблица 2. Биохимические показатели крови подопытных коров

№ п/п	Общий белок, %	Са, мг%	Р, мг%	Каротин, мг%
Контрольная группа				
1	7,64	10,1	5,1	0,352
2	7,64	4,5	5,1	0,328
3	6,14	9,5	5,3	0,381
М	7.14	8.03	5.17	0.354
Опытная группа				
1	10,14	11,00	5,70	0,404
2	28,14	12,50	6,10	0,364
3	7,64	10,10	5,10	0,405
М	8,64	11,20	5,63	0,391

Анализ гематологических показателей крови подопытных животных выявили существенные различия в пользу опытной группы по содержанию гемоглобина и эритроцитов, что можно видеть из табл. 3.

Таблица 3. Гематологические показатели крови подопытных животных

№ п/п	Гемоглобин, г/л	Эритроциты, млн/мм ³	Цветной показатель		Лейкоциты, тыс/мм ³
			по max норме	min норме	
Контрольная группа					
1	104	6,04	0,93	1,04	8,45
2	100	6,13	0,98	1,09	7,55
3	104	6,49	0,99	1,11	7,20
М	102,7	6,22	0,97	1,08	7,72
Опытная группа					
1	110	6,84	0,99	1,12	7,85
2	110	6,51	0,95	1,06	7,05
3	108	6,69	0,99	1,10	7,45
М	109,7	6,68	0,98	7,09	7,45
К кон-тролю	+7,0	+0,46	+0,01	+0,01	-0,28

Анализ данных по изучению влияния КЗК на физиологическое состояние и воспроизводительные способности коров показывает, что добавка КЗК к рационам сухостойных коров в количестве 2,5 кг/гол обеспечива-

ет улучшение воспроизводительной способности коров, а также биохимических и гематологических показателей крови животных опытной группы.

Следовательно, КЗК является хорошим биологически активным кормом и его целесообразно использовать в рационах сухостойных коров.

Литература

1. Алиев, Ш.А. Полноценные корма для животных/ Ш.А. Алиев, Н.П.Самкин// Агробиохимический вестник.-2000.-№4.-С.38-39
2. Барта Я. Нетрадиционные корма в рационах сельскохозяйственных животных/ Я.Барта, К.Бодя. Я. Бергер и др.//М., Колос.-1989.- 271С.
3. Плохинский, Н.А. Руководство по биометрии для зоотехнико. М.: Колос.-1969.- 255С.
4. Технологические регламенты производства новых видов органических удобрений и кормовых добавок методические рекомендации //Н.Г. Ковалёв, К.С.Юлдашев, Б.М. Малинин и др.Тверь.-2005-35С

УДК 636.085

АНАЛИЗ РАЦИОНОВ КОРОВ И КАЧЕСТВО КОРМОВ

В АО «АГРОФИРМА ДМИТРОВА ГОРА»

Журавлева М.Е., гл. зоотехник, *АО ПЗ «Агрофирма Дмитрова Гора*

Абрамян А.С., д.с.-х.н., эксперт-консультант, *ООО «Тагрис»*

Сударев Н.П., д.с.-х.н., профессор, *ФГБОУ ВО Тверская ГСХА*

Абылкасымов Д., д.с.-х.н., профессор, *ФГБОУ ВО Тверская ГСХА*

В соответствии с требованиями современной технологии содержания и кормления скота, в АО «Агрофирме Дмитрова Гора», выделены следующие технологические группы: телята 0 - 2 дня, телята 2 дня – до 2 мес., телята 2-4 мес., молодняк 4-6 мес., молодняк 6-9 мес., молодняк 9-15 мес., тёлки группы осеменения, нетели, коровы лактирующие 10-90 день (раздой), стабилизация лактации 91-200 день, окончание лактации 201-320 день, группа запуска: «коровы сухостой-1» 60-21 день до отела, «коровы сухостой-2» 20-0 дней до отела. В зависимости от ситуации могут выделяться новые группы.

Надой на 1 корову составляет более 9,5 тыс. кг молока в год и тщательное балансирование рационов является необходимым условием раскрытия генетического потенциала, сохранения здоровья, осеменяемости, продуктивного долголетия и получения качественного молока и полноценного приплода. Рационы технологических групп корректируются с учетом «Рекомендаций по детализированному кормлению молочного скота», (Дубровицы, ВИЖ им. Л.К.Эрнста, 2016). Для анализа рационов используются также дополнительные показатели, рассчитанные Программой HYBRIMINComputer + Programmer, например, % нерасщепленного белка, электролитный баланс и др.

Качество кормов определялось в одной из наиболее оснащенных лабораторий России – ВЛГГАгрохпертус, М., Куркино. В среднем, за 5 лет, расход кормов, в расчете на 1 корову, составил 92,5ц к.ед в год. Объемистые корма, заготавливаемые на зимний период, в основном 1 и 2 классов. Класс определялся по новым действующим стандартам на корма, подготовленным сотрудниками ВИКа им. В.Р.Вильямса, ВИЖа им. Л.К.Эрнста и ВНИИБиФП животных – ГОСТ Р 55986 - 2014 «Силос из кормовых растений» и ГОСТ Р 55452-2013 «Сено и сенаж. Технические условия»

Фактором, понижающим класс сена из многолетних злаковых трав, является низкое содержание в сухом веществе корма (СВ) «сырого» протеина (120 г против 130 г для 1 класса) и повышенное содержание «сырой» клетчатки (300 г против 290 г для 1 класса). Это указывает на запаздывание с уборкой и несоблюдение оптимальной для злаковых трав фазы – не позднее начала выметывания (колошения). Сенаж из многолетней бобово-злаковой травосмеси в рулонах, обернутых самоклеющейся пленкой, также как и силос из бобово-злаковой смеси, соответствовал требованиям 1 класса и использованию для высокопродуктивных коров и выращиваемого молодняка.

Силос из кукурузы был хорошего качества, без накопления масляной кислоты, с малым количеством «сырой» клетчатки, высокой концентрацией обменной энергии (ОЭ) в сухом веществе – 10,3 МДж, но не соответствовал 1 классу по показателям концентрации в сухом веществе «сырого» протеина – 76 г/кг при требовании 80, и по массовой доле молочной кислоты в общем количестве кислот (молочной, уксусной, масляной) – 66% против 70% по норме для 1 класса.

Для того, чтобы отелы проходили без осложнений у коров технологической группы «сухостой-2», рН мочи должен быть пониженным, в пределах 6,5-7,0. Для этого катионно-анионный электролитный баланс должен составлять (-100 ± 50) в молекулярных эквивалентах на 1кг СВ. В представленном рационе электролитный баланс определен величиной 98 мэкв. Для того, чтобы он стал отрицательным, в рацион сухостойной коровы за 20 дней до отела рекомендуется добавлять анионные кислые соли, в количестве 150г/гол. в сутки. Например, NUTRISAV или МИНВИТ 5-2 «Электролитный баланс». При этом в день отела важно изменить величину баланса на положительную, во избежание признаков ацидоза, введением в рацион пищевой соды, в количестве 150г/гол. в сутки, для достижения величины 200 ± 50 мэкв и рН мочи лактирующих коров 8-9. Кроме перечисленных ингредиентов в рацион сухостойных коров включаются соль поваренная и монокальцийфосфат, в количестве 0,06 и 0,05кг соответственно. Правильное сбалансированное кормление нетелей и коров в сухостойный период оказывает решающее влияние на качество молозива, уровень будущей молочной продуктивности, продолжительность сервис периода и здоровье приплода.

Проведем анализ рационов кормления лактирующих коров в наиболее напряженную часть транзитного периода.

1. Рацион коров технологической группы «Раздой»; живая масса 600кг, жир молока 3,80%, белок 3,35%; удой 45кг, 3 лактация, 40 день

Корма и добавки	СВ в 1 кг, г	СВ итого, кг	Доля, кг	Цена, руб.	
				1 кг	Кормов рациона
Силос кукурузный	360	23,96	11,0	1,63	17,93
Сенаж бобовозлаковый, рулоны	480	9,36	19,5	2,01	39,19
Жом сухой	880	1,58	1,8	7,29	13,12
Шрот подсолнечника, СП 38%	894	1,34	1,5	15,79	23,69
Шрот соевый, СП 49%	870	2,44	2,8	39,34	110,15
Пшеница плющенная	663	1,33	2,0	6,36	12,72
Кукуруза зерно	870	3,48	4,0	10,49	41,96
Меласса свекольная	750	0,64	0,85	6,73	5,72
Кормосмесь 1,21	891	4,46	5,0	14,80	74,00
Глицерин пищевой	850	0,26	0,3	40,00	12,0
Гепатопротектор	990	0,1	0,1	249,74	24,97
ИТОГО	-	28,95	48,85	-	375,45

При анализе рациона технологической группы «раздой» (10-90 день лактации), отмечаем соответствие норме по основным показателям питательности: ОЭ, СП, ПП, Са и витаминам. За счет добавки соевого шрота с высокой концентрацией протеина защищенного в рубце, в рационе повышается % нерасщепляемого белка. А для уменьшения дефицита сахара можно увеличить дачу мелассы до 1-1,2кг. Концентрация ОЭ в СВ достаточно высокая – 10,4 МДж/кг СВ, но достичь рекомендуемых 11,2 МДж при сохранении необходимого количества объемистых кормов трудно. Положительным является включение в рацион гепатопротектора, а так же наличие в составе кормосмеситоксинуловителя, так как в кормах встречаются плесневелые и загрязненные куски. Как было изложено выше, после отела, для повышения катионно-анионного баланса до +150-200, (в фактическом рационе 91 мэкв/кг св), необходимо вносить в миксер для коров на раздое и стабилизации лактации пищевую соду в количестве 150г на гол. в сутки. Глицерин в этот период является нужной добавкой для обеспечения коровы энергией и предотвращения кетоза. Можно также рекомендовать пропиленгликоль сухой, в дозе 0,3 кг на гол. в сутки. Он легче смешивается и более эффективен как энергетическая добавка. Кроме перечисленных ингредиентов в рацион включаются соль поваренная и дикальцийфосфат, в количестве 0,15 и 0,2 кг соответственно.

2. Питательность рациона технологической группы «Раздой»

Показатель	Значение	Показатель	Значение	Показатель	Значение
СВ, г	28950	Са, г	240, 1	Клетчатка сырая	3046
СВ, %	59,3	Р, г	95, 7	NDF, g	5940
ОЭ, МДж	301	Са : Р	2,51 : 1	ADF, g	3221
КОЭ, МДж/кг СВ	10,4	Mg, г	75, 4	Витамин А, МЕ	247000
Сырой протеин, г	4286,8	Крахмал, г	7094	D, МЕ	31000
Переваримый протеин, г	2820,3	Сахар, г	1252,6	E, мг	1030
Нерасщепляемый белок, %	31,4	Жир сырой, г	1004	Электролитный баланс, мэкв	91

Можно констатировать, что в целом кормление маточного поголовья в АО Агрофирме Дмитрова Гора налажено хорошо, о чем свидетельствуют высокая молочная продуктивность коров и среднесуточные приросты у молодняка. Требуется лишь некоторые, изложенные выше коррективы. Проведенное исследование указывает на то, что правильное кормление содействует раскрытию генетического потенциала высокопродуктивного скота АО Агрофирмы Дмитрова Гора.

Литература

1. Абрамян А.С. Современные требования к питательности кормов и кормлению высокопродуктивных коров/ А.С.Абрамян, А.В.Мишуков //Сб. науч. стат.по мат. УП межд.науч.-практ.конф.-Тверь,2016.-с.8-11.
2. Головин А.В.Эффективность кормления молочных коров по разработанным нормам/ А.В.Головин, А.С.АникинН.Г.Первов //Мат. конф. пос. 120-лет. М.Ф.Томмэ. - Дубровицы, 2016.-с. 63-68.
3. ГОСТ Р 55452 - 2013 «Сено и сенаж. Технические условия», ГОСТ Р 55986 - 2014 «Силос из кормовых растений».

УДК 636.085

СХЕМА СОДЕРЖАНИЯ КОРОВ ПО ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ГРУППАМ В ВЫСОКОПРОДУКТИВНОМ СТАДЕ

Ионова Л. В., к.с.-х.н., вед.зоотехник,

ОАО «Московское» по племенной работе

Абылкасымов Д., д.с.-х.н., профессор, *ФГБОУ ВО Тверская ГСХА*

Юлдашев К.С., к.б.н., ст.н.с., *ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия*

Одним из главных факторов улучшения репродуктивной функции высокопродуктивных коров является технология содержания коров в период их производственного использования. Содержание дойного стада осуществляется обычно в смешанной форме, то есть с точки зрения производственного процесса и кормление коров происходит без учета физиологического состояния коровы после отела. Отсюда и в стадах высокопродуктивных голштинизированных коров появляются так называемые «проблемные» животные по воспроизводительным качествам. В то же время

исследователями-животноводцами было отмечено, что коровы в разные периоды после сухостоя дают молоко и потребляют корма с разной степенью интенсивности. В связи с этим мы предлагаем технологию содержания коров по физиологическим группам, которая в отличие от смешанного содержания позволяет индивидуализировать рацион дойных коров, оптимизировать качество и объем получаемого молока и, главным образом, улучшить репродуктивную функцию высокопродуктивных голштинизированных животных с удоем более 8000кг молока за стандартную лактацию.

Суть содержания коров по физиологическим группам состоит в том, что дойное стадо делится на 5 групп:

I. Первая группа коров, называется «группой раздоя», характеризуется наибольшим удоем среди остальных групп. Коровы поступают в эту группу на 8-10 день после отела в ослабленном состоянии. Высокая продуктивность этой группы неизбежно ведет к снижению живой массы дойных коров, и даже правильно подобранный рацион в нужном объеме не может компенсировать потерю энергии. Поэтому основной целью содержания коров в первой физиологической группе (помимо получения молока) является тщательное выхаживание коров. Продолжительность содержания коров в этой группе составляет 90 дней (10 по 100 день после отела).

II. Вторая группа характеризуется меньшим удоем. В этот период коровы начинают набирать вес, так как снижение удоа ведет и к снижению энергетических затрат. Основной целью этой группы является недопущение снижения суточного удоа более 8% в месяц. Длительность периода составляет 100 дней (101-200 день после отела).

III. Третья группа характеризуется наименьшим удоем. Так же, как и для второй группы, основной целью этой группы является недопущение снижения уровня удоа более 10% в месяц. В этой группе происходит профилактика мастита, дальнейший набор коровами массы, подготовка к отелу. Продолжительность нахождения коров в этой группе – 104 дня (201-305 день).

Однако, практика разведения высокопродуктивных голштинизированных коров (племзаводы ЗАО «Калининское», ЗАО «Агрофирма Дмитриева Гора») показывает, что длительность межотельного интервала высокая – 430-440 дней, за счет продолжительного сервис-периода (150-160 дней). В таких случаях продолжительность пребывания коров в третьей группе увеличивается, соответственно, до 180 дней (201-380 день). Это приводит к резкому снижению надоя коров в расчете на 1 день их продуктивного использования.

IV. Четвертая группа – это сухостойные коровы. В среднем сухостой длится 60 дней, около 40 дней (306-345 день) из которых приходится на данную группу. Целью содержания коров в данной группе является недопущение чрезмерного роста плода коровы, что вызывается излишней упитанностью и чревато трудным отелом с последующими осложнениями.

Рацион коровы в этой группе должен быть сбалансирован микроэлементами, в частности магнием и содержать минимальное количество концентрированного корма.

V. Пятая группа – родильная. Коровы находятся в ней примерно 20 дней до отела и до 10 дней после него для вскармливания приплода молозивом. За 20 дней до отела корову начинают переводить на рацион первой группы. Объем концентрированного корма постепенно увеличивают до 3-4кг в день. Целью содержания коров в этой группе является появление приплода без дополнительной помощи извне.

Схема содержания по физиологическим группам представлена в таблице 1.

Таблица 1. Схема содержания коров по физиологическим группам

Группа	Назначение группы коров	Продолжительность периода, дней	Цель содержания
1	Группа раздоя с наибольшим удоем	90 (с 10 по 100 день)	Тщательный уход и высокий уровень кормления
2	Дойные с умеренным удоем	100 (с 101 по 200 день)	Недопущения снижения суточного удоя более 8-10%
3	Дойные со снижающим удоем	104 (с 201 по 305 день)	Недопущения снижения суточного удоя более 10-14%
4	Сухостойные коровы	40 (с 306 по 345 день)	Недопущения чрезмерного роста приплода
5	Глубокостельные иновотельные коровы	20 (с 346 по 365 день)	Рождение приплода без дополнительной помощи извне

С точки зрения технологии получения молока, содержание коров по физиологическим группам способствует по сравнению со смешанным содержанием, повышению продуктивности, улучшению состояния здоровья и воспроизводительной способности коров, рождению более здорового приплода, экономии концентрированных кормов в период сухостоя и др. С точки зрения финансового и управленческого учета содержание коров по физиологическим группам должно предусматривать ведение учета затрат и калькуляцию себестоимости по каждой физиологической группе в отдельности.

Разные условия содержания коров в группах, в частности разный рацион кормов, - наиболее расходная статья затрат для хозяйства молочного животноводства - предполагают получение разной себестоимости молока в группах.

Таким образом, предлагаемая схема содержания высокопродуктивных дойных коров по физиологическим группам, несомненно, должна повысить воспроизводительную способность коров и, соответственно, выход телят на 100 коров.

РАЗДЕЛ VI. Научные основы землепользования на торфяных почвах

УДК 631.4

ВИДОВОЙ СОСТАВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ЯХРОМСКОЙ ПОЙМЫ

Рабинович Г.Ю.¹, д.б.н., профессор., Бородкина Р.А.^{1,2}, к.б.н.,
Позднякова А.Д.¹ к.б.н.

¹ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия

²Кафедра экологии, Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал) Астраханского государственного технического университета, г.Дмитров, Россия

Торфоболотные ландшафты России – это уникальные природные образования, отличающиеся от всех других наземных экосистем, в том числе и видовым составом своих биоценозов. После проведения осушительных работ на торфоболотных ландшафтах нарушается сложившийся в течение тысячелетий экологический баланс территории, происходят коренные изменения в болотных биогеоценозах.

Степень изменения экосистем при формировании мелиоративных агроландшафтов определяется качеством проведения мелиоративных работ, сроком их эксплуатации и спецификой использования в сельскохозяйственном производстве.

Чрезмерная интенсификация производства на осушенных торфяных землях приводит к сработке и непроизводительному расходу органического вещества торфов, возникновению токсичности почв и почвоутомлению, снижению биологической активности почв.

Биогенная составляющая экосистем подвергается постепенному уничтожению. Биоценоз представляет собой совокупность растений, животных, грибов и микроорганизмов, совместно населяющих участок земной поверхности и характеризующихся определенными отношениями как друг с другом, так и с совокупностью абиотических факторов

Территория Яхромской поймы относится к длительно используемой в сельскохозяйственном производстве и на ее примере можно наиболее ярко представить последствия антропогенного воздействия на биоценозы. Поскольку Яхромская пойма интенсивно используется в производстве овощных культур, то естественные биоценозы торфяных почв сохранились только на отдельных участках поймы – редких островков целины, а также на избыточно увлажненных участках притеррасной части поймы, где преобладают многолетние травы (таблица 1).

Как можно видеть, наибольшее видовое разнообразие высшей растительности выявлено на целинном участке и в притеррасной части поймы, где были наиболее благоприятные условия увлажнения для их роста и раз-

вития. Наименьшее количество видов обнаружено в агроценозах, где интенсивно применялись механические обработки против сорняков и гербициды.

Таблица 1 – Видовой состав растительности Яхромской поймы

Название	Участки Яхромской поймы			
	Целина	Притеррасная часть	Прирусловая часть	Центральная часть
<i>Chnopodium album</i> L .	+	+		
<i>Stella riamedia</i> L.	+	+	+	
<i>Ranunclus repens</i> L.	+	+		+
<i>Galejpsis</i> L.		+	+	+
<i>Taraxacumofficinale</i> Hill	+	+	+	+
<i>Urticaurens</i> L.	+	+	+	+
<i>Plantagomajor</i> L.	+	+	+	
<i>Arctium minus</i> Hill	+		+	+
<i>Cirsium heterophyllum</i> L	+	+	+	+
<i>Epilobium angustifo</i> L	+	+		
<i>Polygonum</i> L.	+	+	+	+
<i>Vicia villosa</i> Hill.	+	+	+	+
<i>Stella riamedia</i> Hill.	+	+		
Всего	12	12	9	8

Виды растений: *Taraxacumofficinale*, *Urticaurens*, *Cirsium heterophyllum*, *Polygonum*, *Vicia villosa* встречаются на всех участках Яхромской поймы.

Наибольшая биомасса высшей растительности отмечена на целинном участке Яхромской поймы – 2914 г/м². В притеррасной части биомасса растительности несколько снижается и составляет 2366г/м². Прирусловой и центральный участок характеризуются наименьшей биомассой – 1735 г/м² и 1346 г/м² соответственно (таблица 2).

Особое значение в структуре микрофлоры торфяных почв занимают почвенные водоросли, объединяемые понятием альгофлора. При этом выявлено, что они обладают высокой чувствительностью к антропогенному воздействию, и в условиях интенсивного сельскохозяйственного использования торфяных почв их состав сильно меняется.

В процессе осушения происходит формирование почвенных альгосинузий, обогащение сообществ зелеными, желто-зелеными и сине-зелеными водорослями.

В изученных нами почвах агроэкосистем Яхромской поймы обнаружено большое число видов водорослей, которые встречались чаще в слое почв 5-7 см. Плодородная почва с целинного участка характеризуется

наибольшим разнообразием сообществ водорослей. Здесь обнаружены представители 8 видов почвенных водорослей из 4-х отделов (табл. 3).

Таблица 2–Биомасса основных видов растений Яхромской поймы, г/м²

Название	Участки Яхромской поймы			
	Целина	Притеррас- ная часть	Прирусловая часть	Центральная часть
<i>Chenopodium album</i> L	370	264		
<i>Stellaria media</i> L	240	205	184	
<i>Ranunculus repens</i> L	185	120		120
<i>Galeopsis</i> L		145	143	128
<i>Taraxacum officinale</i> Hill	320	282	200	203
<i>Urtica urens</i> L.	330	296	245	225
<i>Plantago major</i> L	107	180	223	
<i>Arctium minus</i> Hill	257		260	244
<i>Cirsium heterophyllum</i>	180	221	205	210
<i>Epilobium angustifolium</i>	230	200		
<i>Polygonum</i> L.	355	153	180	111
<i>Vicia villosa</i> Hill	452	160	95	105
<i>Stellaria media</i> Hill	165	140		
Общая биомасса	2914	2366	1735	1346

Таблица – 3 Динамика видового состава альгофлоры в почвах Яхромской поймы

Название водорослей	Целина		Центральная часть		Прирусловая часть		Притеррасная часть	
	Июнь	Июль	Июнь	Июль	Июнь	Июль	Июнь	Июль
<i>Microcoleus vaginatus</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Phormidium autumnale</i>	+	-	-	-	+	-	+	-
<i>Heterothrix exilis</i>	+	-	+	+	-	+	+	+
<i>Tribonema vulgare</i>	+	+	+	-	+	-	+	+
<i>Anrastrodesmus alcatus</i>	+	+	-	-	-	-	+	+
<i>Chlorella vulgaris</i>	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Pinnularia borealis</i>	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>Nitzschia</i> sp	+	+	+	-	+	+	+	+
<i>Hantzschia amphioxys</i>	+	-	-	-	+	+	-	-
<i>Navicula mutica</i>	+	-	+	+	-	-	+	-
Общее число видов	8	4	6	4	7	4	7	4

Основная часть их относится к диатомовым, желто-зеленым, остальные отделы представлены единичными видами.

