1.2019

ISSN 0044-3913

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

С нами расти легче

www.avgust.com

avgust crop protection

АГРОХИМИЧЕСКИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР
РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА

АГРОХИМИЧЕСКИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР – научно -исследовательская организация, занимающаяся исследованиями в области пестицидов и агрохимикатов. Центр оснащен современным оборудованием, имеет коллектив из специалистов высокой квалификации, располагает опорными пунктами во всех почвенно-климатических зонах РФ.
Организация включена в перечень предприятий, допущенных к государственным регистрационным испытаниям пестицидов и агрохимикатов.

АИЦ
АГРОХИМИЧЕСКИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР

НАШИ ВОЗМОЖНОСТИ

- ☑ **РАЗРАБОТКА РАБОЧИХ ПРОГРАММ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ ПО ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ И АГРОХИМИКАТОВ.**
- ☑ **ПОДГОТОВКА ЭКСПЕРТНЫХ ЗАКЛЮЧЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ.**
- ☑ **АНАЛИЗ ПРЕПАРАТИВНЫХ ФОРМ.**
- ☑ **ПРОВЕДЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ПЕСТИЦИДОВ И АГРОХИМИКАТОВ.**
- ☑ **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ПЕСТИЦИДОВ В РАСТЕНИЯХ И УРОЖАЕ.**
- ☑ **ВЫПУСК СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ ПЕСТИЦИДОВ.**

+7 (495) 610–71–45 МОСКВА, КОСТЯКОВА 12 INFO@ANO-AIC.RU

1.2019 ЯНВАРЬ

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал входит в базу данных российских научных журналов *Russian Science Citation Index* на платформе *Web of Science*

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

ПЛОДОРОДИЕ / FERTILITY

В. И. Кирюшин, С. В. Кирюшин. Проблема гидроморфизма почв и их использования в земледелии Центрального Черноземья 3
V. I. Kiryushin, S. V. Kiryushin. Problem of Soil Hydromorphism and Their Use in the Agriculture of the Central Chernozem Region

В. Г. Мамонтов, Р.Ф. Байбеков, В. И. Лазарев, С. А. Юдин, С. А. Цветков, Е. Б. Таллер. Изменение структурного состояния чернозема типичного Курской области под влиянием бессменных пара и озимой пшеницы 7
V. G. Mamontov, R.F. Baibekov, V. I. Lazarev, S. A. Yudin, S. A. Tsvetkov, E. B. Taller. Change of the Structure of Typical Chernozem in the Kursk Region under the Influence of Permanent Fallow and Winter Wheat Monoculture

Т. В. Нечаева, Н. В. Гопп, О. А. Савенков, Н. В. Смирнова. Калийное состояние почв склонового агроландшафта на юго-востоке Западной Сибири 10
T. V. Nechaeva, N. V. Gopp, O. A. Savenkov, N. V. Smirnova. Potassium Status of the Slope Agricultural Landscape in the South-East of Western Siberia

ПОЛЕВОДСТВО И ЛУГОВОДСТВО / FIELD CROPS

А. К. Уланов, Л. В. Будажапов. Продуктивность каштановой почвы в зависимости от условий увлажнения при многолетнем воздействии севооборотов, приемов основной обработки и удобрений в сухой степи 15
A. K. Ulanov, L. V. Budajapov. Productivity of Chestnut Soil Depending on Moisture Conditions under the Long-Term Impact of Crop Rotations, Tillage Methods and Fertilizers in the Dry Steppe

В. В. Никитин, В. Д. Соловиченко, А. П. Карабутов. Влияние вида севооборота, способов основной обработки почвы и удобрений на энергетические показатели возделывания сахарной свеклы в юго-западной части ЦЧР 18
V. V. Nikitin, V. D. Solovichenko, A. P. Karabutov. Influence of Crop Rotation Types, Tillage Methods, and Fertilizers on Energy Performance of Sugar Beet Cultivation in the South-Western Part of the Central Chernozem Region

И.А. Шмалько, В.Н. Багринцева. Густота стояния растений – один из основных факторов высокой урожайности гибридов кукурузы 21
I. A.Shmal'ko, V. N. Bagrintseva. Plant Density is One of the Main Factors of High Yield of Corn Hybrids

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ / SOIL CULTIVATION

И. А. Самофалова. Влияние способов основной обработки на структурно-агрегатный состав дерново-подзолистой почвы в Нечерноземной зоне 24
I. A. Samofalova. Influence of Tillage Methods on Structural and Aggregate Composition of Sod-Podzolic Soil in the Non-Chernozem Zone

Основан в 1939 г.

УЧРЕДИТЕЛИ:
Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии

ООО «Редакция журнала «Земледелие»

ИЗДАТЕЛЬ:
ООО «Редакция журнала «Земледелие»

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:
С. А. Балюк, академик НААН Украины, доктор сельскохозяйственных наук
А. Н. Власенко, академик РАН и НА Монголии, доктор сельскохозяйственных наук
Н. Г. Власенко, академик РАН, доктор биологических наук
А. А. Завалин, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук
А. Л. Иванов, академик РАН, доктор биологических наук
В. А. Иванов, почетный член редколлегии, главный редактор журнала «Земледелие» в 1978-2001 гг.
А. Н. Каштанов, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук
В. И. Кирюшин, академик РАН, доктор биологических наук
В. В. Коломейченко, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук
В. В. Кулинцев, доктор сельскохозяйственных наук
В. В. Лапа, академик НАН Беларуси, доктор сельскохозяйственных наук
М. А. Мазиров, доктор биологических наук
Ю. В. Плугатарь, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук
А. С. Сапаров, академик АСХН Республики Казахстан, доктор сельскохозяйственных наук
П. А. Чекмарев, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук
И. Ф. Храмцов, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Р. Ф. Байбеков
ВЕРСТКА
Н. Ю. Луценко

КОНТАКТЫ:
Тел./факс: +7 916 241 63 43

E-mail: jurzemledelie@yandex.ru
www.jurzemledelie.ru

АДРЕС ДЛЯ ОТПРАВКИ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:
101000, г. Москва, Мосчтамт, а/я 629

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещения и средств массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № 77-9212 от 27 июня 2001 г.

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в ООО «МЕДИАКОЛОР» 105187, г. Москва, ул. Вольная, д. 28, строение 10
Тел.: +7 (495) 786-77-14

Подписано в печать 14.01.19
Формат 60×90 1/8.
Печать офсетная.
Печ.л. 6,0+0,5 вкл.
Заказ

За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель. Перепечатка и любое воспроизведение материалов, опубликованных в журнале «Земледелие», возможны только с письменного разрешения редакции.

© “Земледелие”. 2019.

Журнал «Земледелие» включен в Перечень российских рецензируемых научных журналов (Перечень ВАК), рекомендованных для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (по агрономии).

Информация об опубликованных статьях поступает в систему Российского индекса научного цитирования.

Аннотации статей, ключевые слова, информация об авторах на русском и английском языках, а также полнотекстовые версии статей находятся в свободном доступе в Интернете на сайте www.jurzemledelie.ru

А. Н. Пузиков, Ю. Н. Суворова. Усовершенствование технологии возделывания подсолнечника в южной лесостепи Западной Сибири 28

Л. В. Юшкевич, А. Г. Щитов, И. В. Пахотина. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от технологии возделывания в лесостепи Западной Сибири 32

A. N. Puzikov, Yu. N. Suvorova. Development of Sunflower Cultivation Technology in the Southern Forest-Steppe of Western Siberia

L. V. Yushkevich, A. G. Shchitov, I. V. Pakhotina. Grain Yield and Quality of Spring Soft Wheat Depending on Cultivation Technology in the Forest-Steppe of Western Siberia

СОРТА И СЕМЕНА / **GRADES AND SEEDS**

П. Н. Николаев, О. А. Юсова, П. В. Поползухин, Н. И. Аниськов, И. В. Сафонова. Адаптивный потенциал сортов ярового ячменя селекции Омского аграрного научного центра 35

Н. З. Василова, Д.-л. Ф. Асхадуллин, Д.-р. Ф. Асхадуллин, Е. С. Кириллова. Новый сорт яровой мягкой пшеницы Аль Варис для целей хлебопечения 38

Н. М. Мудрых. Перспективы выращивания продовольственного овса в Пермском крае 43

P. N. Nikolaev, O. A. Yusova, P. V. Popolzukhin, N. I. Anis’kov, I. V. Safonova. Adaptive Potential of Spring Barley Varieties Originated from Omsk Agrarian Scientific Center

N. Z. Vasilova, D-l. F. Askhadullin, D-r. F. Askhadullin, E. S. Kirillova. New Variety Al Varis of Spring Soft Wheat for Bread Baking

N. M. Mudrykh. Prospects of Growing of Food Oat in the Perm Krai

МНЕНИЕ ПРАКТИКА / **EXPERT'S OPINION**

В. А. Банькин. Нужна другая система земледелия 45

V.A. Ban’kin. It is necessary another farming system

Уважаемые читатели!

В 2019 г. наш журнал будет, как и прежде, выходить 8 раз в год, в первый и второй месяцы каждого квартала. Наш подписной индекс в каталоге Роспечати 70329. Возможна подписка через редакцию как на бумажную, так и электронную версию журнала.

Напоминаем авторам, что формирование планов и подготовка номеров начинается заблаговременно. Редакция заключает договоры с научными организациями и учебными учреждениями на издательские услуги по публикации статей. Заявки принимаются по электронной почте jurzemledelie@yandex.ru

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10101
УДК 631.47

Проблема гидроморфизма почв и их использования в земледелии Центрального Черноземья

В. И. КИРЮШИН, доктор биологических наук, академик РАН, главный научный сотрудник (e-mail: vkiryushin@rambler.ru)
С. В. КИРЮШИН, старший научный сотрудник (e-mail: skiryushin@rambler.ru)
Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Пыжевский пер. 7, стр. 2б, Москва 119017, Российская Федерация

Показано значительное распространение среди черноземов Центрально-Черноземного района, особенно Тамбовской равнины, лугово-черноземных и черноземно-луговых почв вопреки существующим представлениям об абсолютном преобладании зональных черноземов. Использование их по аналогии с черноземами означает большие упущенные возможности, поскольку потенциал продуктивности полугидроморфных и части гидроморфных почв значительно выше черноземных в связи с возможностью использования более требовательных культур и дифференцированных агротехнологий повышенной интенсивности при полном сокращении чистого пара. Дана агрономическая оценка переувлажненных земель, предложена их агроэкологическая группировка, включающая 5 групп (с подгруппами) в порядке возрастания гидроморфизма и солонцеватости. Освоение адаптивно-ландшафтных систем земледелия применительно к различным группам земель будет способствовать в первую очередь созданию устойчивой кормовой базы, восстановлению и развитию животноводства.

Ключевые слова: *гидроморфные почвы, распространение, агроэкологическая оценка, группировка, агротехнологии.*

Для цитирования: *Кирюшин В. И., Кирюшин С. В. Проблема гидроморфизма почв и их использования в земледелии Центрального Черноземья // Земледелие. 2019. № 1. С. 3–6. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10101.*

Проблема дифференцированного размещения сельскохозяйственных культур и агротехнологий в соответствии с агроэкологическими условиями в России сохраняет свою актуальность со времен директивного советского планирования. В современный период «плановые шаблоны» сменились неуправляемым рынком с тем же результатом, несмотря на разработанные учеными адаптивно-ландшафтные системы земледелия. Эти системы предполагают формирование севооборотов и агротехнологий применительно к различным агроэкологическим группам земель: плакорным, эрозионным, переувлажненным, засоленным, солонцовым, литогенным, мерзлотным и др.

Опыт почвенно-ландшафтных изысканий и проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия в хозяйствах Центрально-Черноземного района свидетельствует о широком распространении лугово-черноземных, черноземно-луговых и других переувлажненных почв. При этом фактическая доля их в почвенном покрове, отражаемом детальными почвенными картами (М 1:10000) по результатам изысканий, как правило, значительно выше, чем на прежних почвенных картах, где они показаны черноземами. Отмечена значительно более высокая продуктивность этих почв, по сравнению с черноземами, за исключением интенсивного проявления засоленности, солонцеватости и затопления. Их использование значительно отличается от черноземов по набору культур, структуре посевных площадей и другим элементам систем земледелия. В числе пилотных проектов в ЦЧО для Тамбовской области в 2009 г. мы разработали проект адаптивно-ландшафтного земледелия и наукоемких агротехнологий для ООО «Агротехнологии» Жердевского района, который сопровождался производственными экспериментами по сравнению агротехнологий различной интенсивности. Особое внимание в нем было уделено формированию систем земледелия для полугидроморфных и гидроморфных земель, поскольку они оказались преобладающими в хозяйстве, как и в Жердевском районе в целом. К сожалению, результаты этих исследований не были восприняты руководством Тамбовской области и агрономическим сообществом.

В научно-агрономической аудитории тема гидроморфизма почв лесостепной и степной зон долгое годы не акцентировалась, утверждалось абсолютное преобладание на Тамбовской равнине черноземов при относительно небольшой доле гидроморфных почв по депрессиям рельефа. По мере развития крупномасштабных изысканий картина менялась, а в последние годы проблема гидроморфизма в почвенной литературе приобрела одиозный характер в связи с наблюдаемым усилением этого процесса в силу разных причин. Примечательно, что почвоведы концентрируют свое внимание преимущественно на негативных сторонах этого процесса в значительной мере по аналогии с более северной таежно-лесной зоной, где термин глеевая, глееватая и даже слабоглееватая дерново-подзолистая почва означает значительное снижение плодородия и даже его утрату, по сравнению с плакорной почвой.

В отличие от таежно-лесной зоны, где осадки преобладают над испаряемостью (коэффициент увлажнения 1,0...1,3) и сами зональные почвы испытывают периодическое переувлажнение, в лесостепной и степной зонах с коэффициентом увлажнения 0,5...0,8 дополнительное увлажнение в результате грунтового притока или поверхностного стока – благо, которое необходимо эффективно использовать. При чрезмерном переувлажнении усиливаются негативные процессы, которые имеют различные проявления в зависимости от почвенно-ландшафтных условий. Однако в спектре почв различного переувлажнения, как показывает опыт, значительную часть можно использовать с более высокой эффективностью, по сравнению с черноземами, особенно под кормовые культуры.

В этом смысле традиционный термин «переувлажненные» следовало бы отнести в основном к влажнолуговым и лугово-болотным почвам, освоение которых (если оно необходимо) связано с гидротехнической мелиорацией.

Таким образом, сложившееся традиционное отношение к переувлажненным почвам должно трансформироваться в задачи по рациональному использованию дополнительной влаги. Для этого необходимо определить условия их развития и распространения, уточнить диагностику и классификацию, разработать дифференцированные системы использования.

Условия формирования и распространения полугидроморфных и гидроморфных почв. Гидроморфизм почв и разнообразные его проявления связаны с особенностями переувлажненных ландшафтов, основные их которых следующие: плоский или плосковогнутый недренированный рельеф с низкими относительными отметками; низкая фильтрационная способность почвообразующих и подстилающих пород, служащих водоупором; застой поверхностных вод в понижениях; периодическое или постоянное насыщение почв до уровня превышающего предельную полевую влагоемкость; развитие оглеения в почвах; разнообразие почвенного покрова от лугово-черноземных до заболоченных почв. Весьма благоприятные в этом отношении условия складываются на плоскоместных низинных (140...160 м над уровнем моря) территориях Окско-Донской низменности, особенно Тамбовской равнины. Уровень почвенно-грунтовых вод на большей части Тамбовской области находится в пределах 2...6 м и выше, что определяет значительное увлажнение почвенной толщи плоских территорий, по сравнению с расчлененными выпуклыми водоразделами. В определенной мере это относится к Воронежской области, в Верхнехавском, Панинском и Аннинском районах которой полугидроморфные почвы составляют основной фон почвенного покрова.

Развитию гидроморфизма способствует возрастающее количество осадков. Результаты анализа [3] количества годовых осадков за 85 лет, по данным Чакинской метеостанции, свидетельствуют о их значительном увеличении. Средняя за вторую половину XX века годовая сумма осадков возросла до 503 мм против 415 мм в период с 1914 по 1950 гг. За первые годы нового века среднегодовое количество осадков достигло уже 579 мм. По наблюдениям метеостанции Грязи в Липецкой области, среднегодовые суммы осадков возросли с 429 мм за десятилетие в 1946–1955 гг. до 521 мм за 1956–1965 гг., 558 мм – за 1986–1996 гг. и 570 мм – за 1997 – 2006 гг. Значительное увеличение осадков в Каменной степи отмечено после 1966 г., в Курской области – с 1960 г. С ростом суммы осадков в той или иной мере коррелирует повышение уровня грунтовых вод на территории ЦЧО. Соответственно происходит увеличение площади гидроморфных почв. Этот процесс усиливает влияние антропогенных факторов (орошение, строительство водохранилищ, прудов, уплотнение почв и др.).

Информация о распространении полугидроморфных и гидроморфных почв в ЦЧО чрезвычайно противоречива, поскольку в процессе почвенного картографирования не обеспечивалось должное их диагностирование: бурили недостаточное количество скважин, закладывали мало глубоких разрезов. В последние годы доля полугидроморфных почв «возрастает» не столько вследствие подъема грунтовых вод, сколько благодаря повышению точности картографирования. Так, наиболее вероятная доля лугово-черноземных почв в Тамбовской области, указанная в «Едином государственном реестре почвенных ресурсов России», составляет 31,2 % [2].

Классификация и диагностика переувлажненных почв. Термин «переувлажненные» относится к почвам, испытывающим дополнительное поверхностное, грунтовое или смешанное увлажнение, по сравнению с плакорными. Переувлажнение чаще всего сопровождается анаэробными процессами за исключением тех случаев, когда оно обусловлено водами, обогащенными кислородом (проточными и др.). Следствие анаэробных процессов – развитие оглеения. Почвы с признаками оглеения в виде сизых пятен, железисто-марганцевых конкреций и др. в зависимости от степени проявления называют полугидроморфными или гидроморфными. На этих признаках построена субстантивная классификация почв 2004 г., в которой гидроморфные почвы выделяют на уровне отдела гидрометаморфических почв с типами гумусово-гидрометаморфических почв и перегнойно-гидрометаморфичесских почв, а полугидроморфные – на уровне подтипа гидрометаморфизованных в типе черноземов глинисто-иллювиальных. К сожалению, морфохроматические признаки дают слишком общее представление о степени переувлажнения почв. Для этого нужны более адекватные экологические показатели, которые использованы в традиционной «Классификации почв СССР» (1977 г.) – это условия водного и гидрологического режима, в частности степень поверхностного и грунтового увлажнения почвенного профиля. По этим и другим параметрам выделяют типы лугово-черноземных, черноземно-луговых и лугово-болотных почв.

Лугово-черноземные почвы. Этот тип разделяют на два подтипа: луговато-черноземные и собственно лугово-черноземные. Первые формируются под влиянием временного увлажнения водами поверхностного стока при глубокозалегающих грунтовых водах. Они приурочены к плоским понижениям, небольшим западинам на водоразделах.

Собственно лугово-черноземные почвы формируются под влиянием смешанного поверхностного и грунтового либо одностороннего грунтового увлажнения при уровне грунтовых вод 3...6 м. Приурочены к понижениям мезорельефа, но могут занимать обширные контуры на главных формах макрорельефа на слабодренированных равнинах. Водный режим лугово-черноземных почв определяют как попеременный промывной – десуктивно-выпотной. Он характеризуется чередованием периодов глубокого промывания почв талыми водами и иногда обильными летними осадками и возвратного капиллярного поднятия влаги. В течение значительной части вегетационного периода сохраняется связь нижней части почвенного профиля с почвенно-грунтовыми водами через капиллярную кайму. Лугово-черноземные почвы по агрономическим свойствам не отличаются от черноземов, но значительно лучше увлажнены. Признаки оглеения отмечают с 1,5 м и глубже.

От этих почв существенно отличаются **черноземно-луговые почвы**, которые разделяют на два подтипа: собственно чернозено-луговые и влажно-луговые.

Собственно черноземно-луговые почвы формируются в понижениях рельефа на недренированных равнинах (вне речных пойм) в условиях повышенного поверхностного обводнения и постоянной связи с грунтовыми водами, залегающими на глубине 1,5...3 м. Они имеют хорошо развитый гумусовый горизонт. Признаки оглеения проявляются в нижней части переходного горизонта и материнской породе.

Влажнолуговые почвы характеризуются высоким залеганием грунто-

вых вод (выше 1,0...1,5 м) в течение всего вегетационного периода и соответственно постоянной насыщенностью корнеобитаемой зоны капиллярной влагой. Поверхностное затопление ежегодное и длительное (около трех недель). Почвы маломощные и малогумусные. Признаки оглеения отмечаются в почвообразующей породе, в переходном и гумусовом горизонтах. Характерна общая сизоватая прокраска.

В пределах рассмотренных типов лугово-черноземных и черноземно-луговых почв, наряду с обычными, встречаются засоленные, солонцеватые, слитые, осолоделые и другие роды.

Лугово-болотные почвы характеризуются интенсивным оглеением всего профиля, нередко с наличием торфянистого горизонта малой мощности (менее 20 см). Формируются в условиях длительного поверхностного увлажнения с периодическим (ежегодно более 30 дней) затоплением.

Элювиально-глеевые черноземовидные почвы располагаются по днищам крупных западин на водоразделах (глубина 45...150 см) площадью от 0,25 до 1 га. Их затапливают весной талые воды после снеготаяния. В условиях застойно-промывного режима развиваются осветленные горизонты. Этот процесс, в отличие от собственно глеевого (метаморфического), элювиально-глеевый. Некоторые авторы [6] называют их черноземовидными оподзоленными глеевыми.

Такие почвы отличаются от черноземов, лугово-черноземных и луговых почв менее благоприятными физическими свойствами, поскольку поверхностное переувлажнение в отличие от грунтового приводит к деградации почвенной структуры [6].

Агроэкологическая оценка и использование переувлажненных почв. Рациональное использование лугово-черноземных и черноземно-луговых почв – все еще недооцененный крупный резерв земледелия, особенно в Тамбовской области, где их доля наиболее высока, по сравнению с другими субъектами РФ в Центральном Черноземье. Преимущественное направление их использования – производство кормов, что можно назвать первоочередной задачей в связи с восстановлением поголовья скота, которое катастрофически сократилось за годы реформ, и развитием в первую очередь молочного животноводства. К сожалению, систематические исследования по оценке их продуктивности весьма ограничены, но имеющиеся статистические сведения позволяют составить достаточно адекватное представление.

Авторы, занимавшиеся изучением географии гидроморфных почв Тамбовской области [1] отмечали наиболее высокую урожайность зерновых культур в районах с преобладанием черноземно-луговых почв (Токаревский, Ржакинский, Мордовский).

В отношении сравнительной оценки урожайности сельскохозяйственных культур на черноземах и лугово-черноземных почвах все исследователи-почвоведы отмечают преимущество последних. На них возможны различные севообороты, как правило, исключающие чистые пары. Следует подчеркнуть, что чистый пар не относится к числу необходимых элементов и на черноземах, особенно на севере лесостепной зоны, а на переувлажненных почвах он усиливает гидромофизм. На лугово-черноземных почвах благодаря наличию дополнительного увлажнения более эффективны интенсивные агротехнологии.

По поводу сравнения черноземно-луговых почв, особенно глееватых, с черноземными мнения неоднозначны. Так, А. Б. Ахтырцев и др. [1] считают, что черноземно-луговые почвы по плодородию уступают лугово-черноземным. По данным Е. М. Самойловой [5], урожайность зерновых и зерно-бобовых на черноземно-луговой почве выше, чем на типичном черноземе и лугово-черноземной почве, на 15...30 %, кукурузы и сахарной свеклы – на 20...40 %. Подобные сведения преобладают.

Систематическое снижение продуктивности полевых культур происходит на затопляемых почвах и тем сильнее, чем длительнее период затопления. Исключение составляют многолетние травы, формирующие высокую урожайность на подавляющем большинстве переувлажненных почв.

В опытах на черноземе типичном и на черноземовидной глубокооглеенной почве Тамбовской равнины отмечены близкие урожаи зерновых культур с преимуществом первых во влажные годы, вторых – в сухие, а урожайность многолетних трав на черноземовидной почве была вдвое выше и достигала 350 ц/га зеленой массы. В этих же опытах на черноземовидной оподзоленной глееватой почве зерновые вымокали, а многолетние травы давали такой же урожай, как на черноземовидной глубокооглеенной почве [6].

При подборе культур на черноземно-луговых почвах необходимо знать оптимальную для каждой них глубину залегания грунтовых вод. К сожалению, специальных опытов по изучению влияния уровня грунтовых вод на урожайность сельскохозяйственных культур в черноземной зоне не проводили. По некоторым экспериментальным данным [4], на почвах Араратской равнины зависимость урожайности зерновых от уровня грунтовых вод отражает уравнение:

$У=1,711Н-0,520Н^2-0,556$

В этих условиях оптимальная глубина залегания грунтовых вод, обеспечивающая максимальную урожайность, колеблется в пределах 1,5...2,1 м.

Наибольшие негативные проявления переувлажнения почв наблюдаются в условиях мелкозападинного рельефа и связаны с вымоканием или угнетением растений в микро- и мезопонижениях. В первую очередь это относится к озимой пшенице. В результате исследований, проведенных в 2005–2006 гг. в Жердевском районе [3], было показано, что при весеннем возобновлении вегетации озимая пшеница страдает во всех микропонижениях. На черноземно-влажнолуговых почвах глубоких микропонижений она практически выпадает, а в плоских блюдцах и ложбинах степень снижения густоты посевов, по сравнению с фоном, зависит от длительности затопления и составляла 5...35 %. Место выпавших растений занимали сорняки, численность которых резко возрастала в замкнутых микропонижениях. Учет урожайности озимой пшеницы в производственных посевах показал ее снижение с 46,0 ц/га на фоновой черноземно-луговой почве до 35,7 ц/га в мелкой микрозападине и до 6,2 ц/га в крупной микрозападине.

Влияние микропонижений на возделывание яровых культур связано с контрастностью почвенного покрова и задержкой сроков посева в зависимости от «поспевания» почв понижений на 2...7 недель.

Среди переувлажненных почв на юге Окско-Донской низменности заметную долю занимают луговые солонцы и солонцеватые почвы, использование которых связано с подбором солонцеустойчивых культур, особенно многолетних трав.

В соответствии с агроэкологическими условиями выделяют 5 групп земель в порядке возрастания гидрофорфизма.

Полугидроморфные земли с подгруппами:

автоморфно-полугидроморфные, представленные вариациями черноземов, луговато-черноземных и лугово-черноземных почв;

полугидроморфные (ареалы собственно лугово-черноземных почв);

полугидроморфные комплексные (лугово-черноземные почвы с участием черноземно-луговых почв микропонижений);

Гидроморфные с грунтовым увлажнением:

ареалы черноземно-луговых почв;

комплексы черноземно-луговых почв с влажно-луговыми микропонижениями;

влажно-луговые почвы.

Гидроморфные с преобладанием поверхностного увлажнения, представленные подгруппами, различающимися по площади и длительности затопления.

Заболоченные земли, представленные преимущественно луговоболотными почвами.

Солонцовые земли, представленные черноземно-луговыми солонцеватыми почвами, лугово-степными и луговыми солонцами.

Заключение. Полугидроморфные и гидроморфные почвы Центрального Черноземья представляют крупный резерв увеличения производства сельскохозяйственной продукции, который до сих пор не осознан и не учтен в должной мере.

Большая их часть не требует осушительных мелиораций для интенсивного использования. Преобладающие среди них лугово-черноземные почвы целесообразно использовать в беспаровых севооборотах в интенсивных и точных агротехнологиях. Их дополнительное увлажнение, по сравнению с черноземами, может быть реализовано с помощью более требовательных культур, сортов и удобрений. Благоприятные свойства этих почв позволяют расширять использование прямого посева в системах обработки почвы.

Более увлажненные, но с риском экологического переувлажнения черноземно-луговые почвы следует отводить под кормовые севообороты, увеличивая долю устойчивых к переувлажнению культур по мере усиления этих рисков, особенно при наличии влажно-луговых почв микропонижений, ограничивающих интенсификацию агротехнологий.

На периодически затопляемых черноземовидных элювиально-глеевых почвах определяющее значение имеет повышение доли многолетних трав, а на влажно-луговых целесообразно создание сенокосов. При этом следует ориентироваться на интенсивное возделывание многолетних трав с использованием оптимального количества минеральных удобрений, что способствует не только повышению урожайности, но и обеспечивает осушительный эффект благодаря интенсивному водопотреблению.

Особую категорию представляют комплексы полугидроморфных и гидроморфных почв в сложном микрорельефе. В микропонижениях выпадают озимые, что ограничивает возможность их посева в этих условиях, также как и в затапливаемых понижениях. Затопление наносит ущерб почвам (в отличие от грунтового увлажнения), способствуя разрушению структуры и уплотнению. В этой связи желательно сокращение стока со склоновых земель путем совершенствования земледелия в эрозионных ландшафтах.

Что касается гидротехнических осушительных мелиораций, то их применение должно быть разносторонне обоснованным после рассмотрения предложенных альтернатив. При этом лугово-болотные и болотные почвы и соответствующие им ландшафты должны быть в основном сохранены, поскольку они несут экологические функции регулирования гидрологического режима территории.

Интенсификация земледелия в этих условиях одновременно с повышением урожайности способствует более полному использованию влаги и осушению переувлажненных почв.

Первоочередная задача, которая может быть решена при интенсификации использования полугидроморфных и гидроморфных почв, связана с созданием кормовой базы для восстановления и развития скотоводства. Для этого необходимо развитие территориального планирования и проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия на основе почвенно-ландшафтного картографирования.

С точки зрения научного обеспечения проблемы необходимо развитие диагностики и классификации переувлажненных почв, агрономической оценки структур почвенного покрова, агроэкологической оценки сельскохозяйственных культур, в особенности их отношения к условиям гидрологического режима, выявления оптимальных и критических уровней грунтовых вод для различных культур.

Литература.

1. Ахтырцев А. Б., Адерихин П. Г., Ахтырцев Б. П. Лугово-черноземные почвы центральных областей Русской равнины. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1981. 176 с.

2. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Тамбовской области в 2014 году. Тамбов: ООО Изд-во «Юлис», 2015. 143 с.

3. Кирюшин В. И., Трубников А. В. Гидроморфизм почв юга Тамбовской равнины в связи с увлажнением климата // Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве России. М.: Россельхозакадемия, 2009. С. 367–382.

4. Мкртчян С. М., Авакян М. П. Закономерности влияния глубины залегания грунтовых вод на урожайность сельскохозяйственных культур переувлажненных земель Гехаркуникского марза // Изв. ГАУА. 2009. № 2. С. 86–90.

5. Самойлова Е. М. Луговые почвы лесостепи. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. 284 с.

6. Степанцова Л. В. Агрофизические свойства, гидрологический режим и диагностика черноземовидных почв севера Тамбовской низменности: дис. ... д-ра биол. наук. М., 2012. 319 с.