Среди диатомовых присутствуют главным образом гигрофильные и амфибиальные виды – *Pinnularia borealis*, *Nitzschia sp*, среди желто-зеленых – *Tribonema vulgare*. Комплекс доминантов сообществ водорослей почвы центральной части поймы сформирован диатомовыми – *Navicula mutica* и зелеными – *Chlorella vulgaris*. Здесь также встречаются желто-зеленые водоросли, а сине-зеленые водоросли отсутствуют.

Видовой состав альгофлоры торфяных почв прирусловой части поймы разнообразнее по сравнению с почвами центральной части поймы.

По числу видов преобладают диатомовые водоросли: *Pinnularia borealis*, *Hantzschia amphioxys*, *Navicula mutica*. Здесь получили развитие сине-зеленые водоросли *Microcystis sp*, *Phormidium autumnale*, а представители отдела зеленых водорослей не обнаружены.

Альгофлора почв притеррасной части поймы представлена семью видами представителей всех четырех отделов. Среди диатомовых водорослей встречены главным образом *Pinnularia borealis*, *Nitzschia*. Сине-зеленые представлены в основном видами *Phormidium autumnale*, в составе желто-зеленых присутствуют *Heterothrix exilis*, *Tribonema vulgare* – типичные почвенные виды. Основная часть зеленых водорослей представлена видом – *Anrastrodesmus falcatus*.

Нами было выявлено снижение видового разнообразия на всех участках агроценозов в июле, что связано с аномально высокими температурами воздуха и почвы в этот период и недостаточным количеством влаги.

Также можно отметить, что на торфяных почвах Яхромской поймы сине-зеленые водоросли развиты слабо, так как высокая кислотность этих почв ограничивает их развитие.

Таким образом, выявлено значительное снижение как видового многообразия биоценозов торфяных почв при интенсивном сельскохозяйственном их использовании, так и их биомассы.

УДК 631.445

ОСОБЕННОСТИ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ЯХРОМСКОЙ ПОЙМЫ РАЗНОГО ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Широкова Е.В., к.с.-х.н., Мусекаев Д.А., к.с.-х.н.,

Анциферова О.Н., к.с.-х.н., Магарышкина Л.С.

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

Пойма реки Яхромы подразделяется по ландшафтно-экологическому залеганию на прирусловую, центральную и притеррасную части. Прирус-

ловая часть поймы сложена аллювиальными легкосуглинистыми отложениями (торфоземы агроминеральные: контуры IV_A, IV_{AT}). Центральную часть занимают низинные торфяные почвы (контуры II – III), развитые надревесно-осоковых (травянистых) и древесных торфах (рис. 1). Притеррасная часть поймы (контуры I, I_{Ca}, I_{Fe}) представлена низинными торфяными почвами, развитыми на гипновых и разнотравно-гипновых торфах. Здесь часто происходит выклинивание карбонатных грунтовых вод, а иногда и железистых [1].

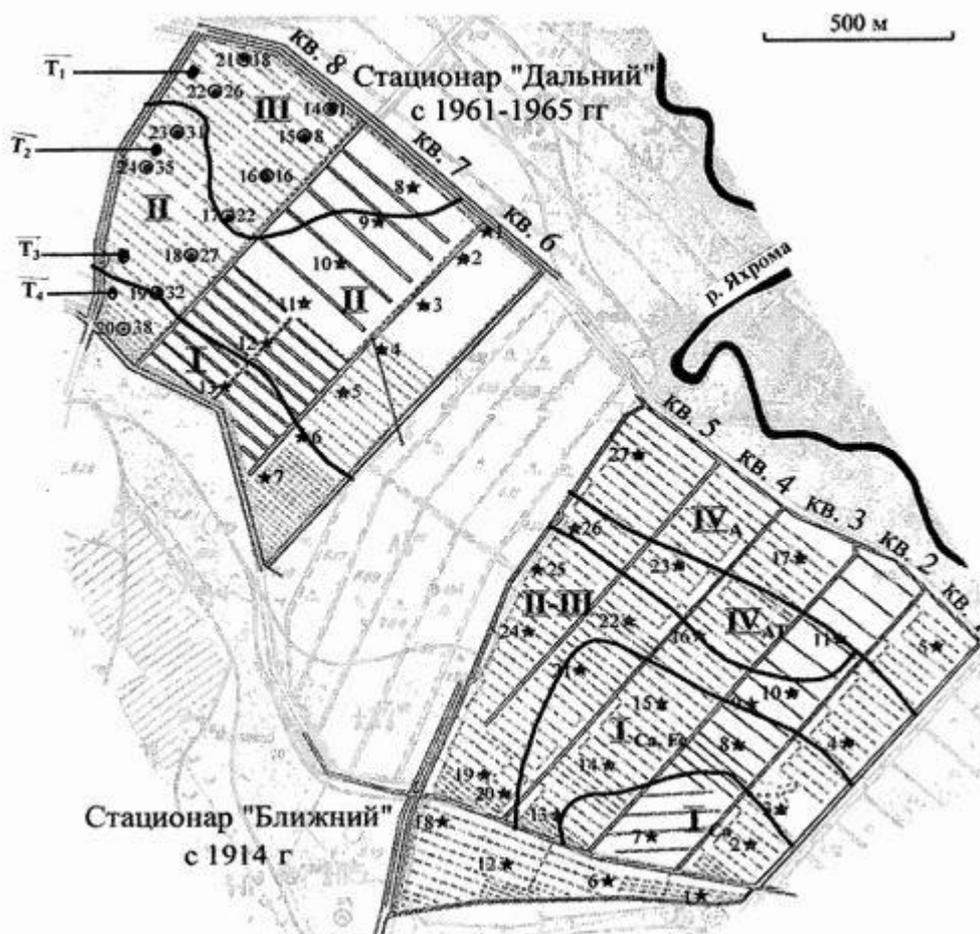


Рис. 1 Схема залегания торфяных почв по элементам рельефа поймы
Притеррасная часть поймы: почвенные контуры: I, I_{Ca}, I_{Fe} – низинные торфяные почвы на разнотравно-гипновых и гипновых торфах; **центральная часть поймы:** II – низинные торфяные почвы, развитые на древесном торфе, подстилаемые залежью осокового торфа; III – низинные торфяные почвы на мощном древесном торфе; **прирусловая часть поймы:** IV_A, IV_{AT} – торфоземы агроминеральные; T₁–T₄: участки замера УГВи отбора почвы на влажность; T₂, T₃ – размещение полевых опытов

Согласно исследованиям, проводимым в ЦТБОС (ныне Дмитровский отдел ФГБНУ ВНИИМЗ) торфяные низинные почвы, развитые на древесно-осоковом (травянистом) торфе, относятся к лучшим среди торфяных почв. Они наиболее плодородны, меньше подвержены сработке, легче других поддаются окультуриванию. Степень разложения торфа пахотного го-

ризонта обычно высокая и достигает 40-60%. Зольность торфанаходится чаще всего в интервале 15-30%, но может достигать в пахотном горизонте в некоторых случаях более 30%. Мощность торфяной залежи в среднем имеет глубину около трех метров, хотя часто достигает больших глубин, до 6м и более.

Именно свойства древесного и древесно-осокового торфа: высокая степень разложения и зольность, большая мощность торфяной залежи определяют высокое плодородие низинных торфяных почв центральной части поймы, их долготлетие и позволяют выращивать на них пропашные, в том числе и овощные культуры.

Эти почвы богаты азотом (2,17-2,44%), содержат большое количество нитратов. Содержание фосфора зависит от питания грунтовых вод, обогащенных фосфором или присутствия в торфяной залежи минералов, содержащих фосфор. В торфяных почвах, сформированных на древесных и древесно-осоковых торфах, содержание фосфора колеблется от 0,57 до 0,95%, содержание калия от 0,35 до 0,55%. Реакция среды слабокислая (рН 5,5 -5,8) [2].

Для торфяных почв, сформированных на древесных и разнотравно-гипновых торфах, характерны и существенные различия в водном режиме. Торфяные почвы центральной части поймы хорошо осушены и имеют уровень грунтовых вод в течении вегетативного периода в среднем на глубине 100-120см, а в очень сухие периоды и годы УГВ может опускаться до 140см. Такая норма осушения благоприятна для овощных культур.

Торфяные почвы, сформированные на осоково-гипновых и гипновых торфах притеррасной части поймы, имеют значительно меньшее исходное плодородие, более низкое содержание подвижных форм азота, образующихся в процессе минерализации. Степень разложения торфа не выше 25-30%. Гумус этих почв биохимически неустойчив; эти торфа легче и быстрее чем древесные подвергаются деградации. На торфяных почвах притеррасной части поймы, даже при заложении дренажа через 15 м чаще всего не обеспечивается необходимой нормы осушения для овощных культур. Во влажные годы УГВ не опускается ниже 40-60см, в сухие может находиться на уровне 80-100см.

Несмотря на то, что торфяные почвы центральной и притеррасной частей поймы очень сильно отличаются по показателям плодородия, нами никогда не проводилась сравнительная оценка продуктивности этих почв по урожайным данным. Дело в том, что мы всегда считали, что торфяные почвы притеррасной части, должны использоваться в качестве сенокосов и пастбищ, чтобы не подвергать их излишней деградации.

Однако в 90-ые годы прошлого столетия ситуация изменилась и в сельском хозяйстве РФ, в целом, и в бывших пойменных совхозах Дмитровского района, в частности. Стада КРС повсеместно стали ликвидировать как убыточные. Сенокосы и пастбища стали не нужны. Овощные

культуры начали размещать и в притеррасной части поймы. Появилась необходимость разработать систему удобрений овощных культур для торфяных почв притеррасной части поймы и изучить отличительные особенности торфяных почв на этих участках.

В задачу исследований входило: изучить динамику мелиоративных характеристик низинных торфяных почв центральной и притеррасной частей поймы в течение вегетационного периода, оценить сравнительную продуктивность торфяных почв и эффективность минеральных удобрений в посевах моркови на участках разного ландшафтно-экологического состояния.

Исследования проводились в 2007 году на стационаре «Дальний» (квартал 8). Учет урожайных данных проведен за один день по всем кварталам участков «Ближний» и «Дальний» землепользования Дмитровского отдела ФГБНУ ВНИИМЗ, где были посеы моркови.

Вегетационный период 2007 года был достаточно сухим, поэтому на самых высоких точках центральной части поймы (точка Т1) показатели УГВ несколько отличались от среднестатистических значений: в июле значения этого показателя держались в пределах 110-140 см, в конце июня и в августе были зафиксированы значения УГВ ниже 140 см (в магистральном канале даже до 170 см). в опыте 1 (точка Т2) УГВ был в пределах 100-120 см. В конце вегетационного периода (конец августа-начало сентября) отмечено снижение УГВ до 130-135 см. В конце июня зафиксирован самый низкий УГВ для этого участка -140 см (рис. 2).

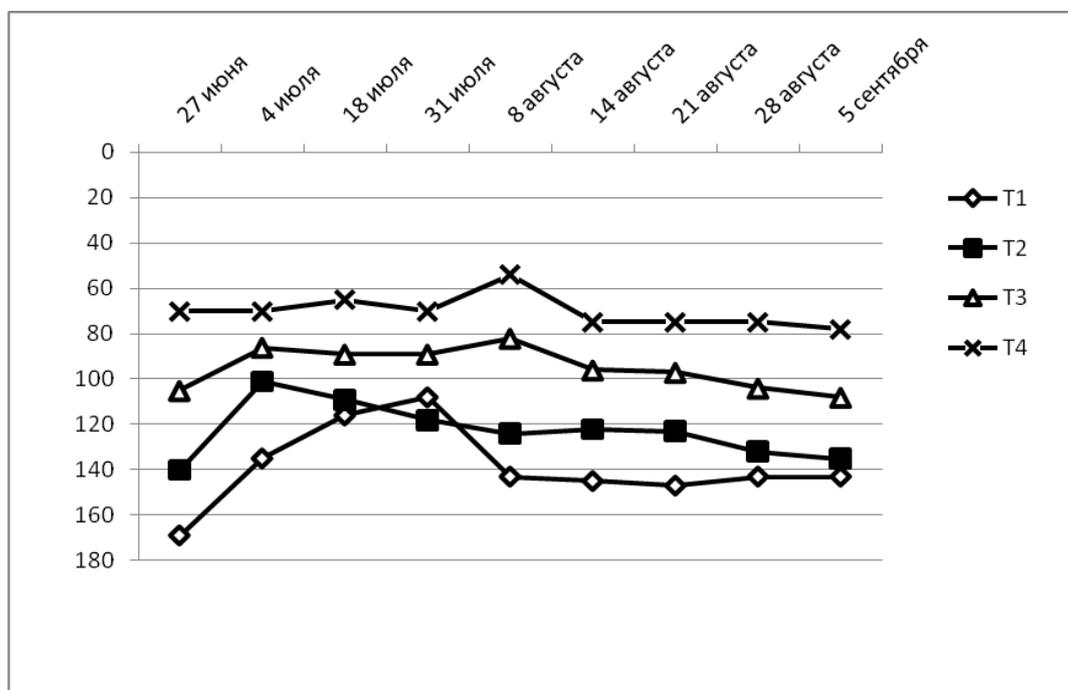


Рисунок 2. Динамика УГВ торфяных почв разного ландшафтно-экологического залегания

T1- древесный торф, T2- разнотравно-древесный торф (центральная часть поймы), T3 -разнотравно-гипновый торф: пашня. T4 – залежь (притеррасная часть поймы)

На торфяных почвах, прилегающих к притеррасной части поймы (точка Т3), УГВ поднимался в течение вегетационного периода до 80-100 см, в наиболее сухие периоды опускался до 107-110 см. Для более низких участков притеррасной части поймы, точка Т4. динамика УГВ в течение вегетационного периода сохранялась, но в целом УГВ повышалась до 70-75 см, поднимаясь в наиболее влажные периоды почти до 50 см и снижаясь в наиболее сухие периоды до 78 см.

Из рисунка 2 видно, что наиболее высокая норма осушения характерна для торфяных почв, сформированных в центральной части поймы, наименьшая соответствует травяно-гипновым и, особенно, гипновым торфам, примыкающим к притеррасной части поймы. Торфяные почвы, сформированные на разнотравно-древесных торфах, занимают промежуточное положение, но ближе к древесным торфам, что согласуется с усредненными данными, полученными ранее [1].

Указанные выше разновидности отличаются и влажностью почвенного профиля. Меньшая влажность отмечена для торфяных почв, сформированных на древесных торфах, максимальная на торфяниках, прилегающих к притеррасной части поймы. Для сравнения приводим влажность пахотных горизонтов на 27.06.07. На глубине 0-5см эти величины составляют для торфяных почв центральной части – 33,3%; притеррасной – 49,8%; На глубине 5-10см влажность равна, соответственно, 80,7 и 105,2%; на глубине 10-20см – 113,9 и 108,4%; для глубины 20-30см, соответственно, 86,4 и 89,0 % (табл.1).

Таблица 1 – Динамика влажности пахотного горизонта торфяных почв разного ландшафтно-экологического залегания по элементам поймы

Глубина, см	Сроки отбора						
	18.06	27.06	04.07	17.07	31.07	14.08	28.08
Торфяные почвы центральной части поймы							
0 - 5	47,49	33,26	57,94	53,05	60,68	47,62	37,22
5 - 10	46,44	80,70	87,40	124,31	79,11	83,97	96,40
10 - 20	106,40	113,90	143,05	96,53	81,52	65,86	87,27
20 - 30	71,17	86,43	139,06	90,12	100,84	97,49	123,68
Торфяные почвы притеррасной части поймы							
0 - 5	76,95	49,80	72,83	126,24	108,82	117,52	64,02
5 - 10	129,99	105,17	91,64	134,22	118,45	142,09	111,48
10 - 20	143,70	108,43	132,33	137,19	104,95	135,89	134,21
20 - 30	144,50	89,02	149,20	141,70	126,02	159,81	128,54

Уровень грунтовых вод и влажность почвы является одними из самых важных мелиоративных характеристик торфяных почв, определяющих во многом важнейшие свойства торфяников: скорость разложения органического вещества торфа, деградацию торфяных почв, возможность

возделывания определенных групп культур, пищевой режим почв и способность растений поглощать из почвы элементы питания.

Плодородные низинные торфяные почвы лучше всего подходят для выращивания моркови. Недаром морковь называют болотным корнем. Морковь, в отличие от капусты и свеклы, значительно меньше отзывается на внесение минеральных удобрений, но очень требовательна к почвенному плодородию, хорошо усваивая элементы питания из торфяных почв. С этой точки зрения культура моркови очень хорошо подходит для оценки уровня плодородия торфяных почв.

Нами была произведена сравнительная оценка продуктивности торфяных почв в производственных посевах Дмитровского отдела ФГБНУ ВНИИМЗ. Учет биологического урожая моркови проводился в центральной и притеррасной частях поймы на двух стационарах, повсем кварталам, где были посева моркови. Учет проводился на грядах, длиной 1 м, с учетом междурядий площадь учета составляла 1,4 м². Повторность учета трехкратная. На участках, где проводился учет, удобрения не вносились.

Оценка урожайности моркови показала, что максимальный урожай корнеплодов обеспечили торфяные почвы центральной части поймы, сформированные на древесных и древесно-осоковых торфах, в среднем – 45,0 т/га. Гораздо меньшие урожаи были получены в притеррасной части поймы, в среднем 29,5 т/га. Гибрид F₁ «Нандрин» обеспечил самую низкую урожайность: в центральной части поймы – 30,0-39,0 т/га, в притеррасной – только 26,2 т/га. По-видимому, этот гибрид не подходит для торфяных почв (табл. 2).

Таблица 2 – Величина и структура урожая моркови в производственных посевах (без внесения удобрений)

Гибрид моркови F ₁ , место учёта	Урожай корнеплодов, т/га	Товарность, %	Отношение основной продукции к побочной	Разновидность торфа
Центральная часть поймы				
«Абликс», VII квартал	51,4	96,3	5,85	Древесный торф
«Каратель», V квартал	55,2	91,4	2,93	Древесно-осоковый торф
«Канада», III квартал	55,7	94,2	2,98	Древесный торф
«Нандрин», IV квартал	38,5	96,3	2,78	Древесный торф
«Нандрин», V квартал	30,0	66,2	5,86	Древесный торф
«Нандрин», VI квартал	39,0	83,5	2,96	Древесный торф
Притеррасная часть поймы				
«Нектарин»,	32,8	90,3	3,14	Разнотравно-

VI квартал				гипновый торф
«Нандрин», III квартал	26,2	75,6	1,58	Разнотравно- гипновый торф

Таким образом, торфяные почвы центральной части поймы, сформированные на древесных и разнотравно-древесных торфах, являются самыми плодородными на Яхромской пойме и наиболее подходящими для выращивания овощных культур.

Исследованиями предыдущих лет по эффективности минеральных удобрений установлено, что при выращивании столовой моркови на низинных торфяных почвах, сформированных на древесных и осоково-древесных торфах центральной части поймы внесение азотных удобрений не эффективно. При использовании фосфорно-калийных удобрений была отмечена максимальная эффективность небольших доз при узком отношении $P : K = 1 : 1.5$. Самой эффективной была норма $P_{40}K_{60}$ [3].

Опытными данными 2007 года было подтверждено, что на торфяных почвах, сформированных на древесных и разнотравно-древесных торфах при низком уровне стояния грунтовых вод наиболее эффективными были невысокие нормы фосфорно-калийных удобрений при узком отношении $P : K = 1 : 1.5$. Доза удобрений $P_{40}K_{60}$ обеспечила достоверную прибавку корнеплодов (66 ц/га).

Некорневая подкормка посевов моркови раствором медного купороса и прикорневая обработка растений ТГКУ существенно повысила эффективность минеральных удобрений. Прибавки урожая при использовании этого приемасоставили, соответственно, 74 и 68 ц/га. Увеличение доли калия в удобрениях до 90 кг по д.в. ($P:K = 1:3$) снизило урожай по сравнению с контролем на 20 ц/га (табл. 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность разных соотношений $P : K$ в удобрениях моркови на торфяных почвах разного ландшафтно-экологического залегания

Внесено	Урожай, ц/га	Прибавка к контролю	Товарность, %	Отношение основной продукции к побочной
Центральная часть поймы, опыт 1, гибрид F1 «Нандрин»				
0	-	-	85,3	5,60
$P_{30}K_{60}$	508	38	84,8	5,46
$P_{40}K_{60}$	536	66	82,0	6,38
$P_{30}K_{90}$	450	-20	90,2	5,06
$P_{60}K_{120}$	481	11	89,1	5,59
$P_{30}K_{60}+Cu$ н.к.	544	74	82,1	6,11
$P_{30}K_{60}+ТГКУ$ н.к.	538	68	85,1	5,02
НСР ₀₅ – 62				
Притеррасная часть поймы, опыт 2, гибрид F1 «Канада»				
0	361	-	94,7	2,44
$P_{30}K_{60}$	464	103	97,4	4,06
$P_{40}K_{60}$	402	41	99,5	2,82

P ₃₀ K ₉₀	389	28	90,2	2,81
P ₃₀ K ₆₀ +N н.к.	487	127	96,0	2,92
НСР ₀₅ – 81				

Необходимо отметить, что товарность корнеплодов возрастала при увеличении дозы калия в составе удобрений. При внесении P₃₀K₉₀ товарность достигала 90,2%, при внесении P₆₀K₁₂₀ – 89,1%, т. е. товарность увеличивается при возрастании доли калия в составе удобрения.

Соотношение основной продукции и побочной в структуре урожая достигала в опыте 1 значительных величин (5,02-6,38). Максимальные соотношения отмечены при внесении под морковь P₄₀K₆₀.

Совершенно другая картина эффективности минеральных удобрений в посевах моркови была выявлена в притеррасной части поймы (опыт 2). Максимальные прибавки урожая (103ц/га) обеспечили фосфорно-калийные удобрения при норме внесения P₃₀K₆₀ и соотношении P: K равном 1:2, что по видимому прежде всего связано с более высокой влажностью торфяных почвы лучшим усвоением растениями фосфора.

Некорневая подкормка растений на фоне этой дозы мочевиной (0,3% раствор) обеспечила прибавку 127 ц/га. Повышение доли калия в составе фосфорно-калийных удобрений до 90 кг было не эффективно во всех случаях, однако в опыте 1 был отмечен отрицательный эффект.

Для структуры урожая моркови в притеррасной части поймы отмечено увеличение соотношения основной и побочной продукции при внесении удобрений с 2,44 до 2,92. Максимальный показатель (4,06) характерен при внесении удобрений в дозе P₃₀K₆₀. Максимальный показатель товарности корнеплодов отмечен при более узком отношении P:K в удобрениях (99,5). При этом необходимо отметить, что урожай моркови, сформированный в притеррасной части поймы имеет более высокую товарность (90,2-99,5% в опыте 2 по сравнению с опытом 1 – 82,0-89,1%). Это связано с тем, что в притеррасной части поймы в профиле почв практически отсутствует погребенная древесина, поэтому нестандартная часть урожая представлена в основном мелкими корнеплодами; уродливые и раздвоенные корнеплоды практически отсутствуют. В центральной части поймы, сложенной древесными и разнотравно-древесными торфами, нестандартная продукция, наоборот, представлена в основном уродливыми и раздвоенными корнеплодами за счет включений погребенной древесины.

Таким образом, подтверждена правильность предложенной нами оценки уровня плодородия низинных торфяных почв, сформированных в центральной части поймы на разнотравно-древесных и древесных торфах и в притеррасной части поймы на разнотравно-гипновых торфах. Торфяные почвы центральной части поймы, сформированные на древесных и разнотравно-древесных торфах, являются самыми плодородными на Яхромской пойме, менее подвержены деградации и лучше всего подходят для выращивания овощных культур.