Problem of Soil Hydromorphism and Their Use in the Agriculture of the Central Chernozem Region

V. I. Kiryushin, S. V. Kiryushin
V. V. Dokuchaev Soil Science Institute, Pyzhevskii per., 7, str. 2b, Moskva, 119017, Russian Federation

Abstract. *A significant distribution of meadow-chernozemics and chernozem-meadow soils revealed among the chernozems of the Central Chernozem region, especially within the Tambov plain, contrary to existing ideas about the absolute predominance of zonal chernozem. The use of these soils with application of the same methods as for chernozem means a great missed opportunity, since the productivity potential of semi-hydromorphic and a part of hydromorphic soils is much higher than that of chernozem due to the possibility to cultivate more demanding crops, differentiated agrotechnologies of increased intensity along with a complete elimination of bare fallow. An agronomic assessment of wetlands is given; their agroecological grouping is proposed, which includes 5 groups (with subgroups) in order of increasing hydromorphism and solonetzicity. The development of adaptive-landscape farming systems in relation to various groups of land will contribute primarily to the creation of a sustainable forage base, the restoration and development of animal farming.*

Keywords: *hydromorphic soils; distribution; agroecological assessment; grouping; agrotechnologies.*

Author Details: *V. I. Kiryushin, D. Sc. (Biol.), member of the RAS, chief research fellow (e-mail: vkiryushin@rambler.ru); S. V. Kiryushin, senior research fellow (e-mail: skiryushin@rambler.ru).*

For citation: *Kiryushin V. I., Kiryushin S. V. Problem of Soil Hydromorphism and Their Use in the Agriculture of the Central Chernozem Region. Zemledelije. 2019. No. 1. Pp. 3–6 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10101.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10102
УДК 631.434

Изменение структурного состояния чернозема типичного Курской области под влиянием бессменных пара и озимой пшеницы

В. Г. МАМОНТОВ[1], доктор биологических наук, профессор (e-mail: mamontov1954@inbox.ru)
Р.Ф. БАЙБЕКОВ[1], доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, профессор
В. И. ЛАЗАРЕВ[2], доктор сельскохозяйственных наук, зам. директора
С. А. ЮДИН[3], кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
С. А. ЦВЕТКОВ[1], аспирант
Е. Б. ТАЛЛЕР[1], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
[1]Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация
[2]Курский научно-исследовательский институт агропромышленного производства, пос. Черёмушки, 10, Курский район, Курская область, 305526, Российская Федерация
[3]Почвенный институт имени В. В. Докучаева, пер. Пыжевский, 7, стр. 2, Москва, 119017, Российская Федерация

Изучено влияние бессменного пара (с 1947 г.) и бессменной озимой пшеницы с удобрениями и без удобрений (с 1964 г.) на структурное состояние чернозема типичного в Курской области. Целинный чернозем характеризовался высоким содержанием агрономически ценных и водоустойчивых агрегатов, составлявшим соответственно 88,1 и 82,1 %. Среди агрономически ценных преобладали агрегаты размером 5...1 мм, на долю которых приходилось более 60 %, а содержание водоустойчивых агрегатов этого размера составляло 48,4 %. Агрегатное состояние целинного чернозема оценивали как отличное, водоустойчивость структуры как избыточно высокую. Длительное использование чернозема типичного в пашне заметно повлияло на его структурное состояние. Очень резко возросло содержание агрегатов размером > 10 мм: в варианте с бессменным паром – на 38,4 %, с бессменной озимой пшеницей – на 20,9... 23,7 %. Причем содержание наиболее ценной фракции агрегатов размером 5...1 мм уменьшилось на 39,0 % (бессменный пар) и на 21,2...25,6 % (бессменная озимая пшеница). Снизилось и количество водоустойчивых агрегатов: в варианте с бессменным паром – в 2,0 раза, с бессменной озимой пшеницей – в 1,8...1,9 раза. Водоустойчивые агрегаты преимущественно имели размер 1...0,25 мм, агрегаты более крупного размера или отсутствовали, или содержались в минимальном количестве. В связи с этим средневзвешенный диаметр водоустойчивых агрегатов в пахотных почвах уменьшился, по сравнению с целиной, в 4,4 раза (бессменный пар) и в 2,5...2,6 раза (бессменная озимая пшеница). В целом структура чернозема типичного довольно устойчива к длительному экстенсивному агрогенному воздействию, а ее водоустойчивость оценена как хорошая.

Ключевые слова: *чернозем типичный, агрономически ценные агрегаты, водоустойчивые агрегаты, средневзвешенный диаметр агрегатов, структурное состояние.*

Для цитирования: *Изменение структурного состояния чернозема типичного Курской области под влиянием бессменных пара и озимой пшеницы / В. Г. Мамонтов, В. И. Лазарев, С. А. Юдин и др. // Земледелие. 2019. № 1. С. 7–10. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10102.*

Важный фактор эффективного использования сельскохозяйственных угодий – благоприятные физические свойства почвы, среди которых особого внимания заслуживает характер почвенной структуры, обеспечивающей формирование благоприятной среды для роста и развития растений. От размера, формы и качества почвенных агрегатов зависят плотность сложения почвенной массы, объем и конфигурация порового пространства, соотношение между капиллярной и некапиллярной пористостью и, соответственно, особенности водно-воздушного режима почвы. Последний, в свою очередь, оказывает непосредственное влияние на микробиологическую и ферментативную активность почвы, ее питательный и окислительно-восстановительный режимы. Все это в совокупности в значительной мере определяет уровень эффективного плодородия почвы и продуктивность сельскохозяйственных угодий [1, 2, 3, 4].

Характерная особенность целинных черноземов – хорошо выраженная уникальная зернистая структура. От остальных типов почв они отличаются высоким содержанием агрономически ценных агрегатов, на долю которых приходится 80...90 %, причем доля фракции размером 5...1 мм колеблется от 40 до 60 %, тогда как фракции размером > 10 и < 0,25 мм содержатся в минимальных количествах [5].

Вовлечение в пашню и длительное сельскохозяйственное использование черноземов сопровождается существенным ухудшением их структурного состояния. Это проявляется в увеличении глыбистости и распыленности пахотного слоя, уменьшении содержания фракции агрегатов размером 5...1 мм до 28...40 %, водоустойчивых агрегатов – на 22...35 % и более [5, 6].

Мероприятия по улучшению агрофизического состояния черноземов разработаны и успешно применяются на практике [4, 7, 8]. Однако в последние десятилетия ситуация обострилась в связи с ориентацией сельхозпроизводителей на узкую специализацию вплоть до длительного бессменного возделывания одной культуры и недостаточного применения удобрений, особенно органических. Это может еще в большей мере ухудшить структурное состояние черноземов и привести к физической деградации пахотных угодий.

Цель работы – оценка влияния экстенсивного использования пашни на структурное состояние чернозема типичного.

Объектом исследования служил чернозем типичный тяжелосуглинистый. Почвенные образцы отбирали в Центрально-Черноземном государственном биосферном заповеднике им. А. А. Алехина на участке целинной некосимой степи из гумусово-аккумулятивного горизонта А чернозема (слой мощностью 5...25 см) и из пахотного слоя на участке бессменного пара, существующего с 1947 г., где для борьбы с сорняками проводят культивации и периодическую вспашку на глубину 22...24 см, а также на территории Петринского опорного пункта Курского НИИ АПП – в стационарном полевом опыте, существующем с 1964 г., из пахотных горизонтов чернозема типичного в вариантах бессменная озимая пшеница без удобрений и бессменная озимая пшеница с ежегодным применением $N_{45}P_{60}K_{45}$, размер делянок 296 м^2 [9, 10].

1. Влияние бессменного пара и бессменной озимой пшеницы на агрегатный состав чернозема типичного Курской области

Высота	Содержание (%) воздушно-сухих агрегатов размером (мм)								
	> 10	10...7	7...5	5...3	3...2	2...1	1...0,5	0,5...0,25	< 0,25
Целина	4,6	6,4	11,6	24,2	19,1	18,3	3,5	5,0	7,3
Бессменный пар	43,0	16,1	11,7	11,0	5,5	6,1	2,0	1,7	2,9
Бессменная озимая пшеница (без удобрений)	25,5	7,8	8,5	13,5	9,1	17,8	4,3	8,6	4,9
Бессменная озимая пшеница ($N_{45}P_{60}K_{45}$)	28,3	8,8	7,8	10,1	7,8	18,1	4,3	8,7	6,1
$НСР_{05}$	18,2	6,0	4,6	3,9	2,2	4,6	1,6	3,8	5,0

Агрегатный анализ (сухое и мокрое просеивание) выполнен по методу Н. И. Саввинова согласно имеющимся рекомендациям [3]. Статистическую обработку проводили по Б. А. Доспехову [11].

Результаты исследований показали (табл. 1), что в составе агрегатов целинного чернозема при сухом просеивании преобладают фракции размером 5...3 мм (24,2 %), 3...2 мм (19,1 %) и 2...1 мм (18,3 %). Следующая по значимости фракция – 7...5 мм, на которую приходится 11,6 %. Содержание глыбистых отдельностей (> 10 мм) составило 4,6 %, а фракции < 0,25 мм – 7,3 %. Доля остальных фракций варьировала от 3,5 до 6,4 %.

Считается [12], что агрегаты размером 5...1 мм – наиболее ценны с агрономической точки зрения. В целинном черноземе типичном агрегаты этого размера отчетливо преобладают, содержание их составило 61,6 %. Такая особенность агрегатного состава черноземов неоднократно отмечена в литературе [5, 6, 7].

Длительное использование чернозема в пашне привело к существенному изменению его структурного состояния, особенно это касается варианта с бессменным паром. В первую очередь следует отметить резкое увеличение доли глыбистых отдельностей (> 10 мм), содержание которых, по сравнению с целинным вариантом, увеличилось более чем в 9 раз и составило 43,0 %. С 6,4 до 16,1 % возросло количество агрегатов размером 10...7 мм, тогда как содержание отдельностей размером 7...5 и менее 1 мм достоверно не изменилось. В то же время агрегатов, имеющих размер от 1 до 5 мм, стало заметно меньше. Доля фракции размером 5...3 мм снизилась на 13,2 %, 3...2 мм – на 13,6 %, 2...1 мм – на 12,2 %. Общее содержание агрегатов этих наиболее ценных с агрономической точки зрения фракций уменьшилось в 2,7 раза.

Не менее значимые изменения произошли с агрегатным составом чернозема при бессменном возделывании озимой пшеницы. Содержание фракции > 10 мм возросло, хотя и в меньшей степени, чем в варианте с бессменным паром, но все же довольно существенно, – на 20,9...23,7 %. В то же время количество агрегатов размером 10...7 мм, 7...5 мм и < 2 мм осталось на исходном уровне. Наряду с этим заметные количественные изменения произошли с агрегатами размером от 5 до 2 мм. Доля фракции размером 5...3 мм снизилась на 10,7...14,1 %, а фракции 3...2 мм – на 10,0...11,3 %. Под влиянием бессменной озимой пшеницы общее количество агрегатов наиболее ценного размера (5...1 мм) уменьшилось на 21,2...25,6 %. При этом прослеживается тенденция к тому, что на фоне ежегодного внесения под бессменную озимую пшеницу $N_{45}P_{60}K_{45}$ негативная трансформация структурного состояния чернозема была выражена в большей мере, чем в варианте без удобрений.

Существенное влияние оказало агрогенное воздействие на водоустойчивость почвенной структуры чернозема типичного (табл. 2).

2. Влияние бессменного пара и бессменной озимой пшеницы на содержание водоустойчивых агрегатов в черноземе типичном Курской области

Высота	Содержание (%) агрегатов размером (мм)						
	> 5	5...3	3...2	2...1	1...0,5	0,5...0,25	< 0,25
Целина	9,2	15,6	14,4	18,4	15,2	9,4	17,8
Бессменный пар	нет	нет	0,2	1,9	9,2	29,6	59,1
Бессменная озимая пшеница (без удобрений)	1,1	1,4	2,0	5,1	9,8	26,6	54,0
Бессменная озимая пшеница ($N_{45}P_{60}K_{45}$)	0,7	1,2	1,9	6,1	10,5	23,1	56,5
$НСР_{05}$	2,3	3,1	1,6	6,9	4,5	4,2	8,9

Для целинного чернозема типичного характерно очень высокое содержание водоустойчивых агрегатов, преимущественно имеющих размер от 0,5 до 5 мм, на их долю приходится 63,6 %, тогда как содержание водоустойчивых агрегатов размером > 5 и 0,5...0,25 мм составило всего 9,2 и 9,4 % соответственно, фракции размером < 0,25 мм – 17,8 %.

В пахотных почвах произошла существенная трансформация водоустойчивой структуры. В первую очередь обращает на себя внимание очень резкое уменьшение количества водоустойчивых агрегатов крупного размера. В варианте с бессменным паром отсутствуют агрегаты фракций > 5 и 5...3 мм, а в вариантах с бессменной озимой пшеницей они содержатся в очень незначительном количестве, на уровне 0,7...3,1 %. По сравнению с целинным черноземом, резко (на 24,8...30,7 %) уменьшилось коли-

3. Влияние бессменного пара и бессменной озимой пшеницы на показатели структурного состояния чернозема типичного Курской области

Высота	Средневзвешенный диаметр (мм) агрегатов		Сумма агрегатов размером 10...0,25 мм, %	Коэффициент структурности	Водоустойчивые агрегаты	
	все агрегаты	размером 10...0,25 мм			сумма, %	средневзвешенный диаметр, мм
Целина	3,48	3,41	88,1	7,75	82,1	2,27
Бессменный пар	7,06	5,09	54,1	1,28	40,9	0,52
Бессменная озимая пшеница (без удобрений)	4,83	3,26	69,7	2,37	46,0	0,90
Бессменная озимая пшеница ($N_{45}P_{60}K_{45}$)	5,00	3,31	65,6	2,00	43,5	0,88
$НСР_{05}$	1,42	0,61	–	–	–	0,22

чество водоустойчивых агрегатов размером 1...3 мм, менее заметно (на 4,7...6,0 %) – содержание агрегатов фракции 1...0,5 мм. При этом доля водоустойчивых агрегатов размером 0,5...0,25 мм возросла на 13,7...20,2 %, фракции < 0,25 мм – на 36,2...41,3 %.

Согласно полученным данным, для целинного чернозема типичного характерно содержание агрономически ценных воздушно-сухих агрегатов – 88,1 % и коэффициент структурности, равный 7,75 (табл. 3). Также высоким оказалось и общее количество водоустойчивых агрегатов – 82,1 %. По существующим критериям [13] агрегатное состояние такой почвы оценивается как отличное, а водоустойчивость структуры как избыточно высокая.

Важное значение для оценки почвенной структуры имеет размер структурных отдельностей. Средневзвешенный диаметр всей совокупности агрегатов целинного чернозема типичного равен 3,48 мм, у агрономически ценных агрегатов он несколько меньше – 3,41 мм. Средневзвешенный диаметр водоустойчивых агрегатов в 1,5 раза меньше, чем у агрономически ценных воздушно-сухих агрегатов и равен 2,27 мм.

После длительного использования чернозема под бессменный пар количество агрономически ценных агрегатов уменьшилось до 54,1 %, а коэффициент структурности – до 1,28. При таких показателях агрегатное состояние чернозема оценивается как хорошее. Количество водоустойчивых агрегатов размером > 0,25 мм, равное 40,9 %, была в 2 раза меньше, чем в целинном черноземе, что свидетельствует о хорошей водоустойчивости структуры. Однако их содержание уже вплотную приблизилось к уровню, когда водоустойчивость структуры будет считаться удовлетворительной. В негативную сторону изменился и размер структурных отдельностей. Средневзвешенный диаметр всей совокупности воздушно-сухих агрегатов увеличился более чем в 2 раза, а фракций, относимых к агрономически ценным агрегатам, – в 1,5 раза. Средневзвешенный диаметр водоустойчивых агрегатов, наоборот, резко уменьшился с 2,27 мм до 0,52 мм.

Под влиянием бессменной озимой пшеницы структурное состояние чернозема также изменилось, но в меньшей степени, чем в варианте с бессменным паром и не так однозначно. Хотя содержание агрономически ценных агрегатов, по сравнению с целинным черноземом, уменьшилось на 18,4...22,5 %, а коэффициент структурности снизился в 3,3...3,9 раза, агрегатное состояние чернозема под бессменной озимой пшеницей оценивалось как отличное. При этом средневзвешенный диаметр всей совокупности воздушно-сухих агрегатов в варианте без применения минеральных удобрений достоверно не изменился, а при ежегодном внесении $N_{45}P_{60}K_{45}$ – увеличился до 5,00 мм. Средневзвешенный диаметр агрономически ценных агрегатов остался на исходном уровне. Общее количество водоустойчивых агрегатов уменьшилось до 43,5...46,0 %, водоустойчивость структуры оценивалась как хорошая. Хотя средневзвешенный диаметр водоустойчивых агрегатов и уменьшился до 0,88...0,90 мм, он все же был заметно больше, чем в варианте с бессменным паром. При этом следует подчеркнуть намечающуюся тенденцию к более сильному негативному изменению структуры под бессменной озимой пшеницей на фоне с ежегодным внесением минеральных удобрений, по сравнению с неудобренным вариантом. Это может быть обусловлено пептизирующим действием одновалентных катионов, поступающих с удобрениями. Кроме того, минеральные удобрения могут способствовать активизации микробиологической деятельности, в результате чего усиливается минерализация лабильных компонентов гумуса [14], особенно тех из них, которые участвуют в формировании почвенных агрегатов.