Благодаря высокому плодородию торфяные почвы центральной части поймы на древесных и разнотравно-древесных торфах характеризуются максимальной производительностью, что обеспечило получение урожая корнеплодов моркови без внесения удобрений, в среднем 45,0 т/га. Отмечено снижение урожайности корнеплодов на разнотравно-гипновых торфах притеррасной части поймы до 29,5 т/га.

Максимальную эффективность фосфорно-калийных удобрений для торфяных почв центральной части обеспечила норма внесения ($P_{40}K_{60}$) при узком отношении $P:K = 1:1.5$ в удобрениях; для торфяных почв притеррасной части поймы более эффективной была норма внесения $P_{30}K_{60}$, при $P:K$ равном 1:2. Повышению эффективности фосфорно-калийных удобрений способствуют некорневые подкормки растений медным купоросом, торфо-гуминовыми удобрениями и мочевиной.

Литература:

1. Поздняков А.И., Ковалев Н.Г., Мусекаев Д.А., Поздняков Л.А., Позднякова А.Д., Широкова Е.В., Бородкина Р.А., Шваров А.П., Дуброва М.С. Торф и эутрофные торфоземы при длительном сельскохозяйственном использовании. Тверь: ТвТГУ. 2014. -356 с.
2. Широкова Е.В., Поздняков А.И., Козина З.И.. Эколого-агрономическая оценка торфяных болот. Методические рекомендации. Изд. ВНИИМЗ, Тверь, 1995, 14 с.
3. Широкова Е.В., Поздняков А.И., Мусекаев Д.А., Девина Т.П. Снижение агрохимической нагрузки на эутрофные торфоземы. Почвы РОССИИ: Материалы докладов VI съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева. (Петрозаводск-Москва, 13-18 августа 2012 года). Кн. 2, с. 500-502;

УДК 004.62

ОЦИФРОВКА РАСТРОВЫХ КАРТ В ПРОГРАММЕ MAPINFO

Позднякова А.Д.¹, к.б.н., Поздняков Л.А.^{1,2}, к.б.н.,

Анциферова О.Н.¹, к.с.-х.н.

¹ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, Россия

²Факультет почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова, г.Москва, Россия

Геоинформационная система MapInfo, была разработана в начале 90-х годов. Сейчас этот пакет наиболее распространен в нашей стране и является лидером компьютерной картографии. В своей работе мы используем эту программу для оцифровки растровых карт и помещения точек обследования на такую карту. Оцифровкой называется процесс преобразования данных с бумажных (растровых) карт в компьютерный файл.

Растровую карту можно взять либо сканированную, либо из интернета. Для ее оцифровки необходимо определить координаты нескольких характерных точек. Эти координаты определяем либо на местности с помощью навигатора, либо на карте из интернета просто наведением курсора на выбранную точку.

После этого в программе MapInfo нужно "привязать" эту карту, то

есть провести регистрацию изображения. Каждая точка на растровой карте в том числе и выбранные нами характерные точки имеют координаты, выраженные в пикселях. Для оцифровки карты нужно пройти по каждой характерной точке и ввести ее географические координаты, то есть широту и долготу (рисунок 1).

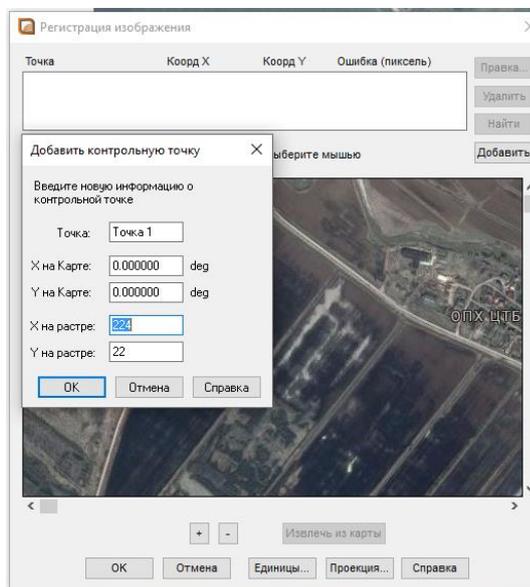


Рисунок 1 - Регистрация карты

Обычно выбирают 4-5 точек и смотрят на ошибку регистрации, она должна быть минимальной. Делать это нужно очень тщательно, так как от этого зависит дальнейшая работа с этой базовой картой.

Остальные однотипные карты привязываем к базовой. Открываем обе в программе MapInfo. Базовая уже привязана, а новую открываем как требующую регистрации, а не для просмотра. Последовательно отмечаем одинаковые точки на обеих картах. Не важно на какой карте сначала а на какой потом. Если на базовой, то появляются сначала градусные координаты, а если на карте-схеме, то пиксельные. Смотрим, чтобы ошибка была как можно меньше.

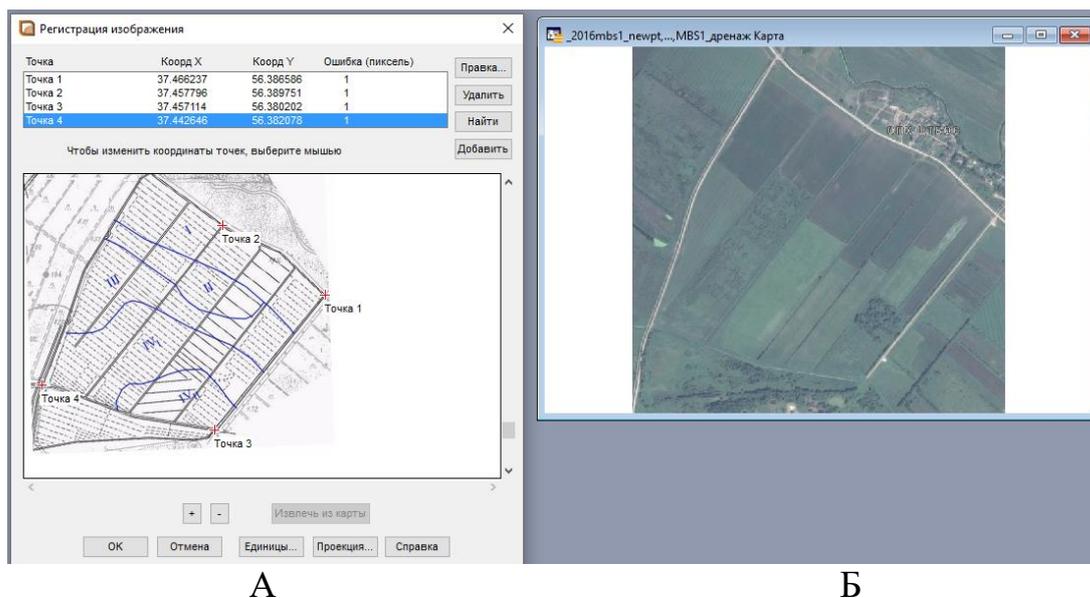


Рисунок 2- Оцифровка однотипной карты (А) на основе базовой (Б)

После оцифровки карты возникает задача помещения точек обследования на эту карту. Обычно при отборе почвенных образцов для анализов определяются и координаты этой точки на местности с помощью навигатора. Результаты записываются в таблицу Excel. Первая колонка таблицы долгота (long), вторая – широта (lat), третья колонка идентификатор (номер) точки. В остальные колонки помещаются исследуемые свойства (таблица 1).

Таблица 1 – Пример таблицы данных для программы MapInfo

long	lat	id	r
37.45676	56.381481	2	
37.458005	56.382421	3	
37.460697	56.38417	4	
37.464312	56.386686	5	
И т.д	И т.д	И т.д	

Следует заметить, что названия колонок таблицы лучше писать латиницей, так как программа может быть не русифицирована.

При открытии нужного файла смотрим, чтобы стояли метки на "каталоги MapInfo" и "создать копию в формате MapInfo для чтения/записи" (рисунок 3). Это для того чтобы можно было редактировать слой. Однако, если галочку забыли поставить это можно сделать после. И если редактировать не нужно, то тоже копию создавать не нужно.

Следует так же отметить в каком виде файл открыть. Лучше "Списком" (рисунок 3) – потом можно поместить на карту. Возможны и другие варианты.

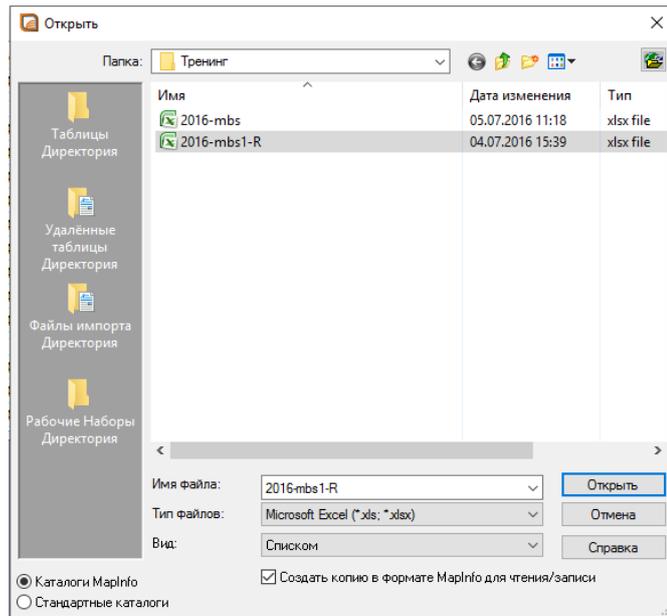


Рисунок 3 - Выбор и помещение данных в программу

После нажатия кнопки "Открыть" появится диалоговое окно, в котором нужно выбрать и отметить из какого листа берем данные. Указываем галочкой что первая строка это названия колонок (рисунок 4).

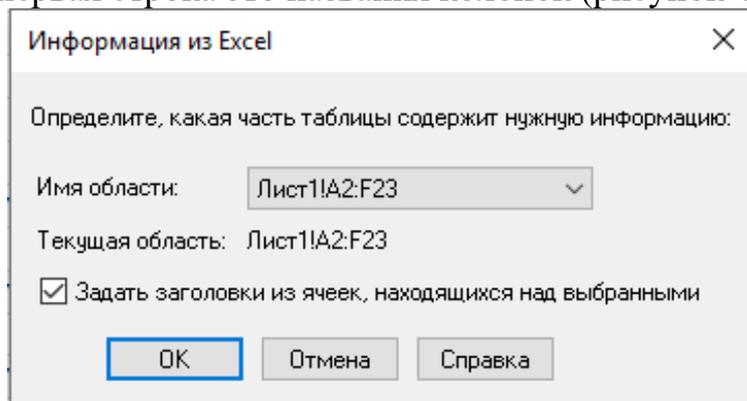


Рисунок 4-Выбор диапазона данных

Следует отметить, что имя таблицы созданной в MapInfo всегда совпадает с именем таблицы Excel и следовательно, сколько бы листов в файле с данными не было – берется один лист и ему присваивается имя всей таблицы. Поэтому несмотря на то, что есть возможность выбирать лист, лучше иметь его в одном экземпляре. Или помещать на первый лист необходимые данные для обработки в MapInfo, а на другие листы вспомогательные расчетные данные или данные для программы Surfer.

Кстати, у Surfer такой проблемы нет. Выбирается любой лист из таблицы Excel, а имя файлу можно задать самостоятельно. Поэтому данные для работы в MapInfo и Surfer можно помещать в одну таблицу Excel.

Таким образом, имеем оцифрованную карту и точки обследования на ней (рисунок 5).



Рисунок 5 - Карта с точками обследования. Участок "Ближний", Московская обл., Дмитровский р-н, Яхромская пойма (долина).

В последнее время мы пользуемся версией программы MapInfo Professional v12.5. Это геоинформационная система, позволяет создавать и анализировать карты различного назначения, позволяет решать сложные задачи географического анализа на основе реализации запросов и создания различных тематических карт, осуществлять связь с удаленными базами данных, экспортировать географические объекты и другие программные продукты.

УДК 631.41

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ЯХРОМСКОЙ ДОЛИНЫ

Поздняков Л.А., к.б.н.^{1,2}, Сидорова Е.А.², Позднякова А.Д., к.б.н.¹,
Дуброва М.С., к.б.н.^{1,2}

¹ ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия

² Факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Долина реки Яхрома (пойма) представлена сложной системой отложений, где чистый торф переслаивается с илистыми прослоями, минеральными включениями ключевой и озерной извести, вивианита, охры, сапропеля и т.п. Причиной этого служат сложные гидрогеологические условия, такие как глубокое залегание долины и выклинивание грунтовых вод из нескольких горизонтов коренных пород. В результате этого здесь в пределах небольшой территории образовался широкий спектр торфов.

В начале освоения выделялось более десятка различных разновидностей торфяных залежей, резко отличающихся по стратиграфии и ассоциированных с разными растительными сообществами [1].

Осушение и начало сельскохозяйственного использования еще больше увеличило пестроту почвенного покрова, за счет применения различных способов мелиорации, в том числе экспериментальных; различий в типе и способах землепользования, появлении сгоревших (пирогенных) участков разной глубины и возраста [2].

В наши дни все больше внимания уделяется изучению структуры почвенного покрова, учесть которую в практике сельскохозяйственного производства стало возможно в рамках технологий точного земледелия. Сейчас для торфяных почв Яхромской долины характерно интенсивное сельскохозяйственное использование при преобладающем выращивании овощных культур, основными из которых являются капуста, морковь и столовая свекла. Происходит минерализация органического вещества торфа, уменьшение его запасов и сокращение мощности торфяной залежи. Сравнение участков разного возраста освоения и разных типов землепользования позволит выявить временной тренд развития того или иного почвенного процесса или свойства.

Целью данного исследования была оценка факторов, влияющих на современную структуру почвенного покрова и распределение агрохимических свойств пахотного горизонта двух опытных участков Яхромской долины – «Ближний» (100 лет освоения) и «Дальний» (50 лет освоения). Измерения проводили стандартными методами [3]. Статистическая обработка результатов проводилась в программе Statistica 8.0. Для анализа привлекались также результаты измерений микробного дыхания и биомассы, интенсивности азотфиксации, денитрификации и метаногенеза [4]. Составление карт производилось при помощи программы Surfer 13 методом интер-

поляции Kriging.

Картограммы пространственного распределения зольности, содержания органического углерода, полевой влажности и кислотности пахотного горизонта участка «Ближний» (100 лет освоения) представлены на рис. 1.

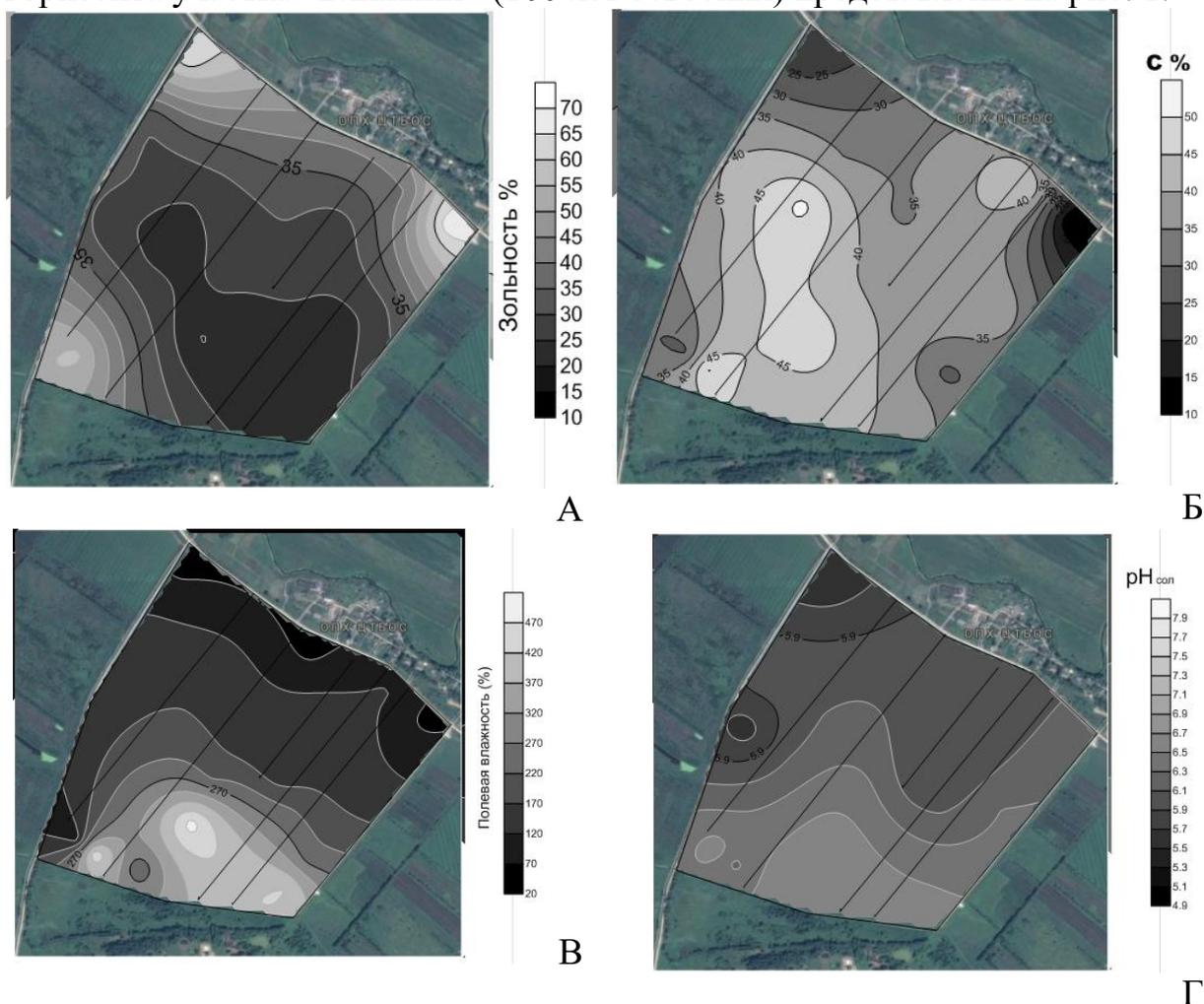


Рисунок 1 – Пространственное распределение некоторых почвенных свойств:
(А) – зольность (%), (Б) – содержание органического углерода (%), (В) – полевая влажность (%), (Г) – pH солевой вытяжки пахотного горизонта участка «Ближний» (100 лет освоения)

Максимальная зольность и минимальное содержание органического углерода приурочены к прирусловой и притеррасной части поймы, где торф переслаивается аллювиальными и делювиальными наносами, максимальное же содержание углерода наблюдается в центральной части поймы, сложенной мощными древесными торфами, иногда подстилаемыми травяными и осоковыми. Максимальная влажность наблюдается в притеррасной части, в связи с чем главной причиной переувлажнения долины можно считать внутрпочвенный сток с водораздела, а не деятельность реки. Кислотность минимальна в притеррасной части поймы, т.к. почвы этого участка обогащены карбонатными и карбонатно-железистыми отложениями, осажденными из жестких грунтовых вод.

Пространственное распределение тех же показателей для участка «Дальний» (50 лет освоения) проиллюстрировано на рисунке 2.

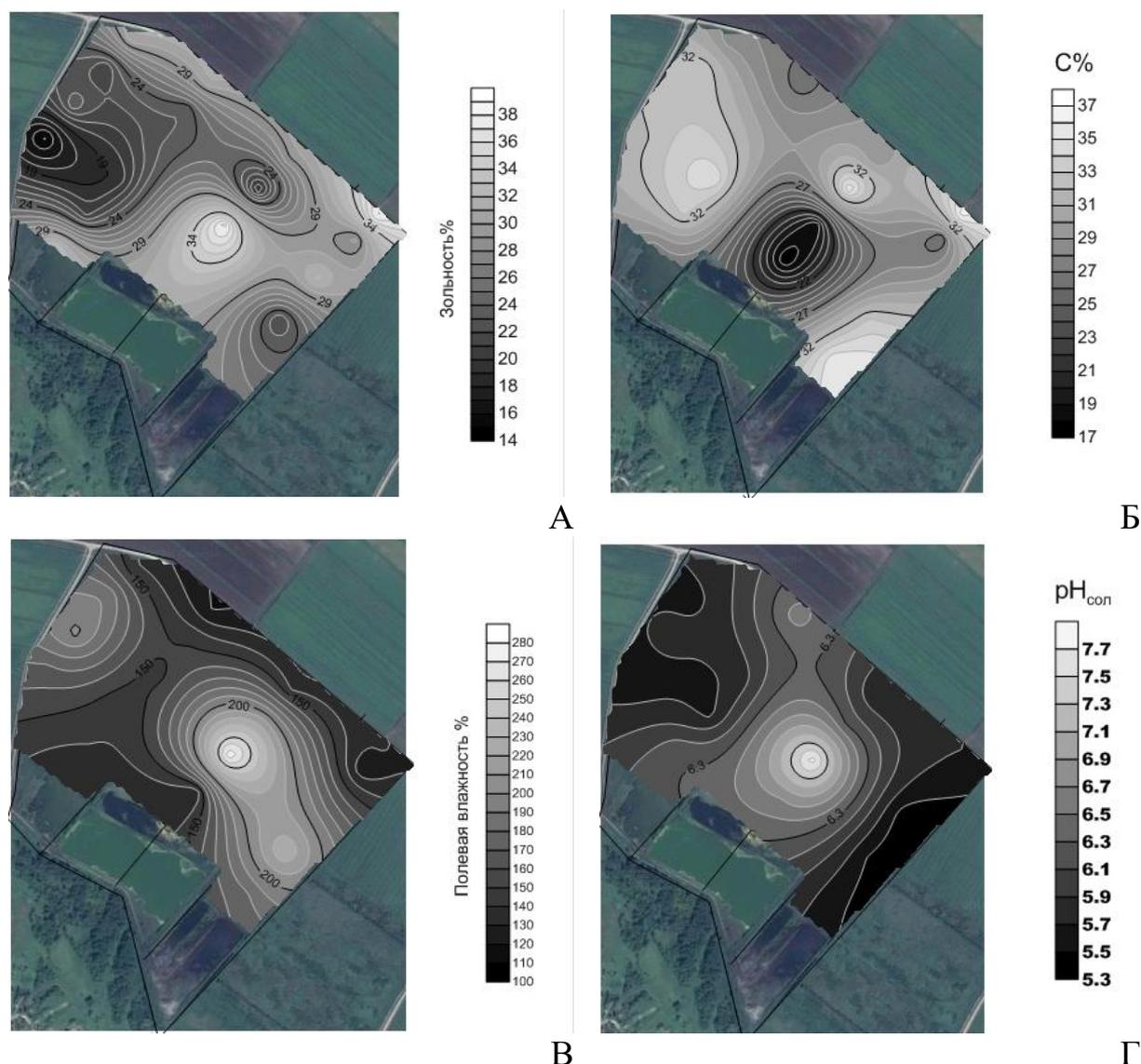


Рисунок 2 – Пространственное распределение некоторых почвенных свойств:
 (А) – зольность (%), (Б) – содержание органического углерода (%), (В) – полевая влажность (%), (Г) – рН солевой вытяжки пахотного горизонта участка «Дальний» (50 лет освоения)

Для него характерны меньшие максимальные значения зольности, влажности и содержания углерода, а также более низкая вариабельность этих показателей, т.к. этот участок целиком расположен в центральной пойме в зоне распространения торфов древесного ботанического состава. В его середине ясно выделяется пирогенный участок с резко сниженным содержанием углерода и повышенным рН.

Что касается пространственного распределения содержания макроэлементов, то можно увидеть из рисунка 3, что притеррасная часть участка «Ближний» обогащена калием и азотом в нитратной форме, а так же фос-

формом (это объясняется также выносом с водораздела), но обеднена аммонийной формой азота.

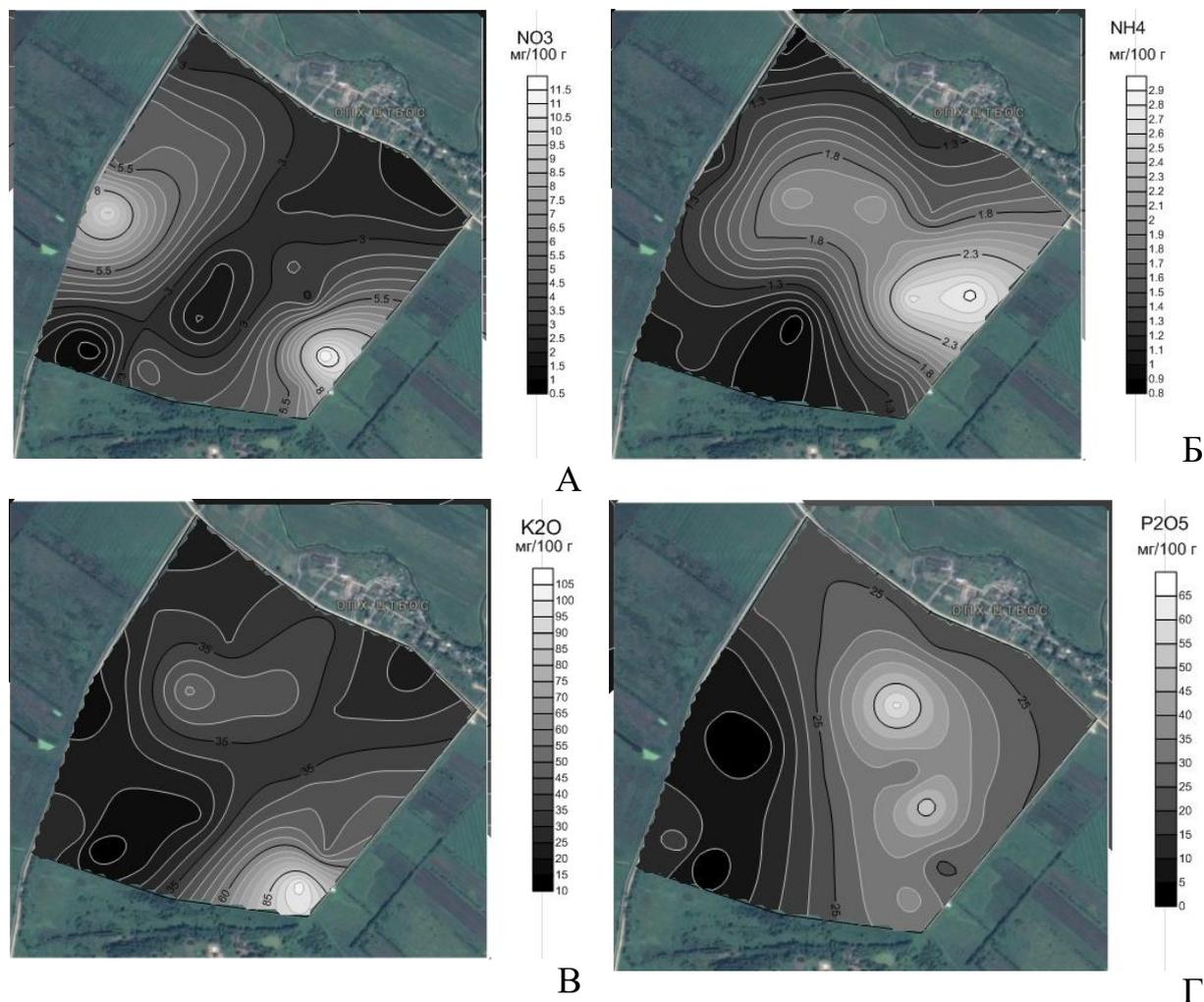


Рисунок 3—Пространственное распределение макроэлементов: нитратов (А), обменного аммония (Б), подвижного калия (В) и фосфора (Г) в мг/100 г почвы в пахотном горизонте почв участка «Ближний» (100 лет освоения)

Центральная пойма характеризуется большим содержанием азота в аммонийной форме, фосфора и вторым максимумом для калия. В целом обеспеченность азотом в нитратной форме (>2 мг/100г) почв участка «Ближний» высокая, за исключением юго-западного участка центральной поймы, где также наблюдается минимум по калию и фосфору. Калием обеднена и прирусловая часть.

Участок «Дальний» неоднороден по обеспеченности фосфором (от 0,44 до 320 мг/100 г почвы) и калием (от 7,4 до 111 мг/100 г почвы). Очень высоким содержанием отличается сгоревший участок (рисунок 4) Обеспеченность азотом высокая на всей площади.

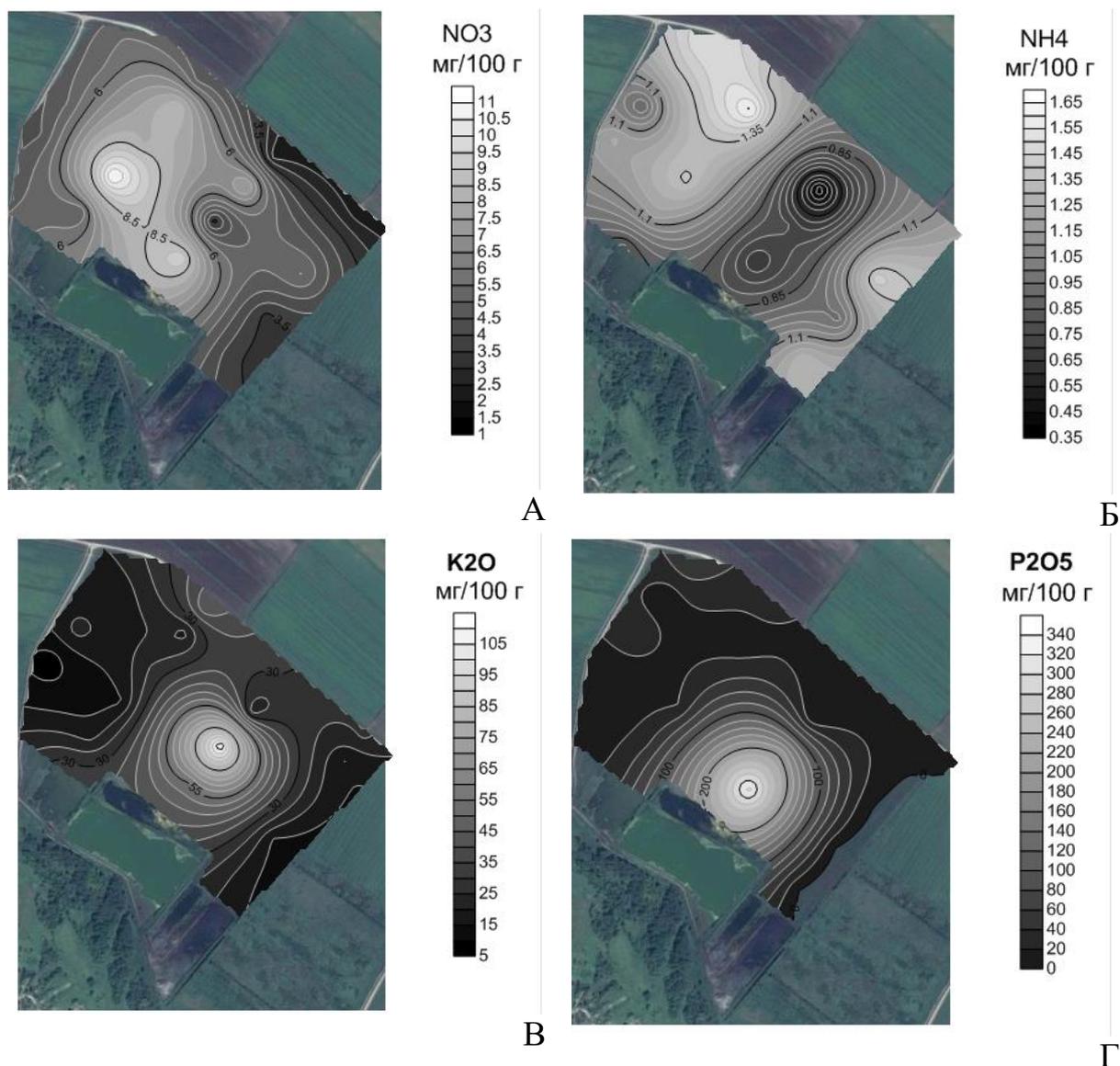


Рисунок 4–Пространственное распределение макроэлементов: нитратов (А), обменного аммония (Б), подвижного калия (В) и фосфора (Г) в мг/100 г почвы в пахотном горизонте почв участка «Дальний» (50 лет освоения).

Для определения факторов, влияющих на структуру распределения почвенных свойств, были применены дискриминантный анализ, метод главных компонент и кластерный анализ. Для анализа привлекались как агрохимические, так и микробиологические данные.

В ходе анализа по методу главных компонент получили 4 независимых фактора, которые объясняют 75% дисперсии. Затем по четырем главным компонентам был сделан кластерный анализ (Метод Варда, расстояние Манхэттен), чтобы увидеть, на какие группы подразделяются наши объекты. На самом высоком уровне различия выделяются 2 кластера (рисунок 5): почвы «Дальнего» (внизу) и почвы «Ближнего» (вверху), с которыми оказались сгруппированы сгоревшие участки «Дальнего» (7-10 и 7-11). На следующем уровне выделяется кластер со сгоревшими почвами

«Дальнего» и почвами с притеррасной части «Ближнего» (1-2 и 3-14). Выделяется кластер объектов прирусловой поймы (1-5, 3-17 и 5-27).

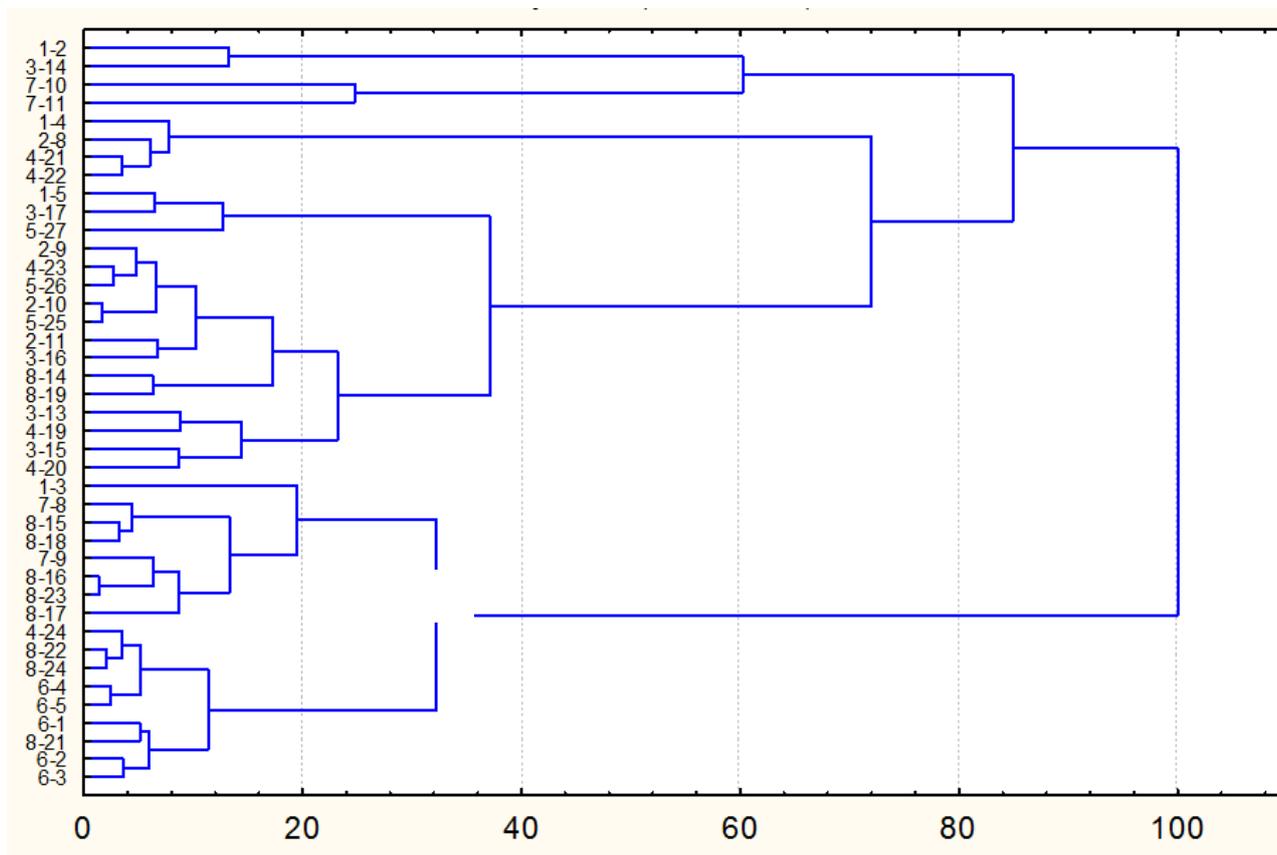


Рисунок 5 – Иерархическая классификация всех объектов по результатам кластерного анализа методом Варда с расстоянием Манхэттен

Таким образом, основными факторами, определяющим различия в свойствах пахотного горизонта изученных участков Яхромской поймы, выступает приуроченность к участку «Ближний» или «Дальний», положение на прирусловой-центральной-притеррасной пойме и связанный с этим ботанический состав торфа. Различия между участками «Ближний» и «Дальний» отмечались и ранее [5], но их причиной может быть как отличающийся в два раза возраст освоения, так и другая особенность: участок «Дальний» полностью расположен в центральной пойме на торфах древесного ботанического состава, тогда как «Ближний» захватывает также прирусловую и притеррасную часть.

Для анализа влияния исключительно возраста освоения, были отдельно проанализированы образцы торфа только из центральной поймы одинакового древесного состава. В этот раз на самом высоком уровне был выделен кластер, объединяющий почвы 8 квартала стационара «Дальний» и 2 квартала стационара «Ближний», а также кластер со всеми остальными объектами. Это можно связать с особенностями экспериментальной дренажной системы на 2 квартале: в то время как на остальных кварталах был создан гончарный дренаж, 2 квартал был осушен открытыми дренами. Со

своей задачей они не справились, участок оставался переувлажнен – так что можно считать, что сближение по свойствам 8 и 2 кварталов связаны с меньшим возрастом освоения 8 квартала и более щадящим режимом осушения 2 квартала. Таким образом, влияющим на почвенный покров фактором в данном случае можно считать не только время, но и способ осушения, его глубину, степень трансформации водно-воздушного режима.

С другой стороны, нам не удалось выявить закономерностей, связанных с типом землепользования: ни участки, занятые одной культурой, ни заброшенные участки (занятые как травянистой растительностью, так и молодой лесной порослью) не группировались вместе.

Несмотря на длительную историю освоения и мощное антропогенное воздействие при бессменном выращивании пропашных культур, исходные свойства торфа до сих пор оказывают определяющее влияние на пространственные структуры современного почвенного покрова. Вместе с тем важнейшим антропогенным фактором является способ и время осушения. Именно этими причинами, прежде всего, определяется варьирование агрохимических свойств пахотного горизонта долины реки Яхромы.

Литература

1. Оношко Б.Д. Растительный покров болот долины р. Яхромы // Труды Яхромского болотного опытного поля, 1924. Вып. 2.
2. Ковалев Н.Г., Поздняков А.И., Мусекаев Д.А., Позднякова Л.А. Торф, торфяные почвы, удобрения. - М.: Изд-во ВНИИМЗ, 1998.–239 с.
3. Практикум по агрохимии / Ред. В.Г. Минеев. - М.: Изд-во МГУ, 2001.–689 с.
4. Степанов А.Л., Лысак Л.В. Методы газовой хроматографии в почвенной микробиологии. М.: МАКС Пресс, 2002.–86 с.
5. Шваров А.П., Поздняков А.И., Тырданова Ю.А., Поздняков Л.А. Особенности агроэкологического состояния эвтрофных торфоземов Яхромской поймы в условиях длительного сельскохозяйственного использования // Проблемы агрохимии и экологии, 2014.– №2. –С. 54-59.

УДК 631.81:635.2:631.445:

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И СЕВООБОРОТОВ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

Широкова Е.В., к.с.-х.н., Пантелеева Т.Н., Михеева Т.В.

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

Основным показателем, который характеризует эффективное плодородие почв, является урожайность сельскохозяйственных культур. Одним из необходимых и важных технологических приемов повышения урожайности культур, является оптимизация их минерального питания, связанная с применением и повышением эффективности минеральных удобрений. При этом важно знать и учитывать, как влияют удобрения, нормы их внесения, не только на урожай, но и на качество получаемой продукции при её

выращивании в системе овоще-кормовых севооборотов и вне севооборотных участков.

В настоящей работе представлен анализ урожайности и качества продукции культур овощного звена овоще-кормовых севооборотов и пропашного поля. Исследования проводились на торфяной низинной почве, сформированной на осоково-древесном торфе центральной части Яхромской поймы, используемой в сельскохозяйственном производстве более 70 лет.

В задачу исследований входило изучение влияния овоще-кормовых севооборотов пропашного поля на эффективность минеральных удобрений и качество получаемой овощной продукции. Решение поставленных задач проводилось на основе двух факторного полевого опыта, в котором первым фактором были севообороты с определенным набором культур, вторым – разработанные системы удобрений под каждую культуру (табл.1)

Таблица 1 – Схема последовательности размещения культур в севооборотах и пропашном поле

Севооборот 1	Севооборот 2	Пропашное поле
Однолетние, посев трав	Морковь	Морковь
Мн. травы 1 г.п.	Свекла	Капуста
Мн. травы 2 г.п.	Однолетний люпин	Морковь
Капуста	Капуста	Капуста
Морковь	Морковь	Морковь
Столовая свекла	Столовая свекла	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 НРК-удобрений, эмпирически подобранные для каждой культуры (умеренная норма – вар 2) и две расчетные дозы: положительный баланс калия - повышенная (вар. 6), другая расчетная норма удобрений (вар.5) учитывала осенние запасы обменного калия в почве и коэффициенты использования этого элемента из почвы и удобрений. Величина необходимой нормы калия в удобрениях определялась выносом этого элемента питания основной и побочной продукцией планируемого урожая. Норма внесения фосфорных удобрений рассчитывалась по соотношению Р:К в удобрениях, равному 2,5. Дополнительно были введены: контроль без внесения удобрений (вар.1), использование только фосфорно-калийных удобрений (вар. 3), а также вариант 4, с повышенной долей азота в составе НРК-удобрений (табл. 2).

Расчет норм удобрений на положительный баланс калия был связан с тем, что в валовом составе торфяных почв изначально содержание именно этого элемента питания было минимальным (0,1-0,3%). Кроме того, овощное звено севооборота представлено калиелюбивыми культурами.

В севообороте 1 испытывалась развернутая схема удобрений, в севообороте 2 и плодосмене – сокращенная (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность овощных культур в зависимости от удобрений и определяющих севооборот предшественников

Внесено в среднем под овощные культуры		Урожай основной продукции, т/га		
		Капуста	Морковь	Столовая свекла
Севооборот 1, с многолетними травами				
1.	0	25,3	47,7	20,6
2.	N ₇₃ P ₁₀₀ K ₂₅₈	57,6	53,6	53,5
3.	P ₁₀₀ K ₂₅₈	68,7	62,2	44,8
4.	N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₂₅₈	56,2	62,0	53,7
5.	N ₄₅ P ₆₁ K ₁₅₃	67,2	53,3	52,6
6.	N ₈₉ P ₁₂₀ K ₃₁₀	67,2	63,4	53,0
Севооборот 2, с люпином				
1.	0	17,7	47,6	14,7
2.	N ₇₃ P ₁₀₀ K ₂₅₈	45,8	60,0	46,7
3.	N ₈₉ P ₁₂₀ K ₃₁₀	51,9	60,7	59,0
Пропашное поле				
1.	0	5,1	47,2	15,2
2.	N ₇₃ P ₁₀₀ K ₂₅₈	31,1	52,6	46,1
3.	N ₈₉ P ₁₂₀ K ₃₁₀	32,6	51,5	51,2

Исследованиями было установлено, что на удобренных вариантах в севообороте с многолетними травами, урожайность кочанов составила 25,3 т/га, после люпина 17,7, а в пропашном поле лишь 5,1 т/га. Этот факт свидетельствовало более высокой продуктивности торфяной почвы после кормового звена севооборотов, особенно после многолетних трав, по сравнению с пропашным полем.

Мы связываем эту закономерность с приходом в пахотный горизонт свежего органического вещества с послеуборочными остатками многолетних трав и люпина, величина которых составила после трав 58,1-76,9ц/га и 31,6-37,8ц/га после люпина. В пропашном поле после моркови корней не оставалось, а урожай побочной продукции при учете урожая с опытного участка выносился [1]. Важно отметить, что для поздних сортов капусты многолетние травы являются ещё и хорошим предшественником [2].

При внесении минеральных удобрений действие севооборотов нивелируется, но все же проявляется довольно четко, особенно на первой культуре овощного звена севооборотов. Этот факт позволил получить при внесении умеренной нормы удобрений по пласту многолетних трав 57,6 т/га кочанов капусты, после люпина – 45,8 т/га, а в пропашном поле после моркови – 31,1т/га, то есть, после трав капусты было получено в 1.9 раза больше, чем в пропашном поле после моркови. При внесении повышенной дозы (на положительный баланс калия) были получены следующие урожаи: 67,2, 51,9 и 32,6 т/га, причем увеличение нормы минеральных удобрений было эффективным лишь в севооборотах.

На этом фоне максимальный урожай (68,7 т/га) в севообороте 1 обес-

печил фосфорно-калийный вариант, так как год был теплым, и при минерализации торфа и растительных остатков освобождалось достаточное количество минерального азота для питания растений. Из расчётных доз лучшей оказалась та, где учитывались запасы элементов питания в почве, так как равный урожай (67,2 т/га) при внесении этой нормы был получен практически при половинной норме удобрений (табл.2).

На неудобренных вариантах севооборотов и плодосмена получен высокий, практически одинаковый, урожай моркови (47,2-47,7 ц/га). Этот факт ещё раз подтверждает наши исследования по эффективности удобрений под эту культуру и говорит о том, что морковь, прежде всего, реагирует на высокое плодородие низинных торфяных почв и формирует высокий урожай на участках без внесения удобрений [3].

В условиях прохладного и сырого вегетационного периода удобрения способствовали повышению урожайности. Максимальные урожаи были получены при внесении фосфорно-калийных удобрений, увеличении нормы внесения азотных удобрений и использовании повышенной нормы NPK-удобрений, соответственно, 62,2, 62,0 и 63,4 т/га. Наиболее эффективным для моркови было использование РК-удобрений. При увеличении нормы внесения азотных удобрений и использовании повышенной нормы NPK-удобрений не только снижается их эффективность, но и повышается вынос растениями элементов питания и прежде всего калия [4].

В севообороте 2 наиболее эффективной была умеренная норма удобрений, обеспечившая урожай 60,0 т/га, практически такой же урожай (60,7 т/га) получен при повышенной норме удобрений. Эффективность минеральных удобрений в пропашном поле резко снизилась по сравнению с овоще-кормовыми севооборотами: умеренная доза удобрений обеспечила урожай корнеплодов 52,6 т/га, повышенная – 51,5 т/га.