Таким образом, структурное состояние чернозема типичного под влиянием длительного бессменного пара и бессменной озимой пшеницы претерпело заметную трансформацию. По сравнению с целинным черноземом, в пахотных почвах заметно снизилось содержание агрономически ценных агрегатов, в результате чего возросла глыбистость структуры, и уменьшился коэффициент структурности. Наиболее существенные изменения с почвенной структурой произошли под влиянием бессменного пара. Пахотные почвы содержали заметно меньше водоустойчивых агрегатов, особенно размером > 1 мм, количество которых снизилось под бессменной озимой пшеницей в 6 раз, а под бессменным паром – в 27 раз, при этом средневзвешенный диаметр водоустойчивых агрегатов уменьшился соответственно в 2,5...2,6 раза и 4,4 раза. Однако в целом, несмотря на негативные изменения, структура чернозема типичного оказалась довольно устойчивой к длительному экстенсивному агрогенному воздействию, в результате чего пахотные почвы сохраняют хорошее структурное состояние.

Литература.

1. Вильямс В. Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения. М.: ОГИЗ Сельхозгиз, 1946. 456 с.
2. Качинский Н. А. Физика почвы. Часть I. М.: Высшая школа. 1965. 323 с.
3. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
4. Гумматов Н. Г., Пачепский Я. А. Современные представления о структуре почв и структурообразовании: механизмы и модели, динамика и факторы (2-е изд.). Баку: Муаллим, 2016. 100 с.
5. Щеглов Д. И. Черноземы центра русской равнины и их эволюция под влиянием естественных и антропогенных факторов. М.: Наука, 1991. 214 с.
6. Кузнецова И. В., Старцев А. Д. Показатели структурного состояния черноземов ЦЧР и их изменение при сельскохозяйственном использовании // Изменение агрофизических свойств почв под воздействием антропогенных факторов: научные труды Почвенного института имени В. В. Докучаева. М. 1990. С. 46–55.
7. Медведев В. В. Структура почвы (методы, генезис, классификация, эволюция, география, мониторинг, охрана). Харьков: Изд. «13 типография», 2008. 406 с.
8. Черкасов Г. Н., Пыхтин И. Г. Комбинированные системы основной обработки наиболее эффективны и обоснованы // Земледелие. 2006. № 6. С. 20–22.
9. Когут Б. М. Изменение состава гумусовых веществ мощного типичного чернозема при сельскохозяйственном использовании // Бюллетень Почвенного института имени В. В. Докучаева. 1981. Вып. 27. С. 52–55.
10. Путеводитель почвенной экскурсии «Восточно-Европейская равнина, Лесостепная и степная зоны». М.: Наука, 1974. 95 с.
11. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
12. Хан Д. В. Органо-минеральные соединения и структура почвы. М.: Наука. 1969. 141 с.
13. Шеин Е.В. Курс физики почв. М.: Изд-во МГУ, 2005. С. 432.
14. Когут Б. М. Трансформация гумусового состояния черноземов при их сельскохозяйственном использовании // Почвоведение. 1998. № 7. С. 794–802.

Change of the Structure of Typical Chernozem in the Kursk Region under the Influence of Permanent Fallow and Winter Wheat Monoculture

V. G. Mamontov[1], R.F. Baibekov[1], V. I. Lazarev[2], S. A. Yudin[3], S. A. Tsvetkov[1], E. B. Taller[1]

[1]Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ul. Timiryazevskaya, 49, Moskva, 127550, Russian Federation
[2]Kursk Research Institute of Agroindustrial Production, pos. Cheremushki, 10, Kurskii r-n, Kurskaya obl., 305026, Russian Federation
[3]V. V. Dokuchaev Soil Science Institute, per. Pyzhevskii, 7, str. 2b, Moskva, 119017, Russian Federation

Abstract. *The influence of permanent fallow (since 1947) and winter wheat monoculture with and without fertilizers (since 1964) on the structural state of typical chernozem in the Kursk region was determined. Virgin chernozem was characterized by a high content of agronomically valuable and water-stable aggregates, the content of which was 88.1 and 82.1%, respectively. Among agronomically valuable aggregates, aggregates with the size of 1–5 mm predominated, the share of them was more than 60%; and the content of water-stable aggregates of this size was 48.4%. The aggregate state of virgin chernozem was estimated as excellent, and the water resistance of the structure was excessively high. Long use of typical chernozem as arable land significantly affected its structural state. The content of aggregates with the size of more than 10 mm increased sharply: by 38.4% in the variant with permanent fallow and by 20.9–23.7% in winter wheat monoculture. Moreover, the content of the most valuable fraction of aggregates with the size of 1–5 mm decreased by 39.0% (permanent fallow) and by 21.2–25.6% (winter wheat monoculture). The number of water-stable aggregates also decreased: 2.0 times for permanent fallow and 1.8–1.9 times for winter wheat monoculture. Water-stable aggregates mainly had a size of 0.25–1.00 mm; aggregates of larger size either missed or contained in minimum quantity. In this regard, the average weighted diameter of water-stable aggregates in arable soils decreased 4.4 times (permanent fallow) and 2.5–2.6 times (winter wheat monoculture) compared to virgin soil. The structure of typical chernozem was quite resistant to long extensive anthropogenic load, its water resistance was estimated as good.*

Keywords: *typical chernozem; agronomically valuable aggregates; water-stable aggregates; weighted average diameter of aggregates; structural state.*

Author Details: *V. G. Mamontov, D. Sc. (Biol.), prof. (e-mail: mamontov1954@inbox.ru); R. F. Baibekov, D. Sc. (Agr.), corresponding member of the RAS, prof.; V. I. Lazarev, D. Sc. (Agr.), deputy director; S. A. Yudin, Cand Sc. (Agr.), leading researcher fellow; S.A. Tsvetkov, post graduate student; E.B. Taller, Cand Sc. (Agr.), assoc. prof.*

For citation: *V. G. Mamontov, R. F. Baibekov, V. I. Lazarev, S. A. Yudin, S.A. Tsvetkov, E.B. Change of the Structure of Typical Chernozem in the Kursk Region under the Influence of Permanent Fallow and Winter Wheat Monoculture. Zemledelie. 2019. No. 1. Pp. 7–10 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10102.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10103
УДК 631.416.4 : 631.459.2

Калийное состояние почв склонового агроландшафта на юго-востоке Западной Сибири

Т. В. НЕЧАЕВА, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник (e-mail: nechaeva@issa-siberia.ru)
Н. В. ГОПП, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
О. А. САВЕНКОВ, кандидат биологических наук, научный сотрудник
Н. В. СМИРНОВА, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения РАН, просп. Академика Лаврентьева, 8/2, Новосибирск, 630090, Российская Федерация

На территории Предсалаирской дренированной равнины в лесостепной зоне на юго-востоке Западной Сибири (55˚02´20˝ с.ш.; 83˚50´00˝ в.д.) проведена комплексная оценка калийного состояния сильногумусированных почв в верхней части склона на высотах 280...310 м и среднегумусированных почв в средней и нижней частях склона на высотах 220...280 и 190...220 м соответственно с учетом показателей, характеризующих как количественный состав форм калия, так и качественное состояние системы калийселективных позиций (подвижность легкообменного и обменного калия). В сильногумусированных почвах (преимущественно агрочерноземы) выявлено наибольшее содержание необменного и обменного калия. В среднегумусированных почвах вниз по склону в ряду агрочерноземы → агротемно-серые → агросерые установлено, с одной стороны, постепенное снижение содержания валового калия, с другой – повышение обменного калия. Выявлены положительные корреляционные связи между содержанием легкообменного, обменного и необменного калия в почвах. Обеспеченность культур легкообменным и обменным калием соответствовала неустойчивому и низкому уровням, необменным калием – неустойчивому уровню, что указывает на снижение почвенных ресурсов потенциального восполнения подвижных форм этого элемента. Различия по запасам надземной фитомассы овсяно-гороховой смеси на почвах склонового агроландшафта не выявлены. Значимых корреляционных связей между содержанием калия в растениях и запасами надземной фитомассы травосмеси, а также с содержанием валового и подвижных форм калия в почвах не установлено. Для объективной оценки обеспеченности культур калием целесообразно использовать систему региональных шкал с учетом специфики калийного фонда исследуемых почв и их гранулометрического состава.

Ключевые слова: *валовой калий, подвижные формы калия, необменный калий, обменный калий, легкообменный калий, гумус, гранулометрический состав, запасы фитомассы, калий в растениях, высотные ступени.*

Для цитирования: *Калийное состояние почв склонового агроландшафта на юго-востоке Западной Сибири / Т. В. Нечаева, Н. В. Гопп, О. А. Савенков и др. // Земледелие. 2019. № 1. С. 10–14. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10103.*

Калий – незаменимый элемент минерального питания растений, который выполняет важные агрохимические и экологические функции в агроценозах [1, 2]. По обобщенным литературным данным [3, 4] калийный фонд почвы условно подразделяют на следующие формы: легкообменная (в том числе калий почвенного раствора), обменная, необменная и калий почвенного скелета. Первые три формы этого элемента в значительной мере взаимосвязаны и подвергаются в почве постоянному изменению под влиянием физико-химических процессов и жизнедеятельности организмов. Поэтому легкообменный, обменный и необменный калий относят к подвижным формам, а их количественное определение наиболее целесообразно при мониторинге калийного состояния почв.

Недооценка объективной информации о калийном состоянии почв агроценозов в условиях дефицитного баланса элемента может привести к увеличению калийфиксирующей способности почв [3, 4] и интенсивной мобилизации калия не только из необменных форм, но и из алюмосиликатов, что в свою очередь снижает буферную способность, разрушает почвенный поглощающий комплекс [1]. Соответственно, в будущем потребуются более высокие инвестиции в восстановление почвенного плодородия в отношении этого элемента минерального питания растений.

Известно, что большую часть суши составляют склоны. В зависимости от расположения пахотных почв на

эрозионно опасных склонах происходит дифференциация их свойств, вызванная особенностями рельефа и геохимической миграцией элементов питания, что, в свою очередь, служит причиной пространственной пестроты урожайности культур [5, 6, 7]. Распашка склоновых территорий земледельческой зоны Западной Сибири привела к тому, что в последние годы площадь эрозионно опасных земель приблизилась к 10 млн га, причем более 6 млн га в различной степени подвержены смыву и дефляции [8]. Учитывая, с одной стороны, минимальный уровень использования калийных удобрений в земледелии региона [9, 10], с другой, интерес к освоению технологий адаптивно-ландшафтного и точного земледелия, исследования по оценке калийного состояния почв склоновых агроландшафтов с применением методов цифрового картографирования весьма актуальны.

Цели исследования – сравнить содержание валового калия и подвижных форм этого элемента в сильно- и среднегумусированных почвах, расположенных на разных гипсометрических уровнях; оценить калийное состояние почв на основе комплексного использования показателей и градаций обеспеченности культур калием; сравнить запасы надземной фитомассы овсяно-гороховой смеси и содержание калия в растениях.

Исследование проводили на территории Предсалаирской дренированной равнины в лесостепной зоне на юго-востоке Западной Сибири (55°02′20″ с.ш.; 83°50′00″ в.д.). Участок пахотного угодья площадью 225 га и протяженностью 4 км занимает территорию водосборных бассейнов рек Ирба и Хайрузовка (рис. 1). На участке выделили склоновые позиции с преобладающими почвами на следующих высотных ступенях: $ВС_I$ – в верхней части склона на высотах 280...310 м; $ВС_{II}$ и $ВС_{III}$ – в средней части склона 260...280 и 220...260 м соответственно; $ВС_{IV}$ – в нижней части склона на высотах 190...220 м.

Диагностику почв проводили согласно классификации почв России [11] с отбором индивидуальных проб (n = 55) из пахотного горизонта (0...30 см) по нерегулярной сетке. Координаты точек опробования определяли с использованием системы геопозиционирования (GPS, Garmin eTrex Vista), почвенную съемку выполняли в масштабе 1 : 5000 [12]. Цифровые карты свойств почв составляли с использованием программного обеспечения Variowin 2.2., Surfer 8.0., ENVI 5.0. Запасы надземной фитомассы (ЗНФ) овсяно-гороховой смеси определяли методом укосов с отбором индивидуальных проб (n = 38) с учетной площади 0,25 м^2.

Содержание гумуса в почве определяли методом бихроматного окисления по Тюрину; валового азота ($N_{вал}$) – по Кьельдалю; гранулометрический состав – по Качинскому; pH водной суспензии ($pH_{вод}$) – потенциометрическим методом [13]. Содержание валового калия ($K_{вал}$) в почвах измеряли методом атомно-эмиссионного спектрографического анализа в сухих порошкообразных образцах, подвижных форм элемента – методом атомно-абсорбционной спектрометрии с использованием следующих экстрагентов: легкообменный калий ($K_{ло}$) – 0,0025 М $CaCl_2$; обменный калий ($K_{обм}$) – 1 М CH_3COONH_4; необменный калий ($K_{необм}$) – 1 М HNO_3 с кипячением. Содержание калия в надземной фитомассе травосмеси ($K_{раст}$) определяли методом мокрого озоления в смеси серной и хлорной кислот по Гинзбург [14]. Его уровень в почвенных и растительных образцах рассчитывали на элемент (K) и пересчитывали на воздушно-сухое вещество. Оценку значимости различий средних значений проводили с использованием t-критерия Стьюдента и U-критерия Манна-Уитни.

Приводораздельные и придолинные склоны на исследуемой территории покатые (уклон 2...5^0) и сильнопокатые (уклон 5...10^0), что определяет значительную и сильную степень опасности развития эрозии, особенно на распаханных участках. Установлено, что почвы в верхней части склона ($ВС_I$) менее подвержены смыву, по сравнению с почвами в средней и нижней частях склона ($ВС_{II}$-$ВС_{IV}$).

Согласно группировке почв по содержанию гумуса [11] агрочерноземы в верхней части склона на высотах 280...310 м ($ВС_I$) относятся к сильногумусированным (5...8 %); агрочерноземы, агротемно-серые и агросерые почвы в средней и нижней частях склона на высотах 190...280 м ($ВС_{II}$-$ВС_{IV}$) – к среднегумусированным (3...5 %). Гумус – основное депо почвенного азота, поэтому уровень $N_{вал}$ в почвах на $ВС_I$ также существенно выше, чем на $ВС_{II}$-$ВС_{IV}$ (табл. 1). По сравнению с зональными почвами земледельческой зоны Западной Сибири [15] содержание $N_{вал}$ и обогащенность гумуса азотом в почвах склонового агроландшафта ниже средних значений, что указывает на ухудшение параметров их потенциального плодородия.

Почвы характеризуются слабокислой и близкой к нейтральной реакцией среды, тяжелосуглинистым гранулометрическим составом (см. табл. 1). Распределение фракций физической глины неравномерно, что связано, по-видимому, с избирательным выносом почвенного материала на распахиваемых склонах при стоке талых и ливневых вод. Так, в среднегумусированных почвах вниз по склону от $ВС_{II}$ к $ВС_{IV}$ установлено уменьшение содержания средне- и мелкопылеватых частиц и увеличение доли илистой фракции. Селективный вынос почвенных частиц на эрозионно опасных склонах отмечен также в работах других исследователей [5, 16, 17].