Совсем другая картина изменения урожайных данных под влиянием удобрений была характерна для столовой свеклы, так как эта культура очень отзывчива на внесение минеральных удобрений. В среднем прибавки урожая от удобрений по отношению к контролю без удобрений значительны и составили 217,5-286,9% в севообороте 1, 319,9-404,1% - в севообороте 2 и 303,3-336,8 % в пропашном поле. Существенная прибавка (8,7 т/га) по отношению к РК-варианту была получена при внесении условно оптимальной дозы удобрений, так как свекла требовательна к внесению азотных удобрений. Однако, следует отметить, что все нормы NPK-удобрений в севообороте 1 по эффективности практически не отличались и обеспечили практически одинаковый урожай (52,6-53,7 т/га).

Действие определяющих севооборотов предшественников было выражено слабее. Урожай на контролях без удобрений для севооборота 1 составил 20,6 т/га, в севообороте 2 – 14,7, в пропашном поле – 15,2 т/га, что говорит о том, что почвенные условия в севообороте с многолетними травами складывались для столовой свеклы всё же более благоприятно.

В целом, удобрения обеспечили следующие прибавки урожая овощных культур: капусты в севообороте 1: 30,9-43,4 т/га, в севообороте 2: 28,3-34,4, в пропашном поле: 25,0-32,1 т/га. Прибавки урожая моркови составили в той же последовательности: 5,6-15,7; 12,4-13,1 и 4,3-5,4 т/га; столовой свеклы: 24,2-33,1; 32,0-44,3; 30,8-36,0 т/га. Эффективность удобрений возрастала в зависимости от севооборотов таким образом: в посадках капусты: пропашное поле – севооборот 2 – севооборот 1; в посевах моркови: закономерность та же, но проявляется не так четко; в посевах столовой свеклы: севооборот 1 – пропашное поле – севооборот 2.

Наиболее яркие отличия по качеству овощной продукции были отмечены по содержанию нитратов. Культуры кормового звена севооборота, особенно с люпином, оказали положительное влияние на снижение нитратов в овощной продукции, что максимально проявилось на первой культуре, следующей за кормовым звеном. Так при внесении умеренных доз удобрений содержание нитратов в кочанах капусты составило: в пропашном поле – 1077 мг/кг, по пласту многолетних трав – 307, после люпина 171 мг/кг, и было в пределах ПДК только в овоще-кормовых севооборотах. При внесении повышенных норм удобрений величины были следующими: 1136 и 423 и 262 мг/кг (табл.3).

Таблица 3 – Влияние удобрений и севооборотов на качество овощной продукции

Внесено удобрений	Содержание в овощах*								
	Капуста			Морковь			Столовая свекла		
	Н, мг/кг	В, мг ⁰ %	С, %	Н, мг/кг	К, мг ⁰ %	С, %	Н, мг/кг	В, мг ⁰ %	С, %
Севооборот с многолетними травами									
0	544	47,5	3,6	57	8,3	5,2	1249	12,1	7,5
N ₇₃ P ₁₀₀ K ₂₅₈	307	29,0	3,3	80	9,5	5,0	699	17,7	9,3
P ₁₀₀ K ₂₅₈	137	33,0	3,6	50	9,8	5,6	402	18,3	8,5
N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₂₅₈	448	26,4	3,4	144	10,0	5,4	1192	19,7	7,3
N ₄₅ P ₆₁ K ₁₅₃	445	24,2	3,4	51	8,3	5,4	1029	17,7	8,2
N ₈₀ P ₁₁₀ K ₃₁₀	423	24,1	3,1	130	9,7	5,6	1277	17,6	10,0
Севооборот с однолетним люпином									
0	296	37,4	3,4	32	8,0	5,2	424	20,4	7,7
N ₇₃ P ₁₀₀ K ₂₅₈	171	26,3	3,3	26	10,4	4,7	462	21,7	8,9
N ₈₀ P ₁₁₀ K ₃₁₀	262	25,4	3,3	40	8,6	5,8	802	22,9	8,5
Пропашное поле									
0	2233	44,0	3,4	33	7,5	5,0	397	22,0	6,9
N ₇₃ P ₁₀₀ K ₂₅₈	1077	27,0	3,5	42	8,0	5,5	650	27,4	7,2
N ₈₀ P ₁₁₀ K ₃₁₀	1136	30,0	3,6	31	8,7	5,0	1142	26,3	8,2

* - Н – нитраты, В – витамин «С», С – сахара, К- каротин

Для моркови и свеклы максимальное накопление нитратов отмечено в севообороте с многолетними травами и пропашном поле (оставаясь значительно ниже ПДК), минимальное – для севооборота с люпином.

Четких закономерностей распределения в овощной продукции сахаров нами не отмечено. Их количество было в пределах нормы для каждой культуры. Максимальное содержание каротина в моркови (9,5-10,0 мг %) было в севообороте с многолетними травами, за исключением расчетной нормы удобрений с учетом почвенных запасов и в севообороте с люпином, при внесении умеренной дозы удобрений – 10,0 мг %. Максимум аскорбиновой кислоты отмечен в кочанах капусты при внесении РК-удобрений в севообороте 1 (33,0 мг%), в корнеплодах столовой свеклы – в пропашном поле (26,3-27,4 мг%);

Таким образом, установлена более высокая продуктивность торфяной почвы после кормового звена севооборотов, по сравнению с пропашным полем, особенно после многолетних трав, что позволило получить на неудобренных вариантах в севообороте с многолетними травами, урожай кочанов 25,3 т/га, после люпина 17,7, а в пропашном поле лишь 5,1 т/га. При внесении умеренных норм удобрений урожаи капусты составили: 57,6, 45,8 и 31,1 т/га, при повышенных: 52,7, 51,9 и 32,6 т/га, причем увеличение нормы удобрений было эффективным лишь в севооборотах.

Удобрения обеспечили следующие прибавки урожая овощных культур: капусты в севообороте 1: 30,9-43,4 т/га, в севообороте 2: 28,3-34,4, в пропашном поле: 25,0-32,1 т/га. Прибавки урожая моркови составили в той же последовательности: 5,6-15,7; 12,4-13,1 и 4,3-5,4 т/га; столовой свеклы, соответственно: 24,2-33,1; 32,0-44,3; 30,8-36,0 т/га.

При внесении умеренных доз удобрений содержание нитратов в кочанах капусты составило: в пропашном поле после моркови – 1077 мг/кг, по пласту многолетних трав – 307, после люпина 171 мг/кг, и было в пределах ПДК только в севооборотах. Внесение повышенных норм удобрений обеспечило следующие результаты: 1136, 423 и 262 мг/кг. Для моркови и свеклы максимальное накопление нитратов отмечено в севообороте с многолетними травами, оставаясь значительно ниже ПДК, и пропашном поле, минимальное – для севооборота с люпином. Эти данные говорят о положительном влиянии севооборотов, особенно, с люпином, на оптимизацию содержания нитратов в овощах.

Литература

1. Ковалев Н.Г., Широкова Е.В., Мусекаев Д.А., Анциферова О.Н. Воспроизводство плодородия торфяных почв при длительном и интенсивном сельскохозяйственном использовании. // Труды международной научно-практической конференции «Использование мелиорированных земель – современное состояние и перспективы развития мелиоративного земледелия» г. Тверь, 27-28 августа 2015г.,
2. Сокол П.Ф. Улучшение качества продукции овощных и бахчевых культур. – М. Колос, 1978 - 293 с.,
3. Широкова Е.В., Поздняков А.И., Магарышкина Л.С. Пути снижения агрохимической нагрузки на торфоземы разного ландшафтно-экологического состояния. // Материалы Международной научной конференции, посвященной 150-летию со дня рождения академика В. Р. Вильямса. (03-05 декабря 2013 г., Москва) /научное издание. – Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2014 г., с. 99-104,

4. Рабинович Г.Ю., Широкова Е.В., Анциферова О.Н. Баланс азота, фосфора и калия в торфяных почвах под основными овощными культурами. // 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. – с. 61-65

УДК 631.445.124

ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА СТАРОПАХОТНЫХ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКОВ

Уланов Н.А.

ФГУП «Кировская ЛОС», г. Киров, Россия

Актуальность. Освоение выработанных торфяников в России имеет почти 80-летнюю историю. Подавляющее большинство исследований на этих объектах проводилось в условиях стихийно складывающегося водного режима, и имели они в основном вспомогательный характер. В нашем случае объектом изучения является регулируемая система водного режима. Водный режим выработанных торфяников, как один из наиболее важных факторов, влияющих на урожай, изучен гораздо хуже, чем водный режим торфяных почв. Между тем, именно здесь имеется техническая возможность оперативного управления водным режимом посредством обустройства системы шлюзов. Относительная близость грунтовых вод к корнеоби-таемому слою профиля позволяет это сделать в нужный момент календарного года и вегетационного периода. Главным условием применимости системы двустороннего действия является гидроморфность почв. Наиболее эффективной система считается на легких, хорошо водопроницаемых почвах [1]. В этой связи следует также отметить, что наиболее благоприятными в плане освоения являются торфяники, выработанные послойно-фрезерным способом. После такой торфодобычи, участок поверхности имеет сравнительно выровненную и слегка волнистую поверхность, образованную придонной частью торфа, остаточная мощность которого может весьма существенно различаться [2]. Близость грунтовых вод, относительно ровная поверхность, а также оставшаяся после торфодобытчиков мелиоративная сеть это несомненные плюсы вышеуказанных объектов. Однако при их освоении неизбежно приходится сталкиваться и с трудностями, обусловленными вертикальной и горизонтально-пространственной почвенной пестротой [3]. Характерной особенностью профиля таких почв является то, что они полностью утратили признаки исходной торфяной почвы. Их агропроизводственные свойства и уровень плодородия определяются главным образом гранулометрическим составом подстилающей минеральной породы, на которой они формируются, остаточными запасами органического вещества и состоянием водного режима, который характеризуется здесь как неустойчивый и контрастный [4].

Объект исследований, как и весь Оричевский район Кировской области, находится в зоне «рискованного земледелия», а в случае с объектом исследования ситуация осложнена еще и тем, что находится он на выработанных торфяниках, поэтому вопросы повышения урожайности здесь не утратили своей актуальности.

Цель исследований – выявить основные причины, снижающие эффективность регулирования водного режима старопахотных выработанных торфяников.

Объекты и методы исследований. В качестве объекта исследований был выбран опытный участок в 30 км к юго-западу от г. Кирова на территории осушенного низинного торфомассива «Гадовское». Остаточная залежь торфа на опытном участке составляет от 0 до 1,5 м и подстилается среднезернистыми песками мощностью от 30 до 100 см, которые в свою очередь подстилаются красно-коричневыми мергелизованными карбонатными суглинками. Режим водного питания – ослабленный грунтово-напорный, уровень грунтовых вод (УГВ) на опытном участке, включающем в себя 6 полей кормового севооборота, варьирует в среднем от 40 до 200 см.

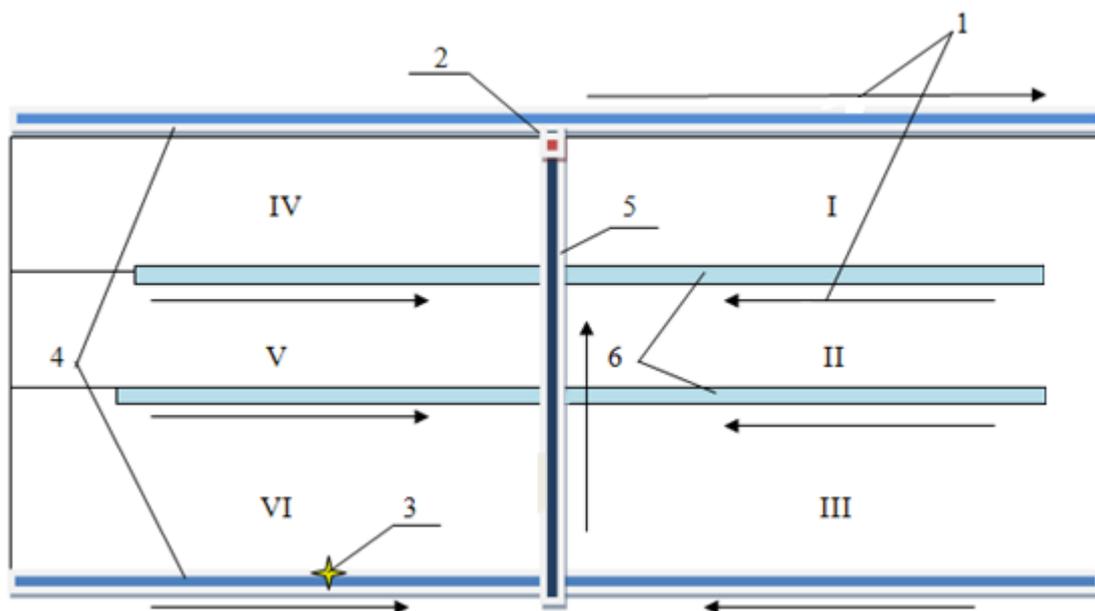


Рис. 1. План-схема опытного участка.

- I-VI – нумерация полей; 1 – направление уклона полей и течения воды в каналах;
- 2 – шлюз; 3 – подземный ключ; 4 – транспортирующие собиратели;
- 5 – шлюзуемый канал (транспортирующий собиратель);
- 6 – открытые осушительные каналы.

Общая площадь участка составляет 80 га. Какой-либо дренаж, за исключением открытых осушительных каналов, на опытном участке отсутствует. Глубина транспортирующих собирателей, врезанных в подстилающие минеральные породы, составляет на всем их протяжении 1,5-2,0 м. Процесс двустороннего регулирования водного режима на опытном участке осуществляется методом управления грунтовыми водами путем ин-

фильтрации воды из шлюзуемого канала, а также из остальных каналов осушительной сети. В качестве перекрывающего сбросные и грунтовые воды механизма применялся ковшовый щитовой затвор (разновидность поверхностного плоского щитового затвора переливного типа), именуемый в дальнейшем шлюз.

Для решения поставленной цели, нам было необходимо решить следующие задачи: изучить гранулометрический состав почвенного профиля опытного участка, оценить степень выравненности поверхности опытного участка посредством нивелирования, определить эффективность работы шлюза в сложившихся условиях, а также установить степень влияния на почвенный профиль регулирующей мелиоративной сети.

При определении гранулометрического и микроагрегатного состава подстилающих пород использовался зерновой и пипеточный метод Н. А. Качинского [5]. Для наблюдения за динамикой грунтовых вод на опытном участке с целью определения зоны влияния шлюза было оборудовано более 80 смотровых скважин, которые расположены вдоль каждого поля через 10, 50 и 100 м.

Обсуждение результатов. В результате проведенных обследований опытного участка нами было отмечено наличие ярко выраженной вертикальной и горизонтально-пространственной почвенной пестроты, связанной, прежде всего с неравномерным размещением по территории остаточного слоя торфа.

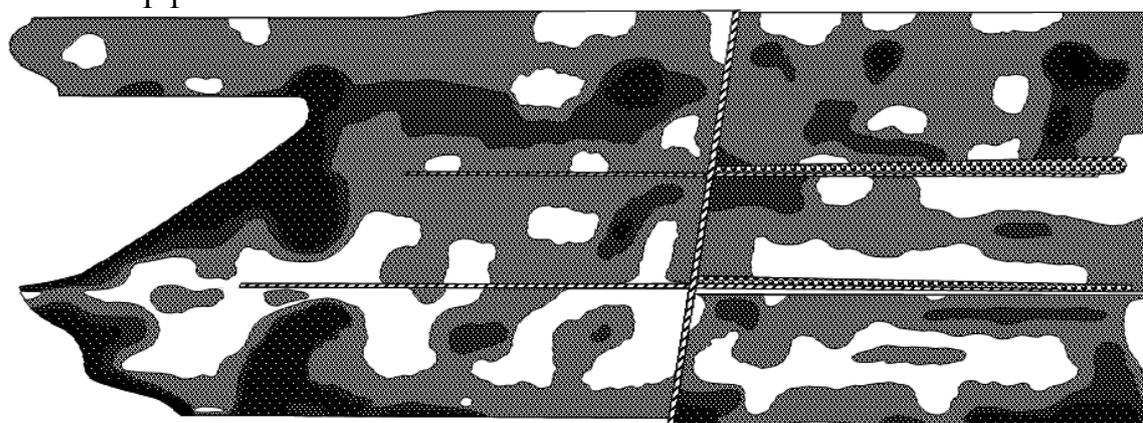


Рис. 2. Мощность остаточного слоя торфа, см.

■ – >100; ■ – 50-100; ■ – 30-50; ■ – 0-30; □ – 0;

В границах практически любого поля его мощность может варьировать от 0 до 1,5 м. Обследование опытных полей, проводимое путем зондирования, позволило выявить следующую ситуацию. Участки, имеющие слой торфа 30-50 см (торфяно-глеевые) составляют не больше 20-30%, 50-100 см (торфяные маломощные) составляют около 20%, 100-150 см (торфяные среднемощным) составляют около 1% и, как правило, расположены узкими прослойками возле леса, остальная площадь сработана полностью (Рис. 2).

Здесь фактор оторфованности как бы накладывается на особенности рельефа и в совокупности складывается не совсем благоприятная ситуация в плане эффективного управления водным режимом. Почвенное обследование показывает, что чаще всего наиболее оторфованные участки (до 1,5 м) соответствуют самым низким элементам рельефа болотного дна, где дефицит влаги практически отсутствует, и в дополнительном увлажнении нет необходимости. И наоборот, предельно или полностью сработанные участки совпадают с наиболее высокими отметками, где в течение всего года не зависимо от положения шлюза в почвенном профиле наблюдается недостаток доступной влаги.

Проектный расчет работоспособности шлюза на данном участке проводился для идеально ровной поверхности, однако, в процессе многолетнего сельскохозяйственного использования данной территории ситуация кардинально изменилась. Согласно нашим данным, полученным в результате проведенной нивелировки, разница в положении гипсометрических отметок на поверхности почвы в пределах опытного участка достигает нескольких метров (Рис. 3).

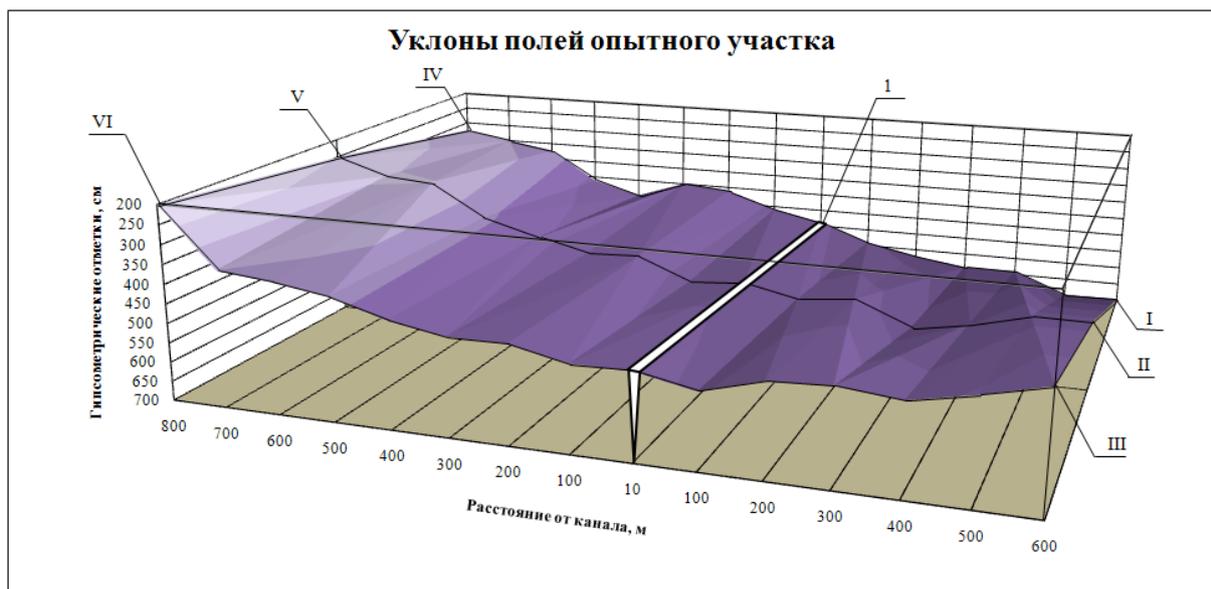


Рис. 3. Уклоны полей опытного участка

1 – шлюзуемый канал; I-VI – номера линий уклонов полей, проходящих вдоль створов со смотровыми скважинами (номера линий соответствуют номерам полей, вдоль которых они проходят)

Внутри каждого поля разница гипсометрических отметок колеблется от 75 (II поле) до 285 см (VI поле). Разницы между самой низкой (I поле) и самой высокой (VI поле) отметками в целом по опытному участку составляет 506 см. В результате такой невыравненности рельефа, около 1,0-1,5 % площади опытного участка в условиях регулируемого водного режима подвержено временному затоплению. По этой же причине зона, на которой

удается управлять водным режимом путем регулирования УГВ, на некоторых полях распространяется не дальше 150 м от шлюзуемого канала.

Еще один фактор, не всегда учитываемый при составлении проектов – это свойства подстилающей породы. Значительно проще производить технические расчеты, имея дело с однородной средой. Водно-физические свойства почвенного профиля разноработанных участков и характеристика гранулометрического состава подстилающей торфяную залежь минерального грунта, указывает на крайне сложную морфологию профиля в районе расположения капиллярной каймы, верховодки и верхней части активно-деятельного водоносного слоя. Переслоение пород с крайними значениями по водопроницаемости существенно затрудняет гидрологические расчеты осушительной сети и искажает расчетное время движения воды по профилю (Табл. 1).

Таблица 1 – Морфологическая характеристика почвы опытного участка

Точка 1		Точка 3		Точка 4		Точка 8	
0-30	Органо-минеральный субстрат, образовавшийся при выкопке канала	0-40	Органо-минеральный субстрат, образовавшийся при выкопке канала	0-20	Песок оторфованный	0-20	Торф травянисто-древесный, распыленный
30-45	Погребенный торф	-	Возможны глеевые прослойки мощностью 0-15 см	20-45	Среднезернистый песок темно-серого цвета	20-60	Торф травянисто-древесный, уплотненный темно-коричневого цвета
45-60	Глеевый горизонт	40-120	Среднезернистый песок серо-бежевого цвета	45-100	Тяжелый суглинок красно-коричневого цвета с сизыми вкраплениями	60-105	Торф травянисто-древесный сильно уплотнен
60-115	Среднезернистый песок от светло-серого до темно-серого цвета			100-120	Тяжелый суглинок серо-сизого цвета с красно-коричневыми вкраплениями	105-110	Контактно-глеевый горизонт
115-160	Средний суглинок темно-серого цвета					110-140	Среднезернистый песок серовато-охристого цвета

Чаще всего на опытном участке наблюдается следующая ситуация:

верхний слой подавляющего большинства участков представлен, как правило, органоминеральной породой, образованной путем многократной перепашки остаточного торфа с подстилающей породой. Далее идет мало-мощная (40-70 см) прослойка легких песчаных и супесчаных пород, которые в свою очередь подстилаются мергелистыми глинами и суглинками. Кроме того, практически на всей опытной площади в почвенном профиле присутствует глеевый или оглеенный горизонт.

В силу указанных выше особенностей опытного участка, регулирование водного режима на нем сталкивается с определенными трудностями. В связи с этим, величина, на которую удается поднимать уровень грунтовых вод (УГВ) после закрытия щита шлюза, сильно различается (от 0 до 60-70 см) Как правило, она уменьшается по мере удаления от шлюзуемого канала. Исключение составляет лишь периодически затапливаемая область в конце первого поля. Территория, на которой удается поднять УГВ путем инфильтрации воды из шлюзуемого канала (в том числе затапливаемая область), составляет 65% от общей площади опытного участка. Около 35% территории остаются не подконтрольными действию шлюза. Характер уклонов местности не позволяет на некоторых полях (4 поле) распространиться влиянию шлюза на УГВ дальше 150 м от шлюзуемого канала.

Подъем воды в канале, а тем более на полях, происходит не мгновенно. Если для заполнения канала водой после закрытия шлюза необходимо 4-5 часов, то для наступления полной гидростатической стабильности на всех полях опытного участка необходимы дни. Вследствие пестроты почвенного профиля, процесс инфильтрации воды весьма затруднен. Время наступления полной гидростатической стабильности после закрытия шлюза в летний период составляет в среднем 9-11 дней, в осенний – 4-6 дней. Выпадение обильных осадков может ускорить этот процесс на несколько дней.

В процессе управления водообеспечением выработанных торфяников зеркало грунтовых вод в принудительном режиме 2-3 раза в сезон осуществляет возвратно-поступательное движение по профилю. Амплитуда вертикального движения УГВ может, при этом, составлять 60-80 см. Далее в капиллярно-подпертом состоянии влага может продвинуться еще на высоту 20-75 см. В этой связи нами было сделано предположение, что при многократном движении почвенно-грунтовых вод вверх водно-взвешенные глинисто-илистые фракции проникая в верхний песчаный слой, фиксируются в этой части профиля. Чтобы установить величину этого вероятного «утяжеления» легких пород было выбрано несколько участков, где поднимающиеся в результате шлюзования почвенные воды непосредственно или через систему капилляров проникали из зоны тяжелых грунтов в песчаный горизонт профиля. Во всех разрезах (участках) подстилание легких грунтов осуществлялось различными суглинками. Чтобы установить факт «утяжеления» песчаного слоя был использован метод

сравнения исходного состояния породы с последующим через определенный период времени, в данном случае через 3 года (2013-2015 гг). За это время грунтовые воды в общей сложности поднимались до нужного горизонта больше 10 раз. Сравнительная характеристика образцов в контрольных горизонтах не выявила существенных изменений в пыльно-илистых фракциях. По-видимому, трехлетнего срока для этого недостаточно.

Заключение. Таким образом, проведенное обследование этих объектов, еще раз подтверждает их пригодность для производства кормов. Однако, выявленная нами почвенная пестрота, а также не выровненная поверхность опытного участка, весьма затрудняет процесс управления водным режимом на выработанных торфяниках посредством шлюзования.

Предположение о вертикальной миграции и фиксации пыльно-илистых частиц нами пока не подтвердилось.

Литература

1. Игнатёнок Ф.В. Системы двустороннего действия // *Закрытый дренаж почв*. Киров, 1955. С. 43-45.
2. Мизгирев Ю.Н., Мизгирева П.Т. Особенности осушения выработанных торфяных месторождений // *Научные труды «Окультуривание и сельскохозяйственное использование торфяных почв и выработанных торфяников»*. Калинин, 1983. С. 68-72.
3. Уланов А.Н. Морфологические свойства и эволюция почвенного покрова // *Торфяные и выработанные почвы южной тайги Евро-Северо-Востока России*. Киров, 2005. С. 128.
4. Белковский В.И., Даутина Д.Б., Савенкова Н.А. Проблемы сельскохозяйственного использования и повышения плодородия антропогенных почв, формирующихся на месте сработанных торфяников // *Мелиорация переувлажненных земель*. Сборник научных трудов, т. XLVII. Минск, 2000. С. 192-193.
5. Качинский Н.А. *Физика почв*. Ч. 1. М., 1970. С.100-120.

РАЗДЕЛ VII. Рациональное использование водных ресурсов

УДК 631.347

МОДЕРНИЗАЦИЯ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ «Т-Л» ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОЛИВА

Рыжко Н. Ф., д-р т. н., Рыжко С. Н., Рыжко Н. В., Смирнов Е. С.,
Чихачёв А. И., Ботов С. В.

*ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники
и мелиорации», г. Энгельс, Россия*

Многоопорные электрифицированные дождевальные машины кругового действия типа «Т-Л», «Zimmatic», «Valley», «Кубань-ЛК», «Орсис» и др. все более широко внедряются в орошаемых хозяйствах нашей страны [1]. Такие машины имеют следующие значительные преимущества перед другими машинами: автоматический полив; орошение всех сельскохозяйственных культур, включая и высокостебельные; высокая надежность работы и скорость передвижения; широкий диапазон норм полива; реверсивное передвижение; перемещение без полива по отдельным участкам поля и др. Однако ошибки поставщиков в комплектации требуемыми дождевателями не позволяют в полной мере реализовывать эти преимущества.

Дождеватели большинства машин устанавливаются в линию вдоль трубопровода. При этом многие дождевальные насадки работают при невысоком давлении (0,1 МПа), что приводит к формированию дождя большой интенсивности (в конце машины – более 1,2 мм/мин) и значительной крупности капель (1,3...1,5 мм). Это вызывает образование луж даже при небольшой норме полива (200 м³/га) и сток осадков по уклону в пониженные участки поля, что приводит к неравномерности увлажнения поля. Для ДМ «Кубань-ЛК», дождевальные насадки, расположенные на высоте 4,2...5,0 м от поверхности почвы и направленные под углом (-30°) к горизонту, также формируют дождь высокой интенсивности (до 1,2 мм/мин) [2, 3, 5].

При выращивании влаголюбивых культур большинство дождевальных машин работающих в засушливых условиях Саратовского и Волгоградского Заволжья имеют недостаточный расход воды. Расход воды электрифицированных машин длиной 425...460 м при поливе площади 70...75 га составляет всего 56...70 л/с, в тоже время расход воды ДМ «Фрегат» составляет 90...100 л/с. Поэтому модернизация многоопорных дождевальных машин на улучшение качества полива и увеличение расхода воды является актуальной.

Исследования модернизированной ДМ «Т-Л» проводились в ООО «Росагро-Заволжье» Саратовской области, где преобладают каштановые почвы тяжелого механического состава с уклонами до 0,05. Исследования модернизированных ДМ «Кубань-ЛК» проводились в ООО «Лидер» Вол-

гоградской области, где преобладают светло-каштановые почвы тяжёлого механического состава с небольшими уклонами до 0,01-0,02. Исследования дождевальных машин проводились в соответствии с СТО АИСТ 11.1-2010 [6].

Для улучшения качественных показателей полива в концевой части ДМ «Т-Л», где выдаётся максимальный расход воды дождевальные насадки Nelson, которые ранее монтировались в одну линию вдоль трубопровода были установлены на шпренгели пролетов в шахматном порядке относительного трубопровода. Максимальное расстояние между насадками при этом увеличилось с 2,6 до 3,0...3,8 м.

Регуляторы расхода воды Nelson, установленные перед насадками после уменьшения длины пластмассовой втулки на 5 мм, позволили увеличить давление на выходе сопла с 0,1 до 0,2 МПа. Это обеспечило увеличение радиуса полива насадки и позволило уменьшить средний диаметр капель дождя с 1,2 мм до 0,8 мм.

Радиус полива дождевальной насадки № 14 с соплом диаметром 5,5 мм, установленной на высоте 1,5 м при давлении 0,1 МПа, составляет 5 м, а при увеличении давления до 0,2 МПа радиус возрастает до 6,5 м.

На пролете между тележкой 6 и 7, где установлены насадки № 19 (диаметр сопла 7,5 мм) за счёт установки насадок на шпренгели и увеличении давления на выходе струи ширина захвата дождём увеличилась с 11 до 14 м, а средняя интенсивность дождя уменьшилась с 1,3 до 1,0 мм/мин. Средний диаметр капель дождя машины уменьшился с 1,3 до 1,0 мм, а это позволило повысить норму полива до стока с 200 до 240 м³/га. При этом уменьшается средняя скорость падения капель дождя и энергетическое воздействие дождя на почву, что снижает её разрушение и уплотнение.

Расход воды на машине «Т-Л» после увеличения давления на выходе струи насадок увеличился с 56 до 78 л/с, что повысило её производительность в 1,4 раза.

Аналогичные работы были проведены на ЭДМФ «Кубань-ЛК» в ООО «Лидер» Волгоградской области. Здесь серийные секторные насадки установленные на высоте 4,5...5 м над землей заменили на секторные и дефлекторные насадки типа «обратный конус» [4]. При этом высота установленных дождевальных насадок снижается до 2,7...3,5 м за счет установления их на шпренгели ферм. Дождевальные насадки также устанавливались вперед и назад относительно трубопровода машины в шахматном порядке. Расход воды дождевальной машины за счет установления насадок с требуемым диаметром сопла по рассчитанным картам настройки увеличивается с 70 до 90 л/с. Характеристики дождевальных насадок и показатели их полива ЭДМФ «Кубань-ЛК» приведены в таблице.

Используемые на ДМ «Кубань-ЛК» дождевальные насадки секторного типа или дефлекторные насадки «обратный конус», устанавливаемые на шпренгели, снижают высоту их установки с 4,2...5 м до 2,7...3,5 м, увели-

чивают расстояние между насадками с 2,6 до 3...3,8 м, снижают интенсивность и средний диаметр капель, что повышает норму полива до стока.

Таблица. Технические параметры серийных и модернизированных дождевателей и показатели полива ЭДМФ «Кубань-ЛК»

Показатели полива	Начало машины (тележка 2-3)		Середина машины (тележка 5-6)		Конец машины (тележка 8-9)	
	Секторная ДМ «Кубань»	Секторная ВолжНИИГиМ	Секторная ДМ «Кубань»	Секторная ВолжНИИГиМ	Секторная ДМ «Кубань»	Дефлекторная «обратный конус»
Высота установки насадки, м	4,2	2,7	4,5	2,7	4,5	2,7
Диаметр сопла, мм	3,5	4,0	5,0	5,5	6,5	7,5
Рабочее давление, МПа	0,3	0,36	0,24	0,28	0,21	0,22
Расход воды насадки, л/с	0,15	0,2	0,35	0,45	0,56	0,72
Ширина захвата дождем, м	7	14	9	17	11	15,3
Интенсивность дождя, мм/мин	0,49	0,32	0,89	0,61	1,2	1,08
Крупность капель дождя, мм	0,8	0,8	0,9	0,85	1,0	0,9
Норма полива до стока для светло-каштановых почв, мм	43,6	51,3	29,2	36,2	24,0	27,6

Настройка дождевальных насадок ДМ «Кубань-ЛК» на увеличенный расхода воды с 70 до 90 л/с повышает производительность в 1,28 раза и позволяет выдерживать оптимальный режим влажности почвы в засушливых условиях Заволжья.

Выводы

Модернизация дождевальных устройств на электрифицированных дождевальных машинах «Т-Л» и «Кубань-ЛК» за счёт установки дождевателей на шпренгели в шахматном порядке относительно трубопровода увеличивает расстояние между насадками и снижает интенсивность дождя в 1,1...1,5 раза. Настройка дождевальных насадок машин «Т-Л» на оптимальное давление (0,2 МПа вместо 0,1 МПа) снижает средний диаметр капли, энергетическое воздействие дождя на почву и улучшает качество полива. Увеличение расхода воды на машинах «Кубань-ЛК» и «Т-Л» позволяет повысить их производительность в 1,28...1,4 раза.

Литература

- 1 Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения: Справочник под общей редакцией Г.В. Ольгаренко – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 264 с.
- 2 Рыжко Н. Ф. Совершенствование дождеобразующих устройств для многоопорных дождевальных машин // Рыжко Н. Ф. – ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – 176 с.
- 3 Рыжко Н. Ф. Применение дефлекторных насадок и дождевальных аппаратов из полимерных материалов на ДМ «Фрегат» и «Волжанка» / Н. Ф. Рыжко, В. Л. Угnavый, Н. В. Рыжко // Проблемы мелиорации и пути их решения: сб. науч. тр.: [по матер. юбил. конф., посвящ. 65-летию Энгельск. ОМС и 35-летию ГУ «ВолжНИИГиМ»] / ГУ «ВолжНИИГиМ». – М., 2001. – Кн. 1. – С. 142-147.
- 4 Рыжко Н. Ф. Улучшение качественных показателей полива дождевальных машин путем совершенствования дождевателей /Н. Ф. Рыжко, С. Н. Рыжко, А. Г. Лапшова, М. С. Органов, С.А.Хорин //Использование мелиорированных земель – современное состояние и перспективы развития мелиоративного земледелия: сб. науч. тр.: [по матер. междуна. научн.-практ. конф., г.Тверь, 27-28 августа 2015 г.]. -Тверь, 2015. - С.216-222.
- 5 Рязанцев А. И. Механизация полива широкозахватными дождевальными машинами кругового действия в сложных условиях / А. И. Рязанцев – Рязань, 1991. – 131 с.
- 6 СТО АИСТ 11.1-2010. «Машины и установки дождевальные. Методы оценки функциональных показателей».– 56 с.

УДК 631.347

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОХОДИМОСТИ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН «ФРЕГАТ» И «BAUER»

**Рыжко Н. Ф., д-р т. н., Рыжко С. Н., Рыжко Н. В., Смирнов Е. С.,
Чихачёв А. И., Ботов С. В.**

ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации», г. Энгельс, Россия

Многоопорные дождевальные машины кругового действия типа «Фрегат», «Кубань», «Bauer» и др. являются основными в мелиоративном комплексе РФ, на их долю приходится порядка 60 % орошаемых земель[1].

Данные дождевальные машины отличаются высокой производительностью, обеспечивают автоматический круглосуточный полива, в тоже время у многих машин колеса перемещаются в зоне дождя, что приводит к образованию на поле глубокой и широкой колеи и может вызвать буксование и даже поломку машины [2, 3].

Глубокие колеи приводят к снижению производительности и надёжности работы сельскохозяйственных машин и комбайнов (Рязанцев А.И. [4]). Поэтому исследования направленные на снижение колееобразования и повышение проходимости дождевальных машин являются актуальными.

Наши исследования проводилась на орошаемых участках Саратовской и Волгоградской области при поливе ДМ «Фрегат», «Кубань-ЛК»,

«Valley», «Bauer». Основные показатели работы машин определялись в соответствии с СТО АИСТ 11.1-2010 [5].

Исследования на ДМ «Фрегат» показали, что глубина колеи после первого полива зависит от объема воды попадаемой под колеса тележек и агрофона и с увеличением нормы полива от 0 до 600 м³/га повышается от 3,9 до 12,9 см (табл.).

Таблица. Глубина колеи после первого полива ДМ «Фрегат» в зависимости от нормы полива перед колесами тележки и агрофона

Агрофон	Норма полива, мм	Погодные условия	Глубина колеи, см
Кукуруза	0	Машина движется против ветра	3,9
Суданка	5,0	Машина движется против ветра	4,0
Кукуруза	15,0	Штиль	5,8
Кукуруза	30,0	Машина движется за ветром	9,7
Суданка	45,0	Машина движется за ветром	10,8
Оз. пшеница	60,0	Машина движется за ветром	12,9

С увеличением кратности поливов глубина колеи увеличивается (рис. 1), причем наиболее интенсивно она за первые три прохода машины. При средней поливной норме 300 м³/га глубина колеи (h) после 4 поливов составляет 13 см, а с учетом выпирания почвы (H) – 20 см. При поливной норме 600 м³/га глубина колеи увеличивается до 30 см, а с учетом выпирания почвы – до 40 см (рис. 1).

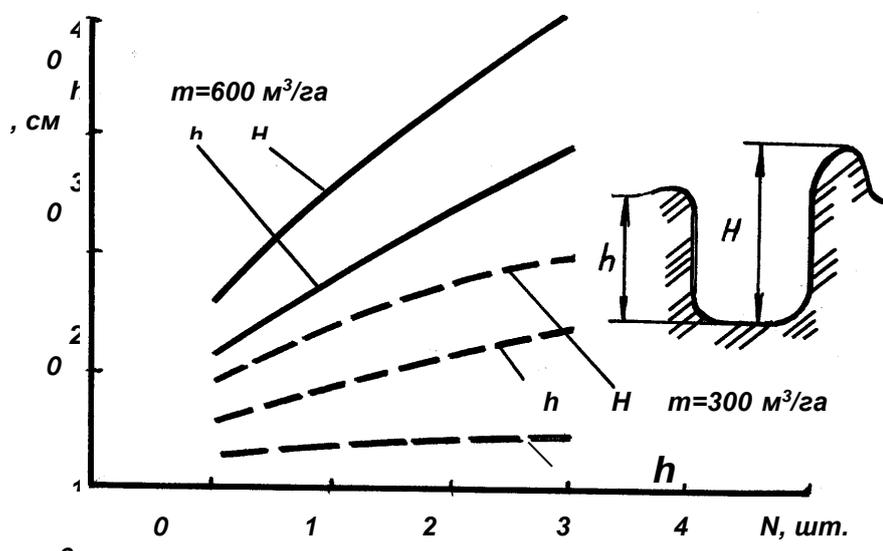


Рисунок 1 – Изменение глубины колеи в зависимости от числа проходов машины и нормы полива

Буксование тележки ДМ «Фрегат» может быть обусловлено: очень большой нормой полива, вызванной, например, разрывом прокладки или трубы в районе тележки; скоплением большого объема воды в пониженной части поля с одновременным заклиниванием тележки при ее отказе и от-

ставании; не синхронностью работы переднего и заднего толкателей (работа на одном толкателе) и др.

Для снижения колееобразования и улучшения проходимости за счет применения секторного полива в районе тележки разработаны различные устройства приповерхностного дождевания (УПД) для дождевальных машин (патент №169912 и 170892) типа «Фрегат» (рис. 2а, б) и типа «Кубань-ЛК», «Вауер» (рис. 2в, г). Секторные насадки, установленные на УПД, обеспечивают полив поля после прохода тележек.

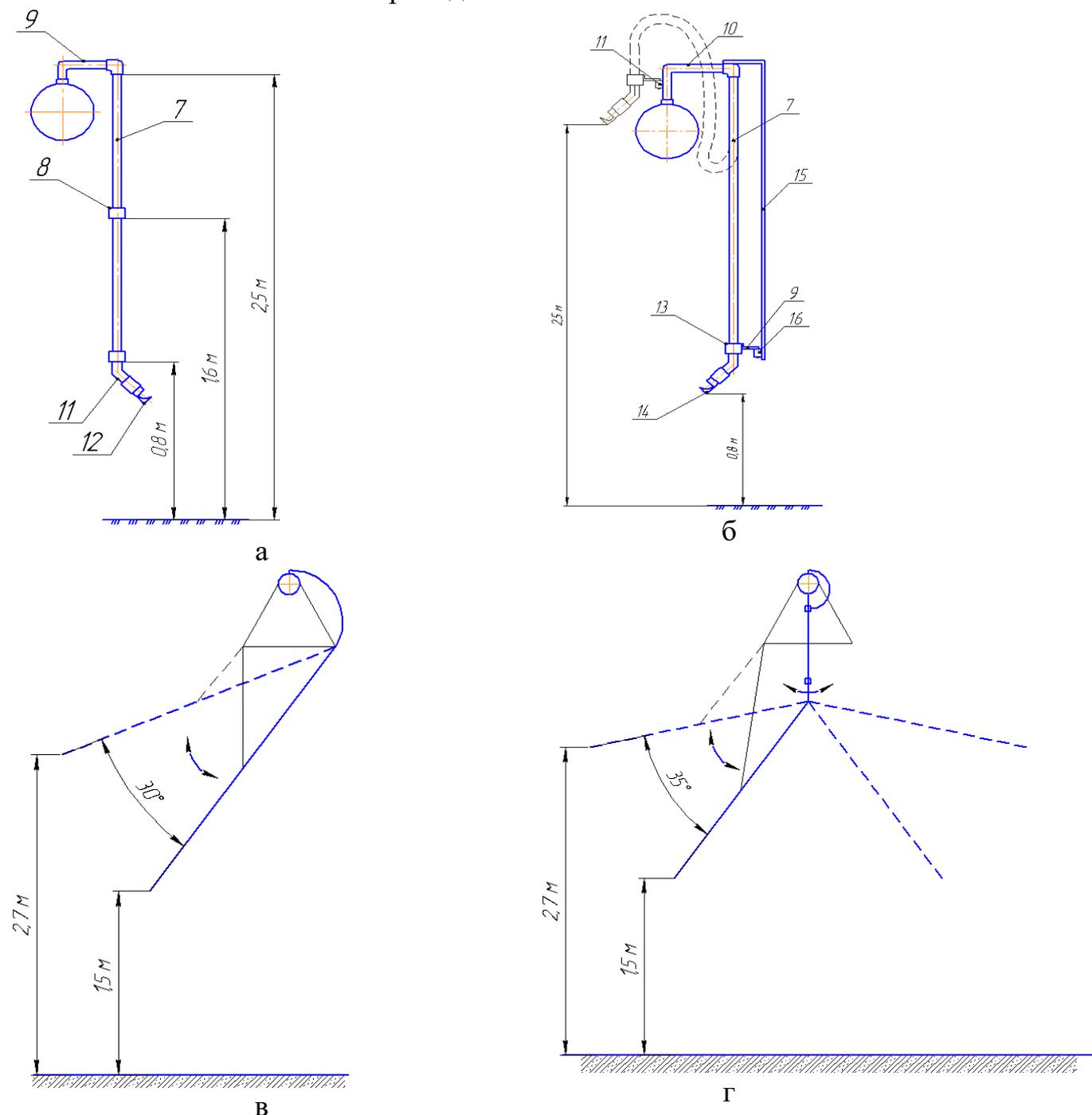


Рисунок 2 – Схемы устройств приповерхностного дождевания для ДМ:
 а, б - «Фрегат»; в - «Кубань-ЛК» (кругового движения); г - «Вауер»
 (секторного полива или реверсивного передвижения)

Высота установки секторных насадок на ДМ «Фрегат» регулируется за счет съема трубы УПД (рис. 2а), или за счет перестановки кронштейна с насадкой соединенного с трубопроводом машины при помощи гибкого рукава (рис. 2б). На дождевальной машине кругового действия типа «Кубань-ЛК» можно использовать штангу с проволочным фиксатором (рис. 2 в), закрепленным на шпренгеле. Если дождевальная машина совершает реверсивное движение при поливе секторного или фронтального участка поля, то используется УПД обеспечивающее разворот секторной насадки относительно трубы для постоянного полива после прохода тележки (рис. 2 г).

Применение секторных насадок уменьшает попадание оросительной воды под колеса тележек и уменьшает глубину колеи до 5- 7 см (рис. 1).

Важным направлением уменьшения колееобразования является качественный подбор дождевателей для повышения нормы полива до стока и исключения перетока осадков в пониженные участки поля. Для этого дождеватели должны: точно настраиваться для обеспечения требуемого расхода воды; формировать мелкокапельный дождь, и увеличивать зону захвата дождем при их установке на открылках или шпренгелях. Также возможно использование малорасходных аппаратов типа «Фрегат» № 1 и 2 или многоструйных пластмассовых дождевальных аппаратов.

Если же почвы тяжелые и с уклоном и модернизация дождевателей не дает должного эффекта, то требуемую норму необходимо выдавать в два приема небольшими нормами (400 м³/га – нормой 200 м³/га за два полива).

С целью исключения перетока оросительной воды, почва должна иметь хорошую впитывающую способность. Для этого на орошаемом участке необходимо проводить стандартную вспашку, выполнять междурядные обработки для рыхления почвы и разрушения корки, также необходимо проводить дополнительные обработки – щелевание, кротование, глубокое рыхление чизелем. Для уменьшения слитизации почвы и улучшения ее структуры рекомендуется применять химических препаратов и проводить известкование почв. Равномерная заделка измельченных стеблей сельскохозяйственных культур (кукуруза, пшеница и др.) и внесение органических удобрений способствует снижению объемной массы почвы и повышает её впитывающую способность.

Выводы:

1. Для уменьшения колееобразования и повышения проходимости необходимо в районе тележек устанавливать секторные насадки, обеспечивающие подачу воды на участке после прохода тележки. На дождевальной машине необходимо использовать УПД, которые регулируют установку секторных насадок по мере роста и изменяют положение секторных насадок при реверсном передвижении.