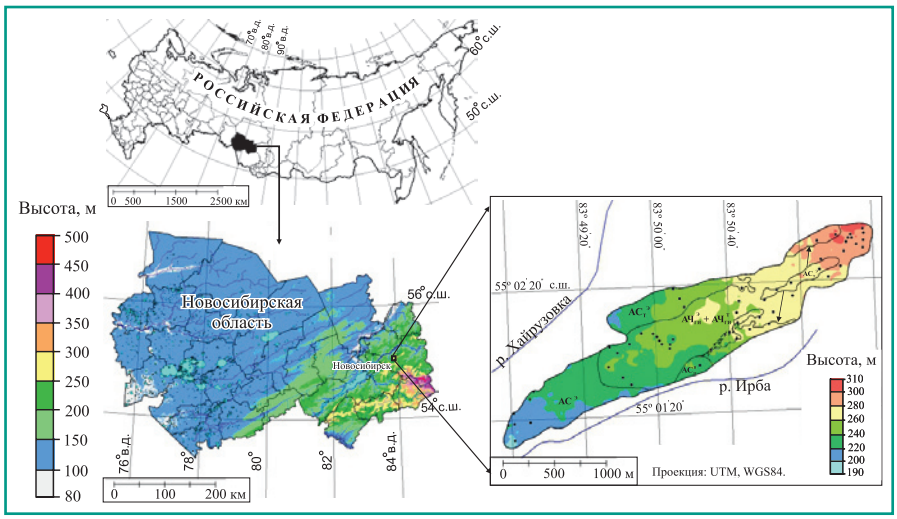

Рис. 1. *Карта территории исследования и схема отбора почвенных проб: сплошной линией показаны контуры почв, расположенные на разных гипсометрических уровнях; пунктирной – ложбина стока; точками – схема отбора почвенных проб. Почвы (тип и подтип, здесь и далее): АЧГИЭ + АЧГИТ – агрочернозем глинисто-иллювиальный элювированный в сочетании с агрочерноземом глинисто-иллювиальным темноязыковатым; АСТЭ – агротемно-серая элювированная; АСЭ – агросерая элювированная; АСзтв – агростратозем темногумусовый водно-аккумулятивный на темно-серой элювированной почве.*

1. Свойства пахотного горизонта (0…30 см) почв склонового агроландшафта и параметров растительности[1]

Показатель	Высотные ступени и преобладающие почвы[2]			
	$ВС_{I}$ (280…310 м)	$ВС_{II}$ (260…280 м)	$ВС_{III}$ (220…260 м)	$ВС_{IV}$ (190…220 м)
	$АЧ_{ГИ}^{Э}+АЧ_{ГИ}^{Т}$ (n = 16)	$АЧ_{ГИ}^{Э}+АЧ_{ГИ}^{Т}$ (n = 14)	$АС_{Т}^{Э}$ (n = 13)	$АС^{Э}$ (n = 12)
Параметры потенциального плодородия				
Гумус, %	7,37±1,49	5,02±1,18*	3,66±0,69*	3,60±0,94*
	3,67…9,14	3,50…6,81	2,48…5,00	1,98…5,28
$N_{вал}$, %	0,34±0,06	0,24±0,06*	0,18±0,03*	0,18±0,05*
	0,24…0,46	0,15…0,32	0,12…0,24	0,11…0,25
C : N (молярное)	14,8; 14,3; 16,6	14,2; 14,0; 14,0	13,9±1,5	13,7±2,1
	10,4…21,4	13,2…16,1	10,9…17,0	10,0…18,2
$pH_{вод}$	5,84±0,18	5,72±0,14**	5,73±0,16	5,83±0,17
	5,55…6,16	5,46…5,95	5,40…5,96	5,47…6,09
Гранулометрический состав				
Пыль средняя, %	12,4±1,3	13,5±1,9	10,9±1,1*	11,3±1,3**
	9,2…14,8	10,2…16,4	8,8…12,6	9,1…14,2
Пыль мелкая, %	20,8±1,7	16,5±1,5*	15,8±1,5*	15,5±1,6*
	17,6…22,8	13,8…19,2	12,6…17,9	13,0…19,2
Ил, %	16,7±3,8	15,4±3,0	17,6;18,6;18,4	22,7;21,8;23,1*
	11,9…25,5	11,6…20,6	10,4…20,5	18,1…33,5
Физическая глина, %	49,9±3,0	45,4±3,0*	44,3±1,9*	49,5;48,8;46,6
	44,2…57,0	41,0…51,7	40,1…46,5	46,2…59,9
Калийное состояние				
$K_{вал}$, %	1,56±0,17	1,66±0,15	1,60±0,23	1,37±0,18*
	1,26…1,81	1,44…1,87	1,28…2,04	1,18…1,73
$K_{необм}$, мг/кг	1539±81	1425±128*	1442;1408;1307*	1407±144*
	1400…1725	1251…1693	1239…2023	1186…1739
$K_{обм}$, мг/кг	201±27	158±18*	161;158;166*	188±47
	158…236	124…202	130…272	138…280
$K_{ло}$, мг/кг	10,0±2,0	9,5;8,8;8,4	10,5;8,4;8,0	9,9;8,8;8,0
	7,6…14,0	6,8…17,6	7,6…24,4	7,6…16,4
$K_{необм}$: $K_{обм}$	7,8±0,91	9,1±0,90	9,1±1,21	7,9±1,91
	6,5…9,9	7,0…10,1	7,4…11,2	4,3…10,1
$K_{обм}$: $K_{ло}$	20,5±3,1	17,2±2,5	16,6±3,3	19,3±3,5
	15,6…26,8	11,5…21,8	9,4…20,8	13,0…27,7
Запасы надземной фитомассы (ЗНФ) и содержание калия в овсяно-гороховой смеси				
ЗНФ, г/м²	134±29	144±32	172±37	143;154;165
	78…190	102…210	143…214	92…165
	(n = 16)	(n = 14)	(n = 3)	(n = 5)
$K_{раст}$, %	3,19±0,27	3,49±0,42**	3,18±0,10	3,22±0,24
	2,68…3,65	2,69…4,08	3,06…3,26	2,91…3,55

[1]в числителе для нормально распределенных данных указаны среднее значение и стандартное отклонение (M±s), для ненормально распределенных данных – среднее значение, медиана и мода (M; Me; Mo); в знаменателе – диапазон значений (min…max); n – объем выборки;
[2]обозначения почв – см. рис. 1;
** – показатели, статистически значимо (p<0,01) отличающиеся от таковых в почвах на $ВС_{I}$;*
*** – отличия значимы при p<0,05.*

Среднее содержание $K_{вал}$ в склоновых почвах варьировало в пределах 1,37…1,66 %, что характерно для автоморфных почв Западной Сибири [4, 18]. В среднегумусированных почвах вниз по склону выявлено существенное снижение величины этого показателя в 1,2 раза от агрочерноземов на $ВС_{II}$ к агросерым на $ВС_{IV}$ (см. табл. 1, рис. 2 А).

Доля $K_{необм}$ от валового содержания элемента в почвах варьировала в пределах 7…14 % (рис. 3 А). В среднегумусированных почвах на $ВС_{II-IV}$ она была существенно ниже, чем в сильногумусированных на $ВС_{I}$ (см. табл. 1, рис. 2 Б). Обеспеченность растений $K_{необм}$ на почвах склона неустойчивая (<1800 мг/кг), следовательно, на азотно-фосфорном фоне будет отмечаться потребность в калийных удобрениях [4, 19].

При мониторинге калийного состояния почв основное внимание уделяют его обменной форме. Доля $K_{обм}$ от валового содержания элемента в почвах составляла 0,8…2,1 % (рис. 3 Б). Наибольший уровень $K_{обм}$ отмечен в сильногумусированных почвах на $ВС_{I}$ (см. табл.1, рис. 2 В). В среднегумусированных почвах на высотах $ВС_{II-IV}$, с одной стороны, он был ниже, с другой – постепенно увеличивался увеличение вниз по склону в ряду агрочернозёмы → агротемносерые → агросерые почвы.

Более высокое содержание $K_{обм}$ в агросерой почве, по сравнению с другими среднегумусированными почвами, вероятнее всего, связано с увеличением доли физической глины в целом и илистой фракции в частности, так как основным резервом необменного и обменного калия в суглинистых почвах считают ил и крупную пыль [4, 18].

Содержание $K_{обм}$ в почвах склонового агроландшафта в среднем варьировало от 158 до 201 мг/кг, что соответствует повышенному уровню обеспеченности культур калием по градации Агрохимслужбы России [20]. Однако по шкале, разработанной В. Н. Якименко [4, 19], его можно охарактеризовать как неустойчивое и низкое (200…250 и <200 мг/кг соответственно), оптимальный уровень $K_{обм}$ для тяжелосуглинистых почв Западной Сибири составляет порядка 250…300 мг/кг.

Основная часть от общего количества поглощаемого растениями калия транспортируется к корням массопотоком и диффузией [21], поэтому содержание в почве легкообменной формы этого элемента хорошо отражает текущие условия калийного питания растений [3, 4]. В склоновых почвах оно имело довольно близкие величины (см. табл. 1, рис. 2 Г) и соответствовало неустойчивому и низкому уровням обеспеченности растений калием (10…20 и <10 мг/кг соответственно) [4, 19].

Наряду с количественным определением содержания форм калия в почвах, представляет интерес использование параметров, отражающих качественное состояние системы почвенных калийселективных позиций. К их числу относится подвижность калия, рассчитываемая как отношение менее подвижной формы этого элемента к более подвижной, и чем уже такое соотношение, тем больше подвижность калия [3, 4, 18].

По величине отношений $K_{необм}$: $K_{обм}$ и $K_{обм}$: $K_{ло}$ существенных различий в почвах склонового агроландшафта не выявлено. Наибольшая подвижность легкообменного калия (по отношению $K_{обм}$: $K_{ло}$) установлена в среднегумусированных почвах средней части склона на $ВС_{II-III}$, особенно в районе ложбины стока; обменного калия (по отношению $K_{необм}$: $K_{обм}$) – в агросерых почвах нижней части склона на $ВС_{IV}$ (рис. 3 В, Г). Оценка текущего калийного состояния почв соответствовала оптимальной обеспеченности по отношению $K_{необм}$: $K_{обм}$ (9…7) [4], когда уровень необменного калия способен оперативно восстанавливать содержание обменной формы в случае «всплеска» его потребления растениями. Однако по абсолютному количеству подвижных форм калия в почвах отмечено снижение как наиболее доступных форм элемента ($K_{ло}$ и $K_{обм}$), так и почвенных ресурсов их потенциального восполнения ($K_{необм}$). Следовательно, надежды на неисчерпаемые почвенные

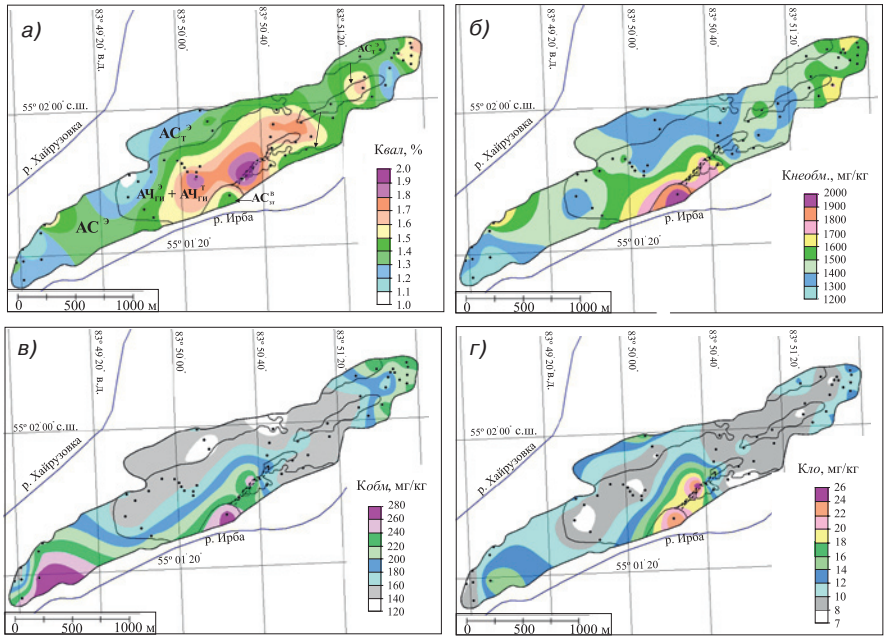

Рис. 2. *Содержание валового калия и его подвижных форм в пахотном горизонте почв (условные обозначения – см. рис. 1).*

запасы калия не совсем состоятельны, что подтверждает отсутствие альтернативы сбалансированному применению минеральных удобрений [1, 3, 4].

Между содержанием легкообменного, обменного и необменного калия в почвах установлены тесные положительные корреляционные связи, в то же время зависимости между содержанием валового калия и подвижных форм элемента статистически незначимы (табл. 2). Аналогичные закономерности установлены и в работах других авторов [1, 3, 4, 18].

Различия по ЗНФ овсяно-гороховой смеси на почвах склонового агроландшафта не выявлены (см. табл. 1). Корреляции величин этого показателя с содержанием легкообменного, обменного и валового калия в почвах не установлены. Однако отмечена обратная связь умеренной силы ЗНФ с количеством необменного калия в почвах (см. табл. 2), что вероятно связано с более высоким выносом подвижных форм этого элемента при увеличении продуктивности трав.

Содержание калия в надземной фитомассе травосмеси, отобранной в фазе кущения злакового компонента, было достаточно высоким (2,68...4,08 %) с наибольшими значениями на среднегумусированных агрочерноземах в средней части склона на высотах 260...280 м (см. табл. 1). В то же время в зерне яровой пшеницы на этом участке в условиях экстенсивного землепользования оно было ниже оптимального уровня (0,60 %) [4] и варьировало в пределах 0,41...0,50 % [22]. Значимых корреляционных связей между содержанием калия в растениях и запасами надземной фитомассы травосмеси, а также с параметрами калийного состояния почв склонового агроландшафта не установлено (см. табл. 2).

Выводы. В верхней части эрозионно опасного склона на высотах 280...310 м, где преобладают сильногумусированные агрочерноземы выявлено наибольшее содержание необменной и обменной форм калия в пахотном горизонте. В средней и нижней частях склона на высотах 220...280 и 190...220 м соответственно со среднегумусированными почвами в ряду агрочерноземы → агротемно-серые → агросерые установлено, с одной стороны, постепенное снижение содержания валового калия, с другой – повышение обменного калия. Установлены положительные корреляционные связи между уровнем легкообменного, обменного и необменного калия в почвах.

По содержанию легкообменного и обменного калия в почвах склонового агроландшафта с учетом их тяжелосуглинистого гранулометрического состава обеспеченность культур элементом соответствует неустойчивому и низкому уровням, необменного калия – неустойчивому уровню. Это указывает на снижение

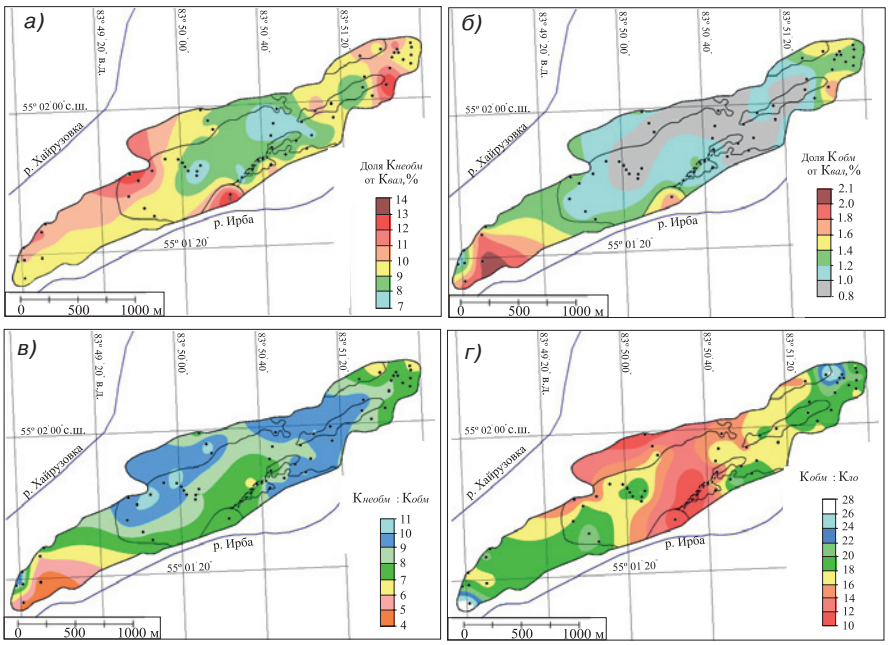

Рис. 3. *Необменный (А) и обменный (Б) калий в процентах от валового содержания; подвижность обменного (В) и легкообменного (Г) калия (условные обозначения – см. рис. 1).*

2. Коэффициенты корреляции Спирмена между содержанием калия в почвах, растениях и запасами надземной фитомассы (ЗНФ) овсяно-гороховой смеси

Параметр	$K_{вал}$	$K_{необм}$	$K_{обм}$	$K_{ло}$	ЗНФ	$K_{раст}$
$K_{вал}$	–					
$K_{необм}$	x	–				
$K_{обм}$	x	0,48*	–			
$K_{ло}$	x	0,40*	0,68**	–		
ЗНФ	x	-0,34*	x	x	–	
$K_{раст}$	x	x	x	x	x	–

*x – корреляции статистически незначимы. * – корреляции заметной и высокой силы связи (p<0,01), ** – умеренной силы связи (p<0,01).*

почвенных ресурсов потенциального восполнения подвижных форм калия и необходимость внесения калийных удобрений (на азотно-фосфорном фоне) для эффективного функционирования агроценоза и поддержания плодородия почв.