2. На дождевальной машине необходимо модернизировать дождевальные насадки, которые бы выдавали требуемый расчет расхода воды,

формировали мелкокапельный дождь, увеличивали зону захвата дождем за счет установки на открылках или на шпренгели в шахматном порядке вдоль трубопровода. На участках со сложным рельефом необходимо выбирать экономически целесообразный вариант орошения – норму полива выдавать в два приема или применять дополнительные обработки почвы (культивация, щелевание, кротование и др.) в зависимости от вида сельскохозяйственной культуры.

Литература

1. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения: Справочник под общей редакцией Г.В. Ольгаренко – М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2015. – 264 с.
2. Рыжко Н. Ф. Совершенствование дождеобразующих устройств для многоопорных дождевальными машин // Рыжко Н. Ф. – ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – 176 с.
3. Рыжко Н.Ф. Обоснование технических решений по снижению напора на входе ДМ «Фрегат» / Рыжко Н.Ф., Угнавый В.Л. // Вестник Саратовского государственного университета им. Н.И. Вавилова. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2007. – № 4. – С.85-90
4. Рязанцев А. И. Механизация полива широкозахватными дождевальными машинами кругового действия в сложных условиях / А. И. Рязанцев – Рязань, 1991. – 131 с.
5. СТО АИСТ 11.1-2010. «Машины и установки дождевальные. Методы оценки функциональных показателей».– 56 с.

УДК 631.675;631.417.2

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА В ПОЧВЕ

Л.Г. Романова, к.с.-х.н., В. Е. Кижеева, к.с.-х.н.,

В.О. Пешкова, к.б.н, О.Л. Рассказова

*ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации». Россия, Саратовская область, г. Энгельс,
Российская Федерация,*

*ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Российская Федерация*

Содержание органического вещества в почвах традиционно служит основным показателем оценки почвенного плодородия, а в последние годы все больше рассматривается и с точки зрения экологической устойчивости почв, как компонента биосферы. Применение орошения, без пополнения почвы необходимым количеством и качеством органического вещества, приводит к разрушению гумуса за счет активизации деятельности микроорганизмов. Его содержание в почве убывает, и это приводит к деградации орошаемых почв.

Одним из серьезнейших негативных последствий длительного интенсивного использования орошаемых земель является дегумификация почв. Предотвращение данного процесса является важнейшей научной проблемой сельскохозяйственной науки и практики, так как установлено,

что гумус является универсальной системой, определяющей и регулирующей уровень практически всех факторов, способствующих росту или падению почвенного плодородия.

Орошение - мощный фактор, изменяющий природное соотношение тепла и влаги, степень использования приходящей солнечной энергии и продуктивность биоценозов. В условиях орошения появляется ряд факторов, существенно изменяющих условия формирования баланса органического вещества почв аридной зоны:

- возрастание микробиологической активности и ускорение процессов трансформации гумуса при повышении увлажненности почв;
- изменение состава ионно-солевого комплекса почв под влиянием оросительных и поднимающихся к поверхности грунтовых вод;
- возрастание уровня техногенной нагрузки в виде повышенных доз минеральных удобрений, более частое воздействие почвообрабатывающей и уборочной техники, искусственного дождя с высокими энергетическими показателями;
- усиливающийся нисходящий поток влаги не только в период осенне-зимнего промачивания, но и во время летних поливов, ведущий к миграции водорастворимого гумуса за пределы пахотного слоя почв.

Изменение гумусообразования на поливных землях неизбежно, но далеко не однозначно вследствие разнообразия процессов гумусообразования в каждой конкретной почве при данной системе ее эксплуатации.

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 [1, 2].

Биологической основой повышения продуктивности культур и воспроизводства плодородия деградированных орошаемых почв являются, с одной стороны, обеспечение необходимого пополнения органического вещества почвы за счет включения в состав орошаемых севооборотов многолетних трав и других культур, оставляющих после себя ежегодно до 10 и более т/га пожнивно-корневых растительных остатков, а с другой стороны, применение умеренного режима орошения, способствующего некоторому снижению биологической активности почв, повышению соотношения в групповом составе гумуса гуминовых кислот к фульвокислотам, что способствует большему образованию гумуса и его закреплению в почве.

Для решения выше обозначенной проблемы были проведены исследования в 2012-2016 годах, на террасовых темно-каштановых среднесуглинистых почвах в 5-польных зернотравяном и травяном севооборотах опытно-производственного хозяйства ВолжНИИГиМ и ООО «Березовское» Энгельсского района Саратовской области, расположенных на первой террасе р. Волги. Полив осуществлялся дождеванием волжской водой с минерализацией 0,2-0,3 г/л гидрокарбонатно-кальциевого состава.

Пред поливная влажность в активном слое почвы поддерживалась: интенсивный режим орошения, 75–75–70 % НВ; ресурсосберегающий режим орошения, 70–70–65 % НВ. Пред поливной порог влажности при расчете режима орошения и экологически безопасных поливных и оросительных норм дифференцирован с учетом гидрогеологических условий орошаемого поля и свойств почв, а также в соответствии с биологическими особенностям различных культур в период вегетации с учетом фаз развития [3]. В основу расчетов режимов орошения положено решение уравнения водного баланса корнеобитаемого слоя почвы. Приходные элементы водного баланса берутся по результатам наблюдений метеостанций, а основной расходный элемент – суммарное водопотребление (суммарное испарение) рассчитывается по методике А.М. и С.М. Алпатьевых, усовершенствованной и адаптированной ВолжНИИГиМ к местным условиям [3,4]. Расчет производится с учетом дифференциации нижнего предела увлажнения посевов по фазам роста и развития и поддержание его в необходимом диапазоне.

Опыты проведены в соответствии с общепринятой методикой [5]. На основе полученной информации о содержании и запасах гумуса в почвах опытного участка и данных об урожайности, был рассчитан итоговый баланс гумуса по вариантам опыта [6].

Изучение влияния на содержание гумуса двух систем поливов, обеспечивающих умеренное (ресурсосберегающий режим орошения) и повышенное (интенсивный режим орошения) снабжение культур севооборота влагой, показало следующее.

В зернотравяном севообороте (с двумя полями многолетних трав, которые способствуют улучшению плодородия почвы, и тремя полями зерновых и зернобобовых культур, ухудшающих плодородие) при применении интенсивного режима орошения за период ротации севооборота происходит минерализация образовавшегося органического вещества, что обеспечивает отрицательный баланс гумуса в почве до 0,11 т/га с уменьшением содержания гумуса в почве на 0,04 %.

Переход на умеренный, то есть на ресурсосберегающий режим орошения, снижает интенсивность минерализации органического вещества, способствует образованию положительного баланса гумуса в почве до 5,31 т/га и повышает содержание гумуса в почве за пятилетний период ротации севооборота на 0,15 % (с 2,48 до 2,63 %) (табл. 1).

Таблица 1 – Баланс гумуса почвы в зернотравяном севообороте

Поля и культуры севооборота	Содержание гумуса в слое 0-0,3 м в начале вегетации, %		Содержание гумуса в слое 0-0,3 м в конце вегетации, %		Запасы гумуса в слое 0-0,3 м в начале вегетации, т/га		Запасы гумуса в слое 0-0,3 м в конце вегетации, т/га		Баланс гумуса, т/га	
	интенсивный режим орошения, 75-75-70 %НВ	ресурсосберегающий режим орошения, 70-70-65%НВ	интенсивный режим орошения, 75-70 %НВ	ресурсосберегающий режим орошения, 70-70-65%НВ	интенсивный режим орошения, 75-70 %НВ	ресурсосберегающий режим орошения, 70-70-65%НВ	интенсивный режим орошения, 75-70 %НВ	ресурсосберегающий режим орошения, 70-70-65%НВ	интенсивный режим орошения, 75-70 %НВ	ресурсосберегающий режим орошения, 70-70-65%НВ
1. Яровая пшеница + многолетние травы	2,481	2,481	2,461	2,483	-0,004	97,47	96,69	97,58	+1,12	+0,11
2. Многолетние травы	2,461	2,483	2,489	2,539	96,69	97,58	97,81	99,79	+1,20	+2,21
3. Многолетние травы	2,489	2,539	2,519	2,603	97,81	99,79	99,01	102,32	-0,99	+2,53
4. Озимая пшеница	2,519	2,603	2,494	2,608	99,01	102,32	98,02	102,50	-0,66	+0,18
5. Соя	2,494	2,608	2,477	2,630	98,02	102,50	97,36	102,78	-0,11	+0,28
За ротацию севооборота				+0,149						+5,31

В составе травяного севооборота однолетние и многолетние травы обеспечивают положительный баланс гумуса в почве (табл. 2).

Однако в условиях интенсивного режима орошения накопление гумуса идет медленнее, баланс гумуса за ротацию севооборота составил всего 3,96 т/га с повышением содержания гумуса в почве на 0,10 % (с 2,48 до 2,58 %). Применение ресурсосберегающего (умеренного) режима орошения в севообороте способствует повышению баланса гумусовых веществ до 9,38 т/га и содержанию гумуса в почве за 5 летний период эксплуатации орошаемых земель с 2,48 до 2,72 %, то есть на 0,24 %.

Таким образом, длительное орошение и интенсивное сельскохозяйственное использование темно-каштановых почв привело к их дегумификации проявившееся в снижении содержания запасов гумуса и ухудшении его качества.

Таблица 2 – Баланс гумуса почвы в травяном севообороте

Поля и культуры севооборота	Содержание гумуса в слое 0–0,3 м в начале вегетации, %		Содержание гумуса в слое 0–0,3 м в конце вегетации, %		Запасы гумуса в слое 0–0,3 м в начале вегетации, т/га		Запасы гумуса в слое 0–0,3 м в конце вегетации, т/га		Баланс гумуса, т/га	
	интенсивный режим орошения, 75-75-70 %НВ	ресурсосберегающий режим орошения, 70-70-65%НВ	интенсивный режим орошения, 75-70 %НВ	ресурсосберегающий режим орошения, 70-70-65%НВ	интенсивный режим орошения, 75-70 %НВ	ресурсосберегающий режим орошения, 70-70-65%НВ	интенсивный режим орошения, 75-70 %НВ	ресурсосберегающий режим орошения, 70-70-65%НВ	интенсивный режим орошения, 75-70 %НВ	ресурсосберегающий режим орошения, 70-70-65%НВ
1. Вико-овес +многолетние травы	2,481	2,481	2,491	2,515	97,47	97,47	97,89	98,86	+0,42	+1,39
2. Многолетние травы	2,491	2,515	2,521	2,574	97,89	98,86	99,07	101,18	+1,18	+2,32
3. Многолетние травы	2,521	2,574	2,552	2,639	99,07	101,18	100,30	103,71	+1,23	+2,53
4. Многолетние травы	2,552	2,639	2,579	2,697	100,30	103,71	101,37	105,98	+1,07	+2,27
5. Суданская трава	2,579	2,697	2,581	2,719	101,37	105,98	101,43	106,85	+0,06	+0,87
За ротацию севооборота			+0,100	+0,238					+3,96	+9,38

На фоне низкого содержания гумуса в почвах опытных участков в результате пятилетних наблюдений были выявлены следующие тенденции: травяной севооборот обеспечивает положительный баланс гумуса тёмно-каштановых среднесуглинистых почв и при интенсивном и при ресурсосберегающем режимах орошения, хотя при умеренном орошении гумусонакопление идет интенсивнее (9,38 т/га за 5 летний период эксплуатации орошаемых земель против 3,96 т/га); в зернотравяном севообороте при применении интенсивного режима орошения баланс органического вещества за ротацию практически не изменился (-0,11 т/га), а при ресурсосберегающем режиме орошения наблюдалось увеличение валового содержания органического вещества в почвах участка на 5,31 т/га за ротацию севооборота и повышение содержания гумуса на 0,15 % (с 2,48 до 2,63 %). Все это говорит о большей эффективности использования ресурсосберегающего режима орошения сельскохозяйственных культур в травяных и зернотравяных севооборотах.

Литература

1. 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

2. Пронько, Н.А. Изменение плодородия темно-каштановых почв Поволжья при длительном орошении и приеме его восстановления// Н.А. Пронько, Л.Г. Романова/ Плодородие, 2005. - № 4 - С. 31
3. 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.
4. 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
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 2010. - 352 с.
6. 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.
7. Романова, Л.Г. Основные показатели оперативной диагностики изменения орошаемых почв Поволжья / Л.Г. Романова // Сб. науч. тр. по материалам междунар. научно-практич. конф. «Актуальные вопросы образования и науки». - Тамбов, изд-во ООО «Консалд. компания Юником», 2014. - С. 120-122.

УДК. 631.347

СПОСОБ И УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ РАБОТЫ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ ПО МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

И.А. Шушпанов, к.т.н.,с.н.с., Н.Е. Попова, к.т.н., Г.А. Холодкова
ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации», г. Энгельс, Саратовская область

Известно, что большинство современных дождевальных машин работают на рассредоточенных орошаемых участках, порой за несколько километров друг от друга.

Обычно это дождевальные машины кругового передвижения, количество которых достигает 90% от выпускаемых. Именно эти машины отлично работают в автоматическом режиме без присутствия оператора. Последний здесь нужен для надзора за работой этих машин. Однако вследствие того, что машины работают на значительных расстояниях, порой за несколько километров друг от друга, оператор не может знать достоверно все ли машины работают на участке, какую часть круга прошла та или иная машина, или она стоит на месте вследствие различных причин: сработала гидрозащита, буксует и т.д. Таким образом, основным показателем работы дождевальной машины является наличие ее движения на орошаемом участке.

Практически все дождевальные машины зарубежного производства оборудованы блоками управления, работающими от специальных компьютеров, позволяющими определять местонахождение машины по мобильной связи. Обычно эти машины электрофицированы и вопрос об обеспечении электроэнергией блоков управления в них не стоит [2, 3].

Другое дело, отечественная дождевальная машина «Фрегат». Рабочие показатели этих машин мало отличаются от аналогичных зарубежных машин, но они просты как по устройству, так и в эксплуатации, долгоживущие и не требуют высококвалифицированного обслуживания [4].

К недостатку можно отнести отсутствие устройства, позволяющего на расстоянии определять – работает машина или стоит вследствие каких-либо причин и требует вмешательства оператора. Этот недостаток можно устранить, снабдив машину устройством телеконтроля положения дождевальной машины типа «Фрегат» на орошаемом участке, с помощью мобильной связи. Поставленная цель достигается тем, что машина дополняется устройством контроля движения машины, устанавливаемом на неподвижной опоре, которое содержит датчик угла, приводную передачу, генератор звуковой частоты, сотовый телефон машины, сотовый телефон оператора и регистрирующее устройство (частотомер) [5].

При этом датчик угла с поворотным коленом машины соединяется с помощью приводной передачи. Неподвижная часть датчика угла крепится к неподвижной опоре машины. Электрическая часть датчика угла (переменный резистор) с помощью кабеля соединяется с перестраиваемым генератором звуковой частоты, выход которого подсоединяется к микрофонному входу сотового телефона машины, для передачи информации на сотовый телефон оператора. Тональная информация сотового телефона машины расшифровывается с сотового телефона оператора с помощью частотомера, подключенного к гарнитуре телефона оператора, и проградуированного в значениях угла поворота машины.

Для того, чтобы сотовый телефон машины включался для передачи информации от датчика угла поворота на телефон оператора по его запросу, сотовый телефон машины программируется на автоподнятие трубки.

На рис. 1 представлена электрическая схема устройства контроля работы дождевальной машины кругового передвижения, которая позволяет проследить путь сигналов в устройстве и понять работу его составных частей. Устройство контроля содержит следующие узлы: 1 – дождевальная машина; 2 – неподвижная опора машины; 3 – приводное передающее колесо поворота машины; 4 – приводная передача угла; 5 – приемное колесо датчика угла; 6 – датчик угла; 7 – перестраиваемый генератор звуковой частоты; 8 – сотовый телефон машины; 9 – сотовый телефон оператора; 10 – частотомер; 11 – соединительный кабель.

Перестраиваемый генератор звуковой частоты собран на микросхеме ДА1 226 УС4 [1]. В генераторе использована электронная перестройка ча-

стоты с помощью пары полевых транзисторов VT1 и VT2 КП 103 ИР. Здесь полосовая фазирующая цепь образована конденсаторами C3 и C4 и сопротивлениями каналов транзисторов VT1 и VT2.

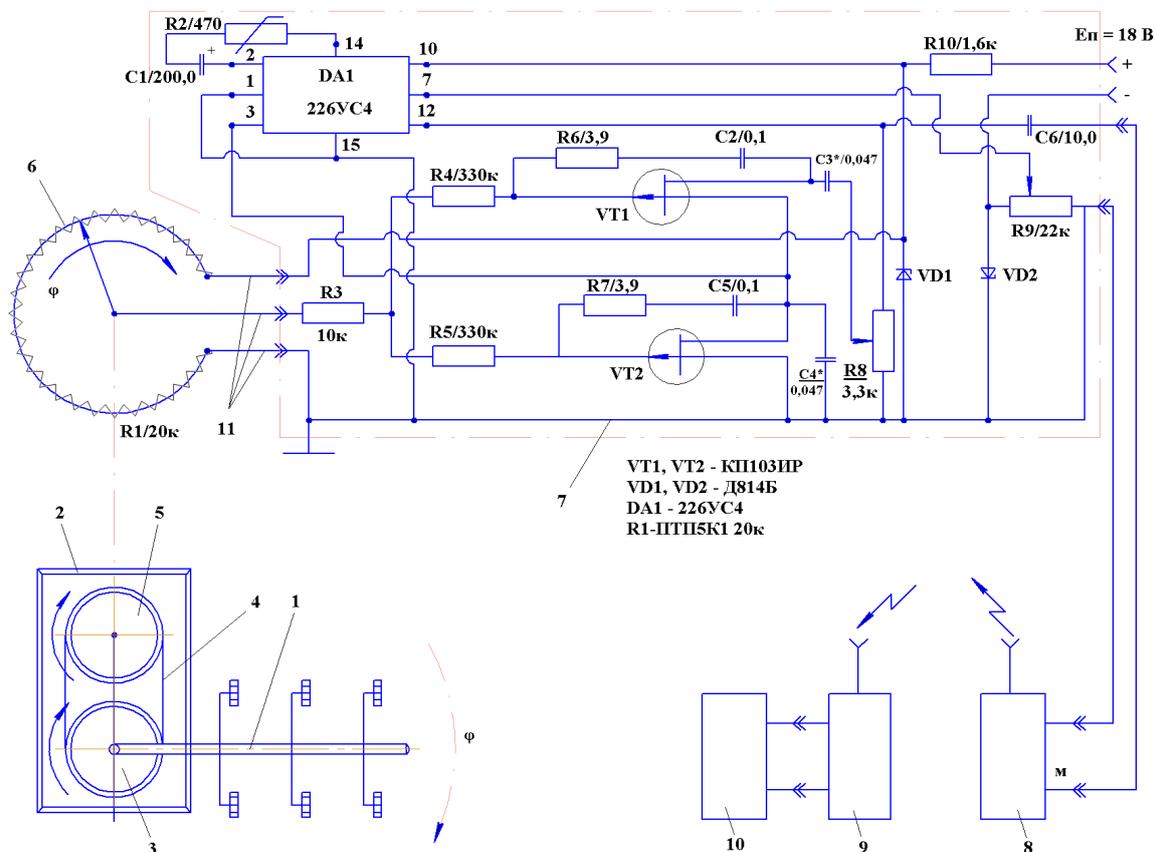


Рис. 1. Электрическая схема устройства контроля работы дождевальной машины кругового передвижения

Установка частоты генерации производится подачей управляющего напряжения на затворы VT1 и VT2, используемые в качестве управляемых сопротивлений. Величина управляющего напряжения регулируется переменным резистором, представляющим электрическую часть датчика угла 6, концы которого через кабель 11 подключаются к источнику питания, а ползунок (подвижная часть датчика), с которого снимается управляющее напряжение, через резисторы R3, R4, R5 подсоединяется к затворам VT1 и VT2. Таким образом, перестройка частоты генератора, пропорциональная углу поворота машины, производится подачей управляющего напряжения с датчика угла 6.

Устройство работает следующим образом. По мере изменения угла поворота машины 1 относительно неподвижной опоры 2 приводное колесо 3, закрепленное соосно с поворотным коленом машины, через посредство приводной передачи 4 передает угол поворота на приемное колесо 5 поворотной части датчика угла 6, который вырабатывает напряжение, величина которого пропорциональна углу поворота машины. Последнее передается через кабель 11 на управляющий вход перестраиваемого генератора 7, ча-

стота которого таким образом изменяется пропорционально углу поворота машины. Выходной сигнал с генератора 7, несущий информацию об угле поворота машины, подается на микрофонный вход сотового телефона машины 8 для передачи на сотовый телефон оператора 9, к которому подключен частотомер 10, преобразующий полученный сигнал в значения угла поворота машины. Устройство питается от маломощного источника постоянного тока напряжением $U = 12\text{В}$ и потребляемым током $I_{\text{потр.}} = 10\text{ мА}$.

Перед тем, как запустить в работу дождевальную машину, датчик угла 6 устанавливается в начальное положение, соответствующее начальному положению машины. При этом генератор 7 будет вырабатывать близкую к нулевой частоту, которая будет увеличиваться по мере поворота машины 1 относительно неподвижной опоры 2.

При необходимости проконтролировать работу машины оператор набирает номер сотового телефона машины, и после звонка оператора сотовый телефон машины передает сигнал о повороте машины на сотовый телефон оператора.

Таким образом, оператор может получить практически всю информацию о работе всех дождевальных машин орошаемого участка (скорость движения, аварийные ситуации, время простоев и т.д.), а руководитель сельхозпредприятия может контролировать работу дождевальных машин на орошаемых участках со своего рабочего места.

Устройство успешно прошло лабораторно-полевые испытания.

Литература

1. Игнатов А.Н. Полевые транзисторы и их применение в технике связи. -М.: «Связь», 1979. – 166 с.
2. Каталог «Дождевальные оборудование зарубежных фирм», ч.2, ФГНУ ЦНТИ Мелиоводинформ, М., 2002.
3. Каталог оросительных систем Zimmatic, Zimmprodguide–Russia, 2011.
4. Краковец В.М., Никулин С.Н.. Справочник оператора «Фрегата» и «Волжанки». – М.: «Колос», 1976.
5. Пат. РФ на полезную модель №167255 Российская Федерация, МКИ: А 016 29/09. Устройство контроля работы дождевальной машины. Шушпанов И.А., Рыжко Н.Ф., Гопкалов Ю.А., Рыжко С.Н., Туктаров Р.Б.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» - № 2015127046; заявл. 06.07.2015; опубл. 27.12.2016, бюлл. № 36.

УДК 631.6.03:544.6.018.2

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА СИСТЕМЫ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ С МОДУЛЕМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ

Чушкин А.Н., к.т.н., М.Н. Лытов, к.с.-х.н., Чушкина Е.И., к.с.-х.н.

Поволжский научно-исследовательский институт эколого-мелиоративных технологий ФНЦ агроэкологии РАН, г. Волгоград, Россия

Одним из ключевых задач проектирования систем капельного орошения является расчет конструктивных параметров поливных модулей.

Типизированная схема компоновки поливного модуля современной системы капельного орошения включает распределительный трубопровод и поливные капельные линии с интегрированными капельными водовыпусками [1]. При этом, как с позиций рационального использования компонентов системы, так и для удобства выполнения агротехнических мероприятий, целесообразно проектировать поливные участки прямоугольной или квадратной формы. В этом случае, поливные трубопроводы располагают перпендикулярно распределителю, а поливной модуль характеризуется двумя линейными параметрами: протяженностью распределительного трубопровода и протяженностью поливного трубопровода с интегрированными капельницами.