Различия по запасам надземной фитомассы овсяно-гороховой смеси на сильно- и среднегумусированных почвах склонового агроландшафта не выявлены. Содержание калия в травосмеси, отобранной в фазе кущения злакового компонента, варьировало в пределах 2,68...4,08 %. Значимых корреляционных связей между содержанием калия в растениях и запасами надземной фитомассы травосмеси, а также валового калия и подвижных форм элемента в почвах не установлено.

Инвентаризация почв склонового агроландшафта по их калийному состоянию с составлением карт содержания валового калия и подвижных форм элемента позволила более наглядно определить географическое расположение почв с различной обеспеченностью культур калием и выявить почвенные ареалы, в которых существует наибольшая потребность в улучшении калийного питания растений.

Литература.

1. Минеев В. Г. Агрохимия и экологические функции калия. М.: Издательство МГУ, 1999. 332 с.

2. Lester G. E., Jifon J. L., Makus D. J. Impact of potassium nutrition on food quality of fruits and vegetables: a condensed and concise review of the literature // Better Crops. 2010. Vol. 94. No. 1. Pp. 18–21.

3. Прокошев В. В., Дерюгин И. П. Калий и калийные удобрения. М.: Ледум, 2000. 185 с.

4. Якименко В. Н. Калий в агроценозах Западной Сибири. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2003. 231 с.

5. Оценка влияния мезорельефа склона на пространственную изменчивость свойств почвы и характеристики растительного покрова по данным дистанционного зондирования Земли / Н. В. Гопп, Т. В. Нечаева, О. А. Савенков и др. // Исследование Земли из космоса. 2016. № 3. С. 66–74.

6. Медведев И. Ф., Губарев Д. И., Графов В. П. Фациальная дифференциация земельных ресурсов как основа повышения экологизации агроландшафта // Земледелие. 2018. № 1. С. 10–15.

7. Yakutina O. P., Nechaeva T. V., Smirnova N. V. Consequences of snowmelt erosion: Soil fertility, productivity and quality of wheat on Greyzemic Phaeozem in the south of West Siberia // Agriculture, Ecosystem and Environment. Vol. 200. 2015. Pp. 88–93.

8. Танасиенко А. А., Чумбаев А. С., Якутина О. П. Потери талых вод в эродированных почвах расчлененных территорий юга Западной Сибири // Земледелие. 2017. № 6. С. 11–15.

9. Красницкий В. М., Шмидт А. Г. Динамика плодородия пахотных почв Омской области и эффективность использования средств его повышения в современных условиях // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 7. С. 34–37.

10. Симакова С. А., Ваганов Е. С., Колмогорова И. В. Состояние плодородия почв на юго-западе Алтайского края // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 1. С. 13–17.

11. Классификация и диагностика почв России / Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева и др. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

12. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользований. М.: Колос, 1973. 73 с.

13. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с.

14. Практикум по агрохимии. 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. академика РАСХН В. Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.

15. Агрохимические свойства почв и эффективность удобрений / Г. П. Гамзиков, В. Б. Ильин, В. М. Назарюк и др. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1989. 254 с.

16. Stavi I., Lal R. Variability of soil physical quality and erodibility in a watereroded cropland // Catena. 2011. № 84. Pp. 148–155.

17. Губина Д. А. Изменение гранулометрического состава пахотных почв подтаежной зоны Томской области при водной эрозии // Плодородие. 2014. № 6. С. 23–24.

18. Середина В. П. Резервы калия в почвах Западно-Сибирской равнины // Вестник ТГУ. Биология. 2013. № 1 (21). С. 7–21.

19. Якименко В. Н. Диагностика обеспеченности калием пахотных почв Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2007. № 4 (172). С. 15–22.

20. Сычев В. Г. Возможности совершенствования градаций содержания «доступного» калия // Агрохимический вестник. 2000. № 5. С. 30–34.

21. Barraclough P. B. Modelling K uptake by plant from soil // Development of K-Fertilizer recommendations: Proc. 22 IPI Coll. Soligorsk, USSA. Worblaufen – Bern / Switzerland, IBI. 1990. Pp. 217–230.

22. Якутина О. П., Нечаева Т. В., Смирнова Н. В. Изменение плодородия эродированных черноземных почв юга Западной Сибири в зависимости от экспозиции склона // Плодородие. № 5. 2017. С. 39–41.

Potassium Status of the Slope Agricultural Landscape in the South-East of Western Siberia

T. V. Nechaeva, N. V. Gopp, O. A. Savenkov, N. V. Smirnova

Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the RAS, prosp. Akademika Lavrent'eva, 8/2, Novosibirsk, 630090, Russian Federation

Abstract. *Potassium state of soils was assessed comprehensively in the Cis-Salair drained plain in the forest-steppe zone of Western Siberia. It was assessed the status of soils with a high humus content (high-SOM soils) at the altitudes of 280–310 m a.s.l. (located in the upper part of the slope) and soils with a medium humus content (medium-SOM soils) at the altitudes of 220–280 and 190–220 m a.s.l. (located in the middle and lower parts of the slope, respectively). The indicators were taken into account which characterized both the quantitative composition of potassium forms and the qualitative state of the system of potassium-selective positions (mobility of exchange and easily exchange potassium). The high-SOM soils, predominately agrochernozems, were found to have the highest content of non-exchange and exchange potassium. The medium-SOM soils, which changed down the slope from agrochernozems to agricultural dark-grey soil and further to agricultural grey soils, had the total potassium content gradually decreased while exchange potassium content increased. Positive correlations between the amount of easy exchange, exchange, and non-exchange potassium in the soil were established. Crop supply with soil exchange and easily-exchange potassium matched to an unstable or low level, while non-exchange potassium supply could be graded as unstable, altogether indicating the reduction of soil resources for potential restoration of mobile potassium forms. Differences in reserves of the aboveground phytomass of an oat-pea mixture on the soils of the slope agrolandscape were not revealed. Significant correlations of potassium content in plants with the reserves of the aboveground phytomass of the grass mixture, as well as with the content of total and mobile forms of potassium in soils were not established. For an objective assessment of the availability of potassium for crops, it is advisable to use a system of regional scales, taking into account the specificity of the potash fund of the studied soils and their granulometric composition.*

Keywords: *total potassium; mobile potassium forms; non-exhange potassium; exchange potassium; easy exchange potassium; humus; granulometric composition; phytomass reserves; potassium in plants; altitude.*

Author Details: *T. V. Nechaeva, Cand. Sc. (Biol.), senior research fellow (e-mail: nechaeva@issa-siberia.ru); N. V. Gopp, Cand. Sc. (Biol.), senior research fellow; O. A. Savenkov, Cand. Sc. (Biol.), research fellow; N. V. Smirnova, Cand. Sc. (Biol.), senior research fellow.*

For citation: *Nechaeva T. V., Gopp N. V., Savenkov O. A., Smirnova N. V. Potassium Status of the Slope Agricultural Landscape in the South-East of Western Siberia. Zemledelije. 2019. No. 1. Pp. 10–14 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10103.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10104
УДК 631.58:631.559.3:631.559.2 (571.54)

Продуктивность каштановой почвы в зависимости от условий увлажнения при многолетнем воздействии севооборотов, приемов основной обработки и удобрений в сухой степи

А. К. УЛАНОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (e-mail: global@burniish.ru)
Л. В. БУДАЖАПОВ, доктор биологических наук, директор
Бурятский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ул. Третьякова, 25з, Улан-Удэ, 670045, Российская Федерация

По результатам многолетних исследований (1982–2008 гг.) в типичных для сухой степи Бурятии условиях проведена оценка агротехнологических приемов систем земледелия с позиций риска снижения и возможности потенциального роста урожая полевых культур в различные по условиям увлажнения годы. Исследования проведены в трех стационарных многолетних полевых опытах Бурятского НИИСХ по севооборотам (с чистым, занятым и сидеральным парами на двух фонах применения удобрений), системам основной обработки почвы (отвальная на 20...22 см; плоскорезная на 12...14, 20...22 см и 28...30 см; плоскорезная разноглубинная и комбинированная разноглубинная системы на двух фонах применения удобрений) и применению удобрений (без удобрений – контроль; P_{20}; $N_{40}P_{40}$; $N_{40}P_{40}K_{40}$; навоз 40 т/га; навоз 20 т/га + $N_{100}P_{50}K_{120}$ – эквивалент 10 т/га навоза) на каштановой почве. Риск падения и возможность роста урожая полевых культур в зернопаровых севооборотах возрастают в направлении от второй культуры после пара (овес на зерно) к первой (рожь, пшеница) и третьей культуре (овес на зеленую массу). Стабильность урожаев по годам подтверждает важность использования в зернопаровых севооборотах яровой ржи как страховой культуры и применения комбинированной системы обработки почвы. Потенциальный рост урожая (до 170,7 %) зерновых культур в достаточные по атмосферному увлажнению годы, а равно риск падения (до 92,5 %) в неблагоприятных условиях увеличиваются в севооборотах с донниковыми парами, ежегодной отвальной основной обработкой почвы и применением удобрений.

Ключевые слова: *длительные стационары, каштановая почва, севообороты, обработка почвы, удобрения, риск снижения и возможный рост урожая.*

Для цитирования: *Уланов А. К., Будажапов Л. В. Продуктивность каштановой почвы в зависимости от условий увлажнения при многолетнем воздействии севооборотов, приемов основной обработки и удобрений в сухой степи // Земледелие. 2019. № 1. С. 15–18. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10104.*

Земледелие, будучи особо климаточувствительной сферой хозяйственной деятельности, требует усовершенствования агротехнологий на основе оценки урожаев в зависимости от метеорологических условий по результатам многолетней выборки данных, полученных в длительных стационарах [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. В аридных условиях Забайкалья, где уровень урожая сельскохозяйственных культур, главным образом, зависит от выпадения осадков в вегетационный период важно оценить перспективные агротехнологические приемы систем земледелия в различные по условиям увлажнения годы. В связи с этим, для обоснования лучших практик достижения экономически устойчивой продуктивности зернопаровых севооборотов сухой степи необходимо проведение статистического анализа многолетних данных по урожаю полевых культур с учетом метеорологических условий.

Цель исследований – оценить риски снижения и возможности повышения урожаев полевых культур в разные по увлажнению годы при многолетнем воздействии агротехнологических приемов в сухой степи Забайкалья.

В работе проанализированы результаты исследований в трех многолетних стационарных полевых опытах Бурятского НИИСХ на каштановой почве в типичных условиях сухой степи в течение 1982–2008 гг.

Каштановая мучнисто-карбонатная супесчанная почва в исходном состоянии характеризовалась близкой к нейтральной реакцией среды ($pH_{вод}$ 6,9 ± 0,2), низким содержанием общего (0,101 ± 0,017 %) и нитратного азота (5,8 ± 0,3 мг/кг), невысокой емкостью поглощения (16,8 ± 3,0 мг-экв/100 г), высоким содержанием подвижного P_2O_5 (23,0 ± 1,8 мг/100 г) и повышенным – обменного K_2O (9,5 ± 0,6 мг/100 г) при содержании гумуса 1,44 ± 0,13 % с высокой плотностью сложения (1,48 ± 0,25 г/см^3) и водопроницаемостью, низкой водоудерживающей способностью и незначительным диапазоном активной влаги в метровой толще (109,0 ± 8,9 мм).

Климат в сухой степи Забайкалья резкоконтинентальный при выраженной аридности и присутствии в почвах сезонной и многолетней толщи мерзлоты в сочетании с обилием солнечного света и отрицательными среднегодовыми температурами (-0,5... -2,8 °С). Среднемноголетняя температура воздуха за вегетационный период по данным метеостанции п. Иволгинск, рядом с которой расположены опытные стационары, составляет 13,6 °С, среднемноголетнее количество осадков – 197,3 мм, среднемноголетний ГТК – 1,1. В годы исследований (n = 26) метеорологические условия вегетационных периодов по осадкам в десяти случаях были ниже, в семи – выше и в девяти находились на уровне среднемноголетних значений, при остром дефиците в мае при посеве (ГТК ≤ 0,58) и обильном выпадении (до 2/3) в июле–августе на фоне типично высоких температур воздуха и ярко выраженной аридности. ГТК за годы исследований в среднем составил 0,94 и варьировал от 0,62 до 1,57.

В многолетнем опыте «Севообороты» (МО-1, заложен в 1981 г.) изучали следующие варианты:

севооборот (фактор А) – пар чистый – рожь – овес – овес на зеленую массу; пар чистый – пшеница – овес – овес на зеленую массу; пар занятый (донник) – пшеница – овес – овес + донник на зеленую массу; пар сидеральный (донник) – пшеница – овес – овес + донник на зеленую массу;

система удобрения (фактор В) – без удобрений (0); органо-минеральная система (У) – в пару навоз 40 т/га, под вторую культуру N_{40}, под третью культуру N_{60}.

Севообороты развернуты в пространстве и во времени. Площадь делянки – 800 м², учетная площадь – 200 м², повторность трехкратная, размещение – систематическое. Подстилочный твердый полуперепревший навоз вносили разбрасывателем органических удобрений РОУ-6 летом под основную обработку в пар. Аммиачную селитру под вторую и третью культуры севооборота вносили сеялкой СЗС-2,1. В севооборотах была принята следующая система обработки почвы: пар – комбинированная (с весны мелкие плоскорезные обработки почвы на 12 ...14 см, в июле – глубокая отвальная вспашка на 28...30 см); под вторую культуру после пара – весенняя плоскорезная обработка на глубину 12...14 см, под третью культуру – с весны мелкие плоскорезные обработки почвы на 12 ...14 см, в июне отвальная вспашка 20...22 см.

В многолетнем опыте «Обработка почвы» (МО-2, заложен в 1972 г.) в типичном для региона зернопаровом севообороте (пар – пшеница – овес – овес на зеленую массу) изучали следующие варианты:

система обработки почвы (фактор А) – отвальная вспашка на 20...22 см; плоскорезная обработка на 12...14 см; плоскорезная обработка на 20...22 см; плоскорезная обработка на 28...30 см; плоскорезная разноглубинная (в пару весной на 12...14 см, летом на 28...30 см, под вторую и третью культуры на 12...14 см); комбинированная разноглубинная (в пару весной плоскорезная на 12...14 см, летом отвальная вспашка на 28...30 см, под вторую и третью культуры – плоскорезная на 12-14 см);

система удобрений (фактор В) – без удобрений (0); минеральная система (У) – под первую культуру N_{40}, под вторую и третью культуры N_{60}.

Севооборот развернут во времени и в пространстве. Площадь делянки общая – 1500 м², учетная – 250 м², повторность трехкратная, размещение вариантов – систематическое. Аммиачную селитру вносили сеялкой СЗС-2,1 перед основной обработкой почвы.

В многолетнем опыте «Удобрение» (МО-3, заложен в 1967 г.) в зернопаровом севообороте (пар – пшеница – овес – овес на зерносенаж) изучали эффективность следующих видов, доз и сочетаний минеральных и органических удобрений: без удобрений – контроль (0); P_{20}; $N_{40}P_{40}$; $N_{40}P_{40}K_{40}$; навоз 40 т/га; навоз 20 т/га + $N_{100}P_{50}K_{120}$ (эквивалент 10 т/га навоза). Минеральные удобрения (аммиачная селитра, двойной гранулированный суперфосфат и хлористый калий) вносили вручную, навоз – разбрасывателем (РОУ-6) летом под основную обработку в пару. Площадь делянки общая – 112 м², учетная – 100 м², повторность четырехкратная, размещение – систематическое в два яруса. Основная обработка почвы в опыте отвальная на глубину 20...22 см.

Во всех экспериментах ежегодно высевали районированные сорта яровых зерновых культур с агротехникой согласно принятой зональной системы земледелия [10]. Учет урожая проводили по учетным площадкам: зерновые культуры – прямым комбайнированием, кормовые – вручную. Риск снижения и возможное повышение урожая полевых культур в зависимости от условий увлажнения определяли по И. С. Шатилову и др. [1].

Оценка риска уменьшения урожайности сельскохозяйственных культур и потенциальные возможности ее повышения в зависимости от погодных условий вегетационного периода, применения удобрений и поля севооборота показала, что указанные параметры, главным образом, определялись величиной средней урожайности культур (табл. 1).

в благоприятные по увлажнению годы также рос в этом направлении: вторая культура (90,1 и 103,4 %) → первая (93,0 и 114,2 %) → третья (149,9 и 125,0 %).

Среди первых культур севооборотов, высеваемых по паровым предшественникам, наименьший риск снижения урожая в неблагоприятных условиях, независимо от фона удобренности, отмечен для яровой ржи – 67,3...67,9 %, что еще раз подтвердило ее значение в аридном земледелии как страховой культуры. Риск снижения урожая яровой пшеницы на неудобренном фоне выше по донниковым парам (75,7...77,1 %), чем по чистым (70,2 %), и равнозначный на удобренном фоне (76,5...77,8 %).

Стабильность урожая яровой ржи по годам определяла невысокую величину его потенциального роста в благоприятные годы – 69,1 %, в сравнении с пшеницей как по чистому (97,4 %), так и по занятому и сидеральному (101,4...104,2 %) парам. Применение удобрений в благоприятные по увлажнению годы увеличивало

1. Риск снижения и возможный рост урожайности культур севооборотов (МО-1)

Показатель*		Севооборот			
		пар чистый – рожь – овес – овес на зеленую массу	пар чистый – пшеница – овес – овес на зеленую массу	пар занятый – пшеница – овес – овес на зеленую массу	пар сидеральный – пшеница – овес – овес на зеленую массу
Первая культура (n = 24)					
M ± m, т/га	0	1,65 ± 0,13	1,51 ± 0,17	1,44 ± 0,16	1,44 ± 0,16
	У	1,99 ± 0,17	1,85 ± 0,21	1,76 ± 0,20	1,79 ± 0,20
риск, %	A_0	67,9	70,2	77,1	75,7
	$A_у$	67,3	77,8	76,7	76,5
рост, %	B_0	69,1	97,4	101,4	104,2
	$B_у$	73,4	117,3	135,2	130,7
Вторая культура (n = 20)					
M ± m, т/га	0	1,10 ± 0,10	1,04 ± 0,13	1,00 ± 0,12	1,02 ± 0,12
	У	1,40 ± 0,12	1,29 ± 0,15	1,24 ± 0,13	1,26 ± 0,14
риск, %	A_0	60,9	70,2	80,0	69,6
	$A_у$	57,1	65,9	64,5	59,5
рост, %	B_0	79,1	95,2	84,0	102,0
	$B_у$	95,0	110,9	96,8	111,0
Третья культура (n = 24)					
M ± m, тыс. корм. ед./га	0	1,99 ± 0,25	2,13 ± 0,29	1,84 ± 0,23	1,85 ± 0,24
	У	2,60 ± 0,32	2,72 ± 0,36	2,43 ± 0,30	2,44 ± 0,31
риск, %	A_0	87,2	79,3	83,3	82,5
	$A_у$	84,9	82,5	83,9	82,6
рост, %	B_0	129,1	132,9	166,7	170,7
	$B_у$	123,1	115,0	118,3	143,6

**0 – без удобрений; У – органоминеральная система удобрений; А – риски падения урожая в неблагоприятных условиях (дефицит осадков); В – возможности роста урожая в благоприятных условиях (среднемноголетние и выше)*

Риск снижения урожая овса на зерно в среднем по севооборотам на неудобренном фоне составил 70,2 %, на органоминеральном – 61,8 % при низкой урожайности второй культуры севооборота, и возрастал до 83,1 и 83,5 % при высокой средней продуктивности овса на зеленую массу с промежуточными значениями у первой культуры по паровым предшественникам – 72,7 и 74,6 %. Потенциал возможной урожайности культур потенциальные возможности повышения урожая яровой пшеницы до 117,3...135,2 %. Следовательно, рост сбора зерна пшеницы прежде всего был ограничен условиями увлажнения вегетационного периода и в благоприятных погодных условиях определялся показателями почвенного плодородия и внесения удобрений.

Наименьший риск снижения урожая второй культуры севооборота (овса на зерно) при неблагоприятных усло-

2. Риск снижения и возможный рост среднего урожая культур севооборота при разных системах обработки почвы (МО-2)

Показатель		Система обработки почвы					
		вспашка	плоскорезная обработка				комбинированная
			12...14 см	20...22 см	28...30 см	разноглубинная	
Пшеница по пару (n = 24)							
M ± m, т/га	0	1,40 ± 0,16	1,17 ± 0,12	1,22 ± 0,13	1,31 ± 0,13	1,25 ± 0,13	1,50 ± 0,14
	У	1,94 ± 0,23	1,68 ± 1,8	1,75 ± 0,20	1,76 ± 0,19	1,79 ± 0,19	2,05 ± 0,21
риск, %	A_0	71,4	56,4	61,5	64,9	58,4	59,3
	A_y	68,0	69,6	69,7	68,2	67,6	67,3
рост, %	B_0	131,4	109,4	124,6	118,3	103,2	109,3
	B_y	137,6	117,9	125,7	123,9	110,1	117,6
Овес по пшенице (n = 20)							
M ± m, т/га	0	0,92 ± 0,12	0,76 ± 0,07	0,80 ± 0,08	0,78 ± 0,07	0,81 ± 0,08	0,93 ± 0,09
	У	1,36 ± 0,15	1,32 ± 0,15	1,34 ± 0,15	1,36 ± 0,15	1,41 ± 0,16	1,45 ± 0,16
риск, %	A_0	73,9	61,8	60,0	59,0	69,1	66,7
	A_y	72,8	69,7	72,4	69,1	74,5	68,3
рост, %	B_0	187,0	81,6	118,8	114,1	92,6	104,3
	B_y	122,1	140,1	139,6	137,5	122,7	133,1
Овес на зеленую массу (n = 24)							
M ± m, тыс. корм. ед./га	0	0,97 ± 0,10	0,77 ± 0,09	0,76 ± 0,09	0,82 ± 0,10	0,82 ± 0,09	0,93 ± 0,10
	У	1,70 ± 0,20	1,43 ± 0,16	1,48 ± 0,16	1,47 ± 0,16	1,53 ± 0,16	1,70 ±0,18
риск, %	A_0	84,2	88,9	86,4	87,5	87,5	87,0
	A_y	83,0	80,9	82,8	84,9	81,0	80,0
рост, %	B_0	89,5	133,3	138,7	127,1	106,3	94,4
	B_y	117,0	104,1	104,6	139,5	79,7	73,0

0 – неудобренный, У – удобренный минеральный
А – риски падения урожая в неблагоприятных условиях (дефицит осадков)
В – возможности роста урожая в благоприятных условиях (среднемноголетние и выше)

виях на неудобренном фоне отмечен при размещении после яровой ржи – 60,9 %, тогда как после пшеницы он возрастал до 70...80 %. На фоне применения удобрений риск уменьшения урожая овса в этом поле севооборотов заметно снижался – соответственно до 57,1 и 59,5...65,9 %. Возможность роста урожая овса по всем стерневым предшественникам в благоприятные по выпадению осадков годы связана с внесением удобрений.

Риск уменьшения продуктивности овса на зеленую массу в годы с дефицитом увлажнения во всех севооборотах на обоих фонах удобренности был примерно одинаковым – 79,3...87,2 %, а потенциальная возможность ее увеличения на неудобренном фоне возрастала в ряду: севооборот с чистым паром (129,1 %) → севооборот с занятым паром (166,7 %) → севооборот с сидеральным паром (170,7 %).

Средний сбор зерна яровой пшеницы в зернопаровом севообороте под влиянием различных длительных обработок чистого пара (n = 24) свидетельствовал о преимуществе комбинированных и отвальных систем перед плоскорезными на обоих фонах удобренности (табл. 2).

На неудобренном фоне наиболее высокий риск снижения урожая (71,4 %) и возможный рост (131,4 %) продуктивности первой культуры отмечен при ежегодной вспашке. На фоне удобрений риск снижения урожая при всех системах обработки почвы был одинаковым (67,3...69,7 %), а возможный рост урожайности при отвальной вспашке был значительно выше, чем в других вариантах (137,6 и 110,1...125,7 %). Среди плоскорезных систем риск снижения урожая на неудобренном фоне возрастал по мере увеличения глубины обработки почвы: 12...14 см (56,4 %) → разноглубинная (58,4 %) → 20...22 см (61,5 %) → 28...30 см (64,9 %).

Наибольшие возможности роста урожая овса по пшенице без применения удобрений отмечены при ежегодной отвальной обработке (187 %), а на фоне удобрений – в вариантах с плоскорезным рыхлением.

Риск снижения продуктивности овса на зеленый корм в неблагоприятные годы по всем видам обработок почвы и фонам удобренности оказался практически одинаковым (80,0...88,9 %). В условиях достаточного увлажнения без удобрений возможный рост урожая зеленой массы овса при плоскорезных обработках выше (106,3...138,7 %), чем при отвальных (89,5...94,4 %).

Эффективность минеральных, органических и органоминеральных систем удобрений (n = 20...26) достаточно высока на всех культурах зернопарового севооборота – прибавка урожая относительно контроля и невысокой дозы фосфора изменялась от 39,4 % в среднем на пшенице по пару до 62,1 % на овсе по пшенице и 63,1 % на овсе на зерносенаж (табл. 3).

Риск низкого урожая зерна при дефиците осадков и возможный рост в благоприятных климатических условиях значительно выше при применении азотно-фосфорных, полного минерального, органического и органоминерального удобрений. Риск падения урожая при их использовании на пшенице составил 77,7...84,1 %, на овсе на зерно – 69,9...77,8 %, а возможный рост продуктивности достигал 124,4 % на пшенице (навоз 40 т/га) и 139,8 % на овсе ($N_{40}P_{40}K_{40}$).

В заключительном поле севооборота максимальная вероятность падения урожая зеленой массы овса в неблагоприятные годы зафиксирована при внесении полного минерального удобрения (92,5 %), а возможного его роста – в вариантах без удобрений (168,1 %), с органической (123,4 %) и органоминеральной (115,7 %) системами удобрений. Следовательно, в аридных условиях Забайкалья внесение удобрений в благоприятные по увлажнению годы способствует повышению потенциальной продуктивности культур севооборота. Однако в условиях засухи их применение негативно сказывается на урожайности. Как показали результаты наших исследований, последнее связано с отрицательным действием всех видов удобрений на полевую всхожесть семян (ниже контроля на 25...30 %) и

3. Риск снижения и возможный рост среднего урожая культур севооборота при разных системах применения удобрений (МО-3)

Показатель		Система удобрений					
		контроль	P_{20}	$N_{40}P_{40}$	$N_{40}P_{40}K_{40}$	навоз 40 т/га	навоз 20 т/га + $N_{100}P_{50}K_{120}$
Пшеница по пару (n = 26)							
M ± m, т/га		1,89 ± 0,21	1,95 ± 0,21	2,64 ± 0,30	2,72 ± 0,32	2,70 ± 0,32	2,70 ± 0,33
риск, %	А	65,6	62,1	77,7	79,8	81,6	84,1
рост, %	В	106,3	97,4	117,8	116,9	124,4	118,5
Овес по пшенице (n = 22)							
M ± m, т/га		1,23 ± 0,10	1,25 ± 0,11	2,02 ± 0,21	2,06 ± 0,21	1,92 ± 0,19	2,03 ± 0,22
риск, %	А	65,0	62,4	75,2	69,9	74,5	77,8
рост, %	В	38,2	62,4	125,2	139,8	107,8	136,5
Овес на зерносенаж (n = 20)							
M ± m, тыс. корм. ед./га		2,29 ± 0,31	2,21 ± 0,21	3,52 ± 0,21	4,01 ± 0,44	3,39 ± 0,42	3,76 ± 0,45
риск, %	А	84,2	64,7	75,3	92,5	85,8	82,4
рост, %	В	168,1	67,1	103,1	76,0	123,4	115,7

А – риски падения урожая в неблагоприятных условиях (дефицит осадков)
В – возможности роста урожая в благоприятных условиях (среднемноголетние и выше)

частичную гибель растений в период засухи в июле и августе. В засушливых условиях внесение в почву удобрений, особенно минеральных, способствует уменьшению водного потенциала, что приводит к недостаточному набуханию зерна и как следствие, к снижению полевой всхожести семян [11].

Таким образом, риск падения и возможность роста урожая полевых культур возрастает в следующем ряду от низкой продуктивности к высокой: вторая культура (овес на зерно) → первая культура (рожь, пшеница) → третья культура (овес на зеленую массу). В результате исследований установлены важность использования в зернопаровых севооборотах яровой ржи как страховой культуры и положительная роль комбинированной системы обработки почвы. Потенциальный рост урожая (до 170,7 %) зерновых культур в благоприятные по атмосферному увлажнению годы, а равно риск его падения (до 92,5 %) в неблагоприятных условиях увеличиваются в севооборотах с донниковыми парами, ежегодной отвальной обработкой почвы и применением удобрений.

Литература.

1. Энергомассообмен в звене полевого севооборота. Ч. 1. / И. С. Шатилов, А. Г. Замараев, В. И. Савич и др. М.: Агроконсалт, 2004. 366 с.
2. Сиротенко О. Д. Методы оценки изменений климата для сельского хозяйства и землепользования. М.: Росгидромет, 2007. 77 с.
3. Иванов А. Л., Кирюшин В. И. Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве России. М.: Россельхозакадемия, 2009. 518 с.
4. Якушев В. П., Жуковский Е. Е. Анализ последствий климата в земледелии как задача оценки и сравнения рисков // Агрофизика. 2011. № 4. С. 24–39.
5. Билтуев А. С., Лапухин Т. П., Будажапов Л. В. Климат, плодородие почв и продуктивность зерновых культур аридных условиях Забайкалья: состояние и прогноз. Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2015. 141 с.
6. Продуктивность зерновых севооборотов в условиях изменения климата / Н. А. Морозов, С. А. Лиходиевская, А. И. Хрипунов и др. // Земледелие. 2016. № 8. С. 8–11.
7. Ресурсы адаптации агротехнологий в различные по метеоусловиям годы / А. А. Корчагин, Л. И. Ильин, М. А. Мазиров и др. // Земледелие. 2017. № 1. С. 16–20.
8. Байбеков Р. Ф. Природоподобные технологии основа стабильного развития земледелия // Земледелие. 2018. № 2. С. 5–8.
9. Чебочаков Е. Я., Шпедт А. А. Эффективность приемов биологизации земледелия в разных агроэкологических районах Средней Сибири // Земледелие. 2018. № 6. С. 3–5 .
10. Система земледелия Республики Бурятия: научно-практические рекомендации. Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2018. 349 с.
11. Лапухин Т. П., Уланов А. К. Эффективность применения удобрений на каштановых почвах сухой степи Бурятии // Агрохимия. 2010. № 5. С. 24–30.

Productivity of Chestnut Soil Depending on Moisture Conditions under the Long-Term Impact of Crop Rotations, Tillage Methods and Fertilizers in the Dry Steppe

A. K. Ulanov, L. V. Budajapov
Buryat Scientific Research Institute of Agriculture ul. Tretyakova, 25z, Ulan-Ude, 670045, Russian Federation

Abstract. *On the basis of the results of multi-year research (1982–2008) under conditions of the dry steppe (the hydrothermal index was 0.94), agrotechnological methods of farming systems were evaluated from the standpoint of the reducing the risk and the possibility of potential growth of crop yield under different moisture conditions. The studies were carried out in three stationary long-term field experiments of the Buryatia Research Institute of Agriculture on chestnut soil. The first experiment investigated crop rotations with bare, seeded and green manure fallow fields against two backgrounds of fertilizer application. The second experiment tested tillage systems against two backgrounds of fertilizer application. Tillage systems included moldboard ploughing at 20–22 cm; subsurface cultivation at 12–14 cm, 20–22 cm and 28–30 cm; subsurface cultivation at a different depth; and combined treatment at a different depth. The third experiment tested fertilizer application: without fertilizers (the control), P20, N40P40, N40P40K40, manure 40 t/ha, manure 20 t/ha + N100P50K120 (the equivalent of manure 10 t/ha). The stability of harvests by years confirms the need to use spring rye as an insurance crop in grain-fallow crop rotations and the use of the combined tillage system. The potential increase in the yield (up to 170.7%) of grain crops in the years with sufficient atmospheric moisture, as well as the risk of reduction of it (by 92.5%) under unfavourable conditions increased in crop rotations with melilot fallows, annual moldboard ploughing and fertilizer application.*

Keywords: *long-term stationary experiments; chestnut soil; crop rotation; soil treatment; fertilizer; risk of decline and possible growth of the yield.*

Author Details: *A. K. Ulanov, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow (global@burniish.ru); L. V. Budazhapov, D. Sc. (Biol.), director.*

For citation: *Ulanov A. K., Budazhapov L. V. Productivity of Chestnut Soil Depending on Moisture Conditions under the Long-Term Impact of Crop Rotations, Tillage Methods and Fertilizers in the Dry Steppe. Zemledelie. 2019. No. 1. Pp. 15–18 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10104.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10105
УДК 633.337.70.40

Влияние вида севооборота, способов основной обработки почвы и удобрений на энергетические показатели возделывания сахарной свеклы в юго-западной части ЦЧР

В. В. НИКИТИН, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник
В. Д. СОЛОВИЧЕНКО, доктор сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: laboratoria.plodorodya@yandex.ru)
А. П. КАРАБУТОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник
Белгородский Федеральный аграрный научный центр РАН, ул. Октябрьская, 58, Белгород, 308001, Российская Федерация

В работе представлены результаты длительных полевых опытов на черноземе типичном по изучению влияния на плодородие почвы и рост продуктивности сахарной свеклы севооборотов (зернопаропропашной, зернотравянопропашной и зернопропашной), способов основной обработки почвы, внесения органических и минеральных удобрений за длительный период времени (30 лет). Наибольшая урожайность культуры отмечена в варианте с чистым паром (зернопаропропашной севооборот. Различия по продуктивности между зернопаропропашным и двумя другими севооборотами существенны на 95 %-ном уровне доверительной вероятности, а между зернопропашным и зернотравянопропашным находятся в пределах ошибки опыта. Показатели продуктивности сахарной свеклы на фоне глубокой основой обработки почвы выше, чем при мелкой на принятом уровне значимости. Преимущество вспашки прослеживается во всех видах севооборотов. Минеральные и органические

удобрения обеспечивают существенные прибавки урожая корнеплодов сахарной свёклы при всех уровнях удобренности, видах севооборотов и способах основной обработки почвы. Наибольший выход чистой энергии за шесть ротаций севооборотов отмечен после вспашки. В среднем по трем севооборотам выход чистой энергии в этом варианте составил 155,5 Гдж/га, по безотвальной обработке – 152,6 Гдж/га, по минимальной обработке – 147,7 Гдж/га. Коэффициент энергетической эффективности был равен соответственно 4,32, 4,30 и 4,26 единиц. По величине этого показателя некоторое преимущество перед зернопаропропашным и зернопропашным севооборотами отмечено в зернотравянопропашном, что обусловлено меньшими затратами на внесение минеральных удобрений. С ростом уровня удобренности сбор чистой энергии на единицу площади увеличивается, а выход ее на единицу затрат снижается. Единичные дозы удобрений повышали коэффициент энергетической эффективности, по сравнению с контрольным вариантом вне зависимости от севооборота и способа основной обработки почвы, а внесение удвоенных доз сопровождалось уменьшением величины этого показателя.

Ключевые слова: *вид севооборота, способы основной обработки почвы, минеральные удобрения, органические удобрения, продуктивность, уровень вероятности, чистый пар, чистая энергия, коэффициент энергетической эффективности.*

Для цитирования: *Никитин В. В., Соловиченко В. Д., Карабутов А. П. Влияние вида севооборота, способов основной обработки почвы и удобрений на энергетические показатели возделывания сахарной свеклы в юго-западной части ЦЧР // Земледелие. 2019. № 1. С. 18–21. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10105.*

В Центрально-Черноземном регионе сосредоточены основные площади посевов сахарной свеклы [1]. Многочисленными исследованиями отечественных и зарубежных ученых установлена размерность факторного влияния естественно-биологических условий и потребляемых ресурсов на продуктивность растений: погода – 16...20 %,удобрения – 41...49 %,семена – 8...12 %, ирригация – 5...8 % [2], что близко к данным Белгородского аграрного научного центра [3].

Следует отметить, что сахарная свекла – наиболее отзывчивая из всех культур зерносвекловичных севооборотов на дополнительное минеральное питание. Оптимальные дозы навоза и минеральных удобрений зависят от типа почвы, содержания подвижных питательных веществ, климатических факторов и звена севооборота [1, 2].

Биоэнергетическая оценка подразумевает определение соотношения количества энергии, аккумулированной в урожае сельскохозяйственных культур в процессе фотосинтеза, и совокупных затрат энергии, вкладываемой в производство этой продукции [4, 5]. Важность такой оценки сегодня обусловлена требованиями экономного расходования энергии на единицу производимой продукции. Биоэнергетическая оценка, дополняя экономическую, позволяет сравнить различные технологии производства сельскохозяйственной продукции с точки зрения расхода топлива и способствует разработке научно-обоснованных экономичных и энергосберегающих технологий, рациональному использованию ресурсов [6, 7]. Полное рассмотрение энергосберегающих элементов, составляющих технологический процесс возделывания растений, для разработки и обоснования прогрессивных агротехнологий возможно только на основе системного анализа всех используемых потоков энергии с учётом законов ее преобразования [8, 9, 10].

Цель исследований – разработка энергосберегающей агротехнологии возделывания сахарной свеклы, обеспечивающей повышение плодородия почвы и рост урожайности с наименьшими затратами и обеспечением условий охраны окружающей среды.

В работе приведены усредненные результаты, полученные за шесть ротаций пятипольных севооборотов в длительном опыте, заложенном в Белгородском аграрном научном центре в 1987 г.

Почва опытного участка – чернозём типичный среднемощный малогумусный тяжелосуглинистый на лёссовидном суглинке с содержанием на период закладки опыта гумуса в пахотном слое 5,18...5,32 %, подвижного фосфора и калия (по методике Чирикова) – 52...58 мг и 95...105 мг/кг, почвы нитратного азота – 7,1...9,5 мг/кг; $pH_{сол.}$ – 5,8...6,4. Мощность гумусового горизонта – 65...75 см.

В опыте изучали три пятипольных севооборота со следующим чередованием культур:

зернотравянопропашной – озимая пшеница, сахарная свекла, ячмень+многолетние травы, травы 1 г. п., травы 2 г. п. (20 % пропашных);

зернопропашной – озимая пшеница, сахарная свекла, ячмень, кукуруза на силос, горох (40 % пропашных);

зернопаропропашной – озимая пшеница, сахарная свекла, кукуруза на силос, кукуруза на зерно, чистый пар (60 % пропашных).

Из органических удобрений один раз за ротацию севооборотов под сахарную свёклу заделывали навоз (однинарная доза – 40 т/га, двойная – 80 т/га, или соответственно по 8 и 16 т на 1 га севооборотной площади). Дозы навоза рассчитывали на простое и расширенное воспроизводство плодородия почвы.

Минеральные удобрения вносили ежегодно под каждую культуру. Одинарная доза удобрений (50...90 кг д.в. на 1 га) рассчитана на простое воспроизводство почвенного пло-

1. Влияние вида севооборота, способа основной обработки почвы и удобрений на урожайность сахарной свеклы за шесть ротаций, т/га (1988–2017 гг.)

Навоз, т/га	NPK, ед.	Зернотравянопропашной севооборот				Зернопропашной севооборот				Зернопаропропашной севооборот			
		В*	Б	М	среднее	В	Б	М	среднее	В	Б	М	среднее
0	0	23,0	22,8/	22,0	22,6	22,0	20,9	20,2	21,0	22,5	22,1	20,1	21,6
0	1**	35,0	34,6	33,1	34,2	34,5	33,4	32,3	33,4	35,7	35,4	34,1	35,0
0	2	41,8	42,1	41,0	41,3	40,8	40,3	38,8	40,0	42,3	41,4	41,0	41,5
8	0	28,4	28,3	27,4	28,0	27,8	27,5	26,3	27,2	28,8	28,3	26,8	28,0
8	1	39,2	38,1	37,8	38,4	39,2	38,0	36,5	37,9	40,4	38,9	38,9	39,4
8	2	44,5	44,2	43,4	44,0	44,1	43,9	41,9	43,3	45,6	45,1	44,6	45,1
16	0	32,3	31,4	31,2	31,6	31,6	31,3	30,0	31,0	31,4	32,1	31,0	31,5
16	1	43,7	43,2	41,5	42,8	43,1	42,1	40,2	41,8	44,8	44,6	43,7	44,4
16	2	50,4	49,6	48,2	49,4	48,7	47,9	45,6	47,4	51,4	50,1	49,0	50,1
Среднее		37,6	37,1	36,1	36,9	36,9	36,2	34,6	35,9	38,1	37,6	36,6	37,4

$НСР_{05}$, т/га: севообороты – 1,4; обработка почвы – 1,0; органические удобрения (навоз) – 0,9; минеральные удобрения – 0,5
**В – вспашка, Б – безотвальная обработка, М – минимальная обработка;*
*** одинарная доза минеральных удобрений – $N_{90}P_{90}K_{90}$*

2. Энергетическая эффективность агроприёмов при возделывании сахарной свеклы (1988–2017 гг.)

Навоз, т/га	Мин. уд., ед.	Зернотравянопропашной севооборот			Зернопропашной севооборот			Зернопаропропашной севооборот		
		В*	Б	М	В	Б	М	В	Б	М
Чистая энергия, ГДж/га										
0	0	95,0	94,2	90,9	90,9	86,3	83,4	92,9	91,3	83,0
	1**	144,6	142,9	136,7	142,5	138,0	133,4	147,5	146,2	140,9
	2	172,7	173,9	165,2	168,5	166,5	160,3	174,7	171,0	169,4
8	0	117,3	116,9	113,2	114,8	113,6	108,6	119,0	116,9	110,7
	1	161,9	157,4	156,2	161,9	157,0	150,8	166,9	160,7	160,7
	2	183,8	182,6	179,3	182,2	181,4	173,1	188,4	186,3	184,2
16	0	133,4	129,7	128,9	130,5	129,3	123,9	129,7	132,6	128,1
	1	180,5	178,5	171,4	178,0	173,9	166,1	185,1	184,2	180,5
	2	208,2	204,9	199,1	201,2	197,9	188,4	212,3	207,0	202,4
Среднее		155,3	153,4	149,0	152,3	149,3	143,1	157,4	155,1	151,1
Энергетический коэффициент, ед.										
0	0	4,40	4,43	4,46	4,21	4,06	4,09	4,30	4,29	4,07
	1	4,62	4,62	4,54	4,55	4,46	4,43	4,71	4,72	4,68
	2	4,21	4,28	4,15	4,11	4,10	4,03	4,26	4,21	4,26
8	0	4,45	4,49	4,49	4,53	4,54	4,49	4,34	4,32	4,23
	1	4,49	4,40	4,48	4,62	4,52	4,45	4,50	4,37	4,48
	2	4,02	4,02	4,02	4,07	4,08	3,97	4,03	4,01	4,04
16	0	4,28	4,21	4,30	4,48	4,49	4,43	3,91	4,04	4,00
	1	4,46	4,40	4,32	4,58	4,51	4,41	4,32	4,33	4,33
	2	4,12	4,08	4,03	4,14	4,10	3,98	4,04	3,96	3,94
Среднее		4,34	4,32	4,31	4,37	4,32	4,25	4,27	4,25	4,23

**В – вспашка, Б – безотвальная обработка, М – минимальная обработка;*
*** одинарная доза минеральных удобрений – $N_{90}P_{90}K_{90}$*

дородия, двойная (100...180 кг д.в. на 1 га) – на расширенное. Одинарная доза минеральных удобрений под сахарную свеклу составляла $N_{90}P_{90}K_{90}$.

В среднем по способам обработки почв и внесению удобрений в почву за первую-шестую ротации севооборотов наибольшая урожайность сахарной свёклы отмечена в зернопаропропашном севообороте. В зернотравянопропашном и зернопропашном она была достоверно (P>0,95) ниже на 0,5...1,5 т/га (табл. 1). Если сравнивать способы основной обработки почвы, то в среднем по блокам во всех севооборотах при вовлечении в тридцатилетнюю выборку шести ротаций наблюдали достоверное, по отношению к минимальной обработке, преимущество вспашки и безотвальной обработки (до 2 т/га).

Показатели энергетической эффективности отражали уровни продуктивности сахарной свеклы в аспекте факторов, включенных в эксперимент. Наибольший выход чистой энергии отмечали при проведении вспашки. Он был выше, чем после минимальной обработки, на 6,3...9,2 ГДж/га (табл. 2).

В связи с большими затратами при глубоких обработках почвы величина энергетического коэффициента по блокам с внесением удобрений выравнивается, но отмеченная тенденция сохраняется.

Если сравнивать севообороты, то на первом месте по выходу чистой энергии находится севооборот с чистым паром, затем идет севооборот с многолетними бобовыми травами и далее зернопропашной севооборот. Так, в зернопаропропашном севообороте величина этого показателя по девяти вариантам составила 154,5 ГДж/га, в севообороте с травами она была меньше на 1,9 ГДж, в зернопропашном – на 6,3 ГДж/га.

По энергетическому коэффициенту некоторое преимущество перед зернопаропропашным и зернопропашным севооборотами имеет зернотравянопропашной, так как для этого варианта характерны меньшие затраты при возделывании культур, в частности, сахарной свёклы.

Таким образом, с точки зрения затрат энергии под сахарную свеклу следует проводить вспашку, а среди различных севооборотов предпочтительнее выбирать такие, схемы которых включают чистый пар или многолетние бобовые травы.

Литература.

1. Апасов И. В. Концепция развития свеклосеющего комплекса России в 2008-2020 гг. // Сахарная свела. 2009. № 5. С. 3–5.

2. Никитин В. В. Оптимизация минерального питания культур зерносвекловичного севооборота на черноземах типичных Юго-запада ЦЧЗ: дис. д-ра с.х. наук. М., 1998. 376 с.

3. Соловиченко В. Д., Тютюнов С. И. Почвенный покров Белгородской области и его рациональное использование. Белгород: Отчий край, 2013. 371 с.

4. Методика ресурсно-экологической оценки эффективности земледелия на биоэнергетической основе / В. М. Володин, Р. Ф. Еремина, А. Е. Федорченко и др. Курск: изд-во «ЮМЕКС», 1999. 48 с.

5. Воронцов В. А., Скорочкин Ю. П. Комплексное влияние основной обработки почвы и средств химизации на экономическую эффективность возделывания культур в зернопропашном севообороте // Сахарная свёкла. 2018. № 3. С. 24–27.

6. Самыкин В. Н