Классический расчет поливного модуля системы капельного орошения заключается в совокупном определении протяженности и соотношения длины распределительного и поливного трубопроводов, диаметров распределительного и поливных трубопроводов, шага раскладки и подключения поливных трубопроводов к распределительному, расстояния между капельными водовыпусками и производительности капельниц [2]. Главным агротехническим требованием при этом является возможность обеспечения заданной равномерности подачи оросительной воды разноудаленными капельными водовыпусками. Современные требования к равномерности распределения оросительной воды по поливному участку довольно жесткие и, как правило, ограничиваются диапазоном в 5 % от поливной нормы или производительности капельных водовыпусков [2, 3]. Исходя из требований равномерности и с учетом напорно-расходных характеристик капельных водовыпусков, определяют допустимые потери напора.

Особенностью расчета систем капельного орошения с модулем электрохимической активации оросительной воды является необходимость учета закономерностей релаксации, то есть изменения активационного потенциала электрохимически обработанной воды в процессе перемещения от установки – активатора к капельным водовыпускам [4, 5]. При расчете конструктивных параметров поливных модулей необходимо учитывать разницу уровней активации электрохимически обработанной воды на первом, наименее удаленном от установки – активатора и последнем, наиболее удаленном от установки-активатора капельном водовыпуске. Эта разница жестко регламентируется биологическими особенностями возделываемой культуры, а также особенностями технологии применения электрохимически активированной воды с капельным поливом. В качестве примера для расчетов использовали культуру томатов, для которой диапазон варьирования окислительно-восстановительного потенциала поливной воды находится в пределах 600-630 мА [6]. Соответственно, наибольшее изменение окислительно-восстановительного потенциала поливной воды от первого к последнему капельному водовыпуску не должно превышать 30 мА. При этом необходимо учитывать, что динамика падения активацион-

ного потенциала и изменение гидравлических потерь напора в системе капельного орошения разнонаправлены. Изменение параметров конструкций поливного модуля, сопровождающееся ростом гидравлических потерь напора, обеспечивают лучшее сохранение активационного потенциала. И наоборот, изменение параметров конструкций поливного модуля, сопровождающееся снижением гидравлических потерь напора, усиливают падение активационного потенциала электрохимически обработанной воды.

Предлагаемый авторами алгоритм расчета системы капельного орошения с модулем электрохимической активации оросительной воды предполагает перебор конструктивных параметров всех входящих в состав модулей системы с выявлением работоспособных, отвечающих заданным требованиям, комбинаций. Расчеты проведены на примере поливного модуля капельного орошения площадью 1 га.

Расчеты показали, что типизированная конфигурация поливного модуля системы капельного орошения, включающая использование 100-метрового распределительного трубопровода диаметром 0,1 м, 1,5-метровую раскладку капельных линий длиной 100 м с интегрированным некомпенсированными капельными водовыпусками производительностью 1,2 л/час и межосевым расстоянием 0,3 м, не обеспечивает выполнение заданных условий (рисунок 1). Падение активационного потенциала католиита при этом достигает 38,8 мВ, что выходит за пределы допустимого диапазона.

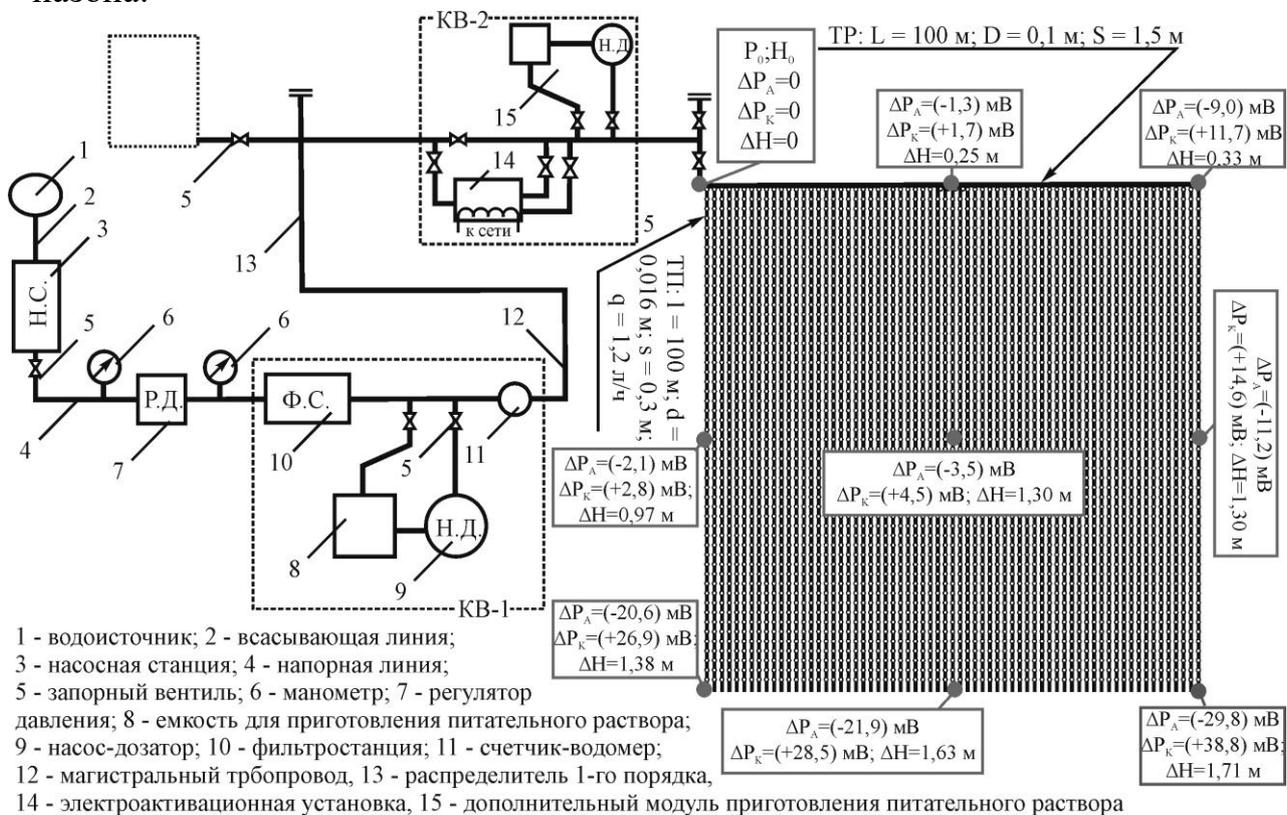


Рис. 1. Результаты моделирования распределения активационных потенциалов в системе капельного орошения с типизированными конструктивными параметрами

Увеличение производительности капельных водовыпусков до 2,0 л/час при прочих равных условиях позволяет сохранять активационной потенциал воды в заданных пределах, однако потери напора при этом возрастают до 4,17 м, что не позволяет обеспечить заданную (5%-ную) равномерность вылива при использовании некомпенсированных капельниц (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты подбора конструктивных параметров поливного модуля системы капельного орошения с возможностью полива электрохимически активированной водой (орошаемая площадь 1 га, орошаемая культура - томаты)

Конфигурация	Варьируемые параметры							Оценочные показатели			Условия выполняются?
	Диаметр распределительно-го трубопровода, D, м	Длина распределительно-го трубопровода, L, м	Шаг раскладки поливных трубопроводов, S, м	Диаметр поливного трубопровода, d, м	Длина поливного трубопровода, l, м	Расстояние между капельницами, s, м	Расход воды одной капельницей, q, л/ч	Снижение активационного потенциала анолита $\Delta\text{ОВП} < 30 \text{ мВ}$	Снижение активационного потенциала католита $\Delta\text{ОВП} < 30 \text{ мВ}$	Падение напора $\Delta\text{H} < \Delta\text{H}_{\text{доп}}$	
Поливной трубопровод с некомпенсированными капельными водовыпусками ($L_{\text{ин}}, \Delta\text{H}_{\text{доп}} < 2,6 \text{ м}$)											
Типизированная	0,1	100	1,5	0,016	100	0,3	1,2	-29,8	38,8	1,71	НЕТ
Результаты перебора доступных конфигураций	0,1	100	1,5	0,016	100	0,3	1,6	-24,6	32,1	2,82	НЕТ
	0,1	100	1,5	0,016	100	0,3	2	-21,5	28,0	4,17	НЕТ
	0,1	100	1,5	0,018	100	0,3	2	-24,8	32,3	2,73	НЕТ
	0,1	100	1,5	0,022	100	0,3	2	-32,6	42,4	1,54	НЕТ
	0,1	200	1,5	0,022	50	0,3	2	-31,4	40,8	1,71	НЕТ
	0,1	200	1,5	0,018	50	0,3	2	-24,4	31,8	1,89	НЕТ
	0,1	200	1,5	0,016	50	0,3	2	-21,5	28,0	2,10	ДА
	0,1	200	1,5	0,016	50	0,3	2,6	-18,9	24,6	3,33	НЕТ
	0,1	200	1,5	0,016	50	0,3	1,6	-24,2	31,6	1,42	НЕТ
	0,1	200	1,5	0,012	50	0,3	1,6	-18,2	23,7	2,41	ДА
	0,1	200	1,5	0,012	50	0,3	2	-16,6	21,7	3,57	НЕТ
	0,127	200	1,5	0,012	50	0,3	2	-23,0	30,0	2,48	ДА
	0,127	200	1,5	0,012	50	0,2	2	-21,2	27,6	5,04	НЕТ
	0,127	200	1,5	0,012	50	0,2	1,6	-22,3	29,1	3,41	НЕТ
	0,127	200	1,5	0,012	50	0,2	1,2	-24,2	31,5	2,06	НЕТ
	0,1	200	1,5	0,012	50	0,2	1,2	-17,8	23,2	2,97	НЕТ
	0,1	200	1,5	0,016	50	0,2	1,2	-23,6	30,7	1,75	НЕТ
	0,1	200	1,5	0,016	50	0,2	1,6	-20,3	26,4	2,89	НЕТ
	0,1	200	1,5	0,018	50	0,2	1,6	-22,9	29,8	2,60	ДА
	0,1	200	1,5	0,018	50	0,2	0,8	-35,4	46,1	0,77	НЕТ
0,1	200	1,5	0,016	50	0,2	0,8	-30,2	39,3	0,86	НЕТ	
0,1	200	1,5	0,012	50	0,2	0,8	-21,5	28,0	1,46	ДА	
0,0762	200	1,5	0,012	50	0,2	0,8	-17,2	22,3	3,19	НЕТ	
0,0762	200	1,5	0,012	50	0,2	0,6	-20,9	27,2	1,93	ДА	

Из приведенных в таблице результатов расчета видно, что соблюдение заданных требований по равномерности вылива капельниц, допустимым пределам снижения активационного потенциала выполняется при использовании 200-метрового распределительного трубопровода диаметром 0,1 м и 50-метрового поливного трубопровода диаметром 0,022 м в сочетании с производительностью капельниц 2,0 л/час, шагом раскладки поливных трубопроводов 1,5 м и расстоянием между смежными капельницами 0,3 м.

Падение активационного потенциала католита при этом составляет 28,0 мВ, анолита – 21,5 мВ, а потери напора не превышают 2,1 м. В таблице представлены еще ряд конфигураций, обеспечивающих выполнение заданных условий при производительности капельных водовыпусков 1,6, 0,8 и 0,6 л/час, что позволяет подобрать капельные линии практически для любых почвенных условий.

Таким образом, использование модуля электрохимической активации оросительной воды требует введения в расчет дополнительных ограничений, учитывающих падение электроактивационных потенциалов оросительной воды в процессе движения от активатора к капельным водовыпускам. Использование метода итерационных расчетов позволяет успешно решать практические задачи и осуществлять подбор конфигураций с конструктивными параметрами системы, обеспечивающими сохранение активационного потенциала в заданных пределах и заданную равномерность вылива капельниц на орошаемом участке.

Литература

1. Бородычев, В.В. Современные технологии капельного орошения овощных культур: научное издание / В.В. Бородычев. – Волгоград: Радуга, 2010. - 241 с.
2. Ясониди, О.Е. Проектирование систем капельного орошения / О.Е. Ясониди. – Новочеркасск: НИМИ, 1984. – 100 с.
3. Голованов, А.И. Основы капельного орошения (теория и примеры расчетов) / А.И. Голованов, Е.В. Кузнецов. - Краснодар, 1996. - С. 6-27.
4. Семенов, С.Я. Особенности релаксации электрохимически активированной воды в открытых и закрытых системах с полимерной оболочкой / С.Я. Семенов, В.Ф. Лобойко, М.Н. Лытов, А.Н. Чушкин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. -2015. -№ 4 (40). -С. 175-181.
5. Семенов, С.Я. Моделирование состояния электрохимически активированной воды и растворов в системе капельного орошения / С.Я. Семенов, М.Н. Лытов, А.Н. Чушкин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 2 (42). – С. 228-235.
6. Семенов, С.Я. Продуктивность томатов при капельном орошении с использованием электрохимически активированной воды / С.Я. Семенов, М.Н. Лытов, Е.И. Чушкина, А.Н. Чушкин // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2014. – № 2 (14). – С. 1-14.

СРАВНЕНИЕ РАБОТЫ ОСУШИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Кузьмин Е.А., к.т.н., научный сотрудник, **Кузьмин А.Е.**
 ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
 мелиорированных земель», г. Тверь, Россия

Сравнение работы осушительных устройств служит основным критерием при выборе схемы водопонижения на мелиорируемом участке. Методика проведения этого сравнения заключается в использовании меток, которые вводятся в смотровые колодцы на некотором расстоянии от устья дрен (10-100м). Через определённые промежутки времени (10-30 мин) отбираются пробы вытекающей из устья дрен воды, в которых разными способами (в зависимости от вида метки) определяются их концентрации [1]. Для радиоактивных меток (ионы, молекулы различных соединений) – на радиометрической аппаратуре, для меток в виде солей – с помощью химических анализов, для органических красителей – по соответствующим методам. Возможен также ввод метки в дренаж с помощью вмонтированных в неё резиновых шлангов, трубок, выходящих на поверхность почвы.

В качестве метки использовалась обычная соль – хлористый натрий. Определялась концентрация иона хлора, который мало сорбируется почвой, торфом. Предварительно определялось содержание хлора в торфяной дренажной воде, которое вычиталось из количества хлора, определяемого в меченой воде. Анализ дренажных вод на хлор проводился по ГОСТу 4245-72. Более современные - радиоактивные метки не использовались из-за повсеместного запрета.

Расчёты гидравлических параметров дрены ведутся с помощью известных формул, в которых фигурируют только концентрации меток вне зависимости от их вида. Раствор хлористого натрия (метки) протекал по дренам, т.е. практически отсутствовал её контакт с осушаемым материалом (почвой, торфом).

Среднее живое сечение дрены:

$$\omega_{\text{ср}} = Q \cdot t / L \cdot L_n [L / L - A], \quad (1)$$

где Q – дебит дрены, определяемый с помощью мерного цилиндра;

L – длина дрены;

A – расстояние от устья дрены до места впуска метки;

t – время, в течение которого метка проходит путь от места впуска до устья дрены.

Средняя скорость движения воды в дрене рассчитывалась по формуле:

$$U_{\text{ср}} = Q / 2 \omega_{\text{ср}}, \quad (2)$$

Время t_0 соответствующее средней скорости движения воды на участке A дрены, определяется по максимуму на кривых изменения концентрации метки. Это значение t_0 и используется для расчётов по форму-

лам (1) и (2). Кривые изменения концентрации отражают по существу распределение скоростей движения воды в дрене. Как показывает анализ этих кривых, распределение скоростей близко к нормальному, и во многих случаях удовлетворяет зависимости:

$$C = C_{\max} \times l^{-\frac{v^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

Здесь C – концентрация метки в пробе в момент времени, соответствующий отклонению от средней скорости v и σ^2 – параметр нормальной кривой распределения.

В области малой плотности вероятностей иногда встречается отклонение от нормального закона распределения скоростей в сторону правой (отрицательной) асимметрии, рис 1. Это объясняется, по-видимому, неодновременным поступлением всей массы метки в рабочую полость дрены. Однако и в этих случаях, в пределах обеспеченности от 20 до 80%, отклонений от нормального закона практически не встречается.

Расчет статистического параметра дрен, за который принят коэффициент вариации скоростей C_v ведётся следующим образом. Дифференциальная кривая распределения скоростей получается путём деления пути, пройденного меткой в дрене A на величины времени t_i , соответствующие концентрациям метки C_i . Она разбивается на ряд интервалов, по которым строится интеграл рассматриваемой кривой – так называемая кривая обеспеченности. Обеспеченность каждого интервала вычисляется по формуле:

$$P = [N / (n+1)] \cdot 100, \quad (4)$$

где N – порядковый номер интервала и n – количество интервалов.

В масштабе Хазена на клетчатке вероятностей кривая обеспеченности фазово-однородных величин, подчиняющаяся нормальному закону распределения, выглядит в виде прямой линии. В случае удовлетворительного расположения опытных точек на прямой, статистический параметр дрены – коэффициент вариации, равный, как известно:

$$C_v = \frac{\sigma}{v_1},$$

где v_1 – среднее значение скорости потока в дрене, вычисляется по формуле:

$$C_v = (K_p - 1) Z_p, \quad (5)$$

где K_p – модульный коэффициент заданной обеспеченности и Z_p – нормированное отклонение от той же обеспеченности. Так как число интервалов в наших расчётах не превышало 25-35, то за расчётную обеспеченность было принято значение $P = 5\%$. Для этого случая величина Z_p составляет 1,64. Модульный коэффициент находится:

$$K_{5\%} = v_{5\%} / v_1 = v_{5\%} / v_{50\%} \quad (6)$$

В расчётах количество интервалов, на которое разбивалась кривая обеспеченности для построения в масштабе Хазена, не превышало 25-35, что обуславливало величину обеспеченности от 5 до 90%.

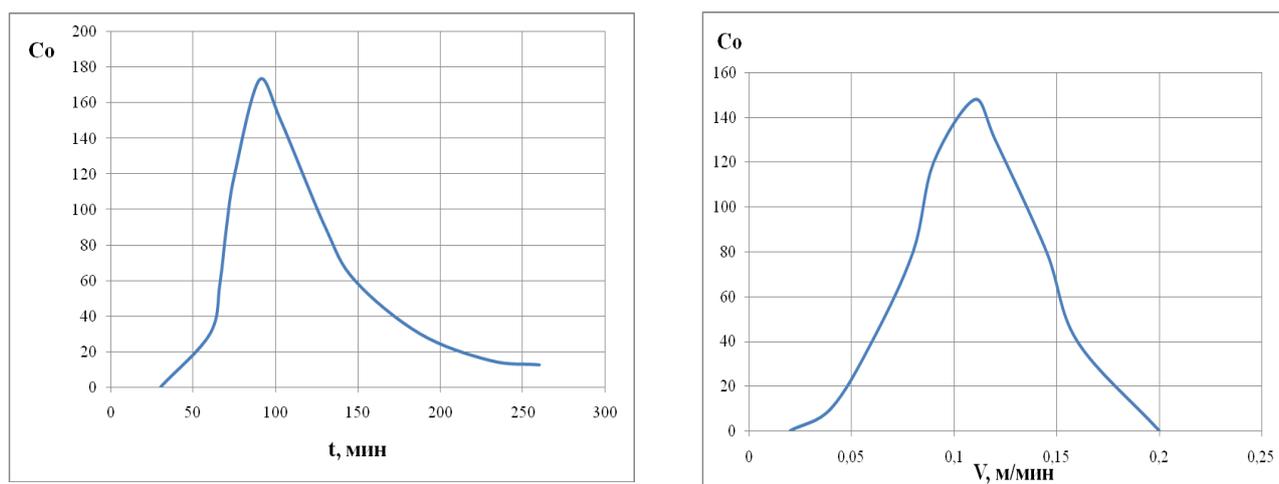
Получаем статистическую характеристику поведения потока в осушителе – коэффициент вариации скоростей, который наряду со средним значением скорости даёт картину движения меченого объёма воды в осушителе.

Полученные в результате обработки экспериментальных данных величины средних скоростей течения воды в осушителях и их коэффициенты вариации составляют: для дрены №1 при $V=0,09$ м/мин, $C_v=0,44$; для дрены №2 при $V=0,7$ м/мин, $C_v=0,12$; для дрены №3 – $V=0,1$ м/мин., $C_v=0,28$; для картовой канавы – $0,3$ м/мин, $C_v=0,2$.

Как видно, средние значения коэффициентов вариации получены равными 20-30%. Отмечается некоторая тенденция к увеличению коэффициентов вариации при уменьшении скоростей движения воды в дренах.

Рассмотрим теперь гидравлические параметры различных осушителей, полученных в результате опытов.

Один из графиков, иллюстрирующих изменение концентрации воды в устье дрены, представлен на рис. 1. Там же показана кривая распределения скоростей, полученная в результате расчётов.



а)

б)

Рис 1. Кривые изменения концентрации индикатора в устье дрены (а) и распределения скоростей течения (б)

Среднее значение скорости движения воды в дрене было получено равным $0,1$ м/мин. Среднее квадратичное отклонение составило $\sigma=0,03$ м/мин и коэффициент вариации скоростей потока $C_v=28\%$.

Результаты опытов с различными дренажными устройствами приведены в таблице 1. Глубокая щелевая дрена 1 была выполнена с фильтрующим заполнителем из высушенного мелкокускового торфа. В дрена №2 была заложена перфорированная виниловая трубка диаметром 5-6 см, а дрена №3 – была сделана со свободной полостью.

В таблице даются значения рабочей длины L , время прохождения метки t_0 , дебит Q осушителей, средние скорости движения воды v_{cp} и площади живого сечения ω_{cp} потока в осушителях. Величина A – представляет собою расстояние от места пуска метки до устья дрены, т.е. длину участка, на котором проводилось исследование её работы.

Таблица 1 - Опытные данные

Осушитель	$L, м$	$t_0, мин$	$Q, л/мин$	$v_{cp}, м/час$	$\omega_{cp}, см^2$	$A, м$
Дрена №1	165	270	1,3	8,2	130	20
Дрена №2	100	30	1,4	63,0	18	20
Дрена №3	140	250	1,0	3,0	100	20
Картовая канава	160	120	3,0	9,3	90	40

Из рассмотрения приведённых данных следует, в частности, что наибольшим рабочим сечением обладают дрены с фильтрующим заполнителем, которые не уступают в этом отношении картовой канаве. Дренирующее устройство №2 из винипластовой трубки, обладая значительно меньшим рабочим сечением, тем не менее, удовлетворительно справляется с функциями осушителя, так как условия для быстрого сброса воды в нем значительно лучше, чем в других видах дренажа. Это подтверждается высокими значениями средней скорости движения воды. Дрена №3 со свободной полостью имеет высокие значения ω_{cp} , но скорости движения воды в ней ниже.

Такая методика на конечном этапе движения воды в осушителях позволяет сравнить их параметры для выбора соответствующей системы водопонижения для конкретного участка и анализировать их работу в течение сезона.

Литература

1. М.П. Воларович, Н.В. Чураев. Исследование торфа при помощи радиоактивных изотопов. – М.:АН СССР, 1960, 198с.

Научное издание

***Адаптивно-ландшафтные системы
земледелия – основа эффективного использования
мелиорированных земель***

Материалы международной научно-практической конференции
ФГБНУ ВНИИМЗ, г.Тверь, 27 сентября 2017 г.

Книга 1

Подписано в печать 21.11.2017. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Усл. печ. л. 16,875. Тираж 500. Заказ № 575.
Редакционно-издательское управление
Тверского государственного университета
Адрес: 170100, г. Тверь, Студенческий пер. 12, корпус Б.
Тел. РИУ (4822) 35-60-63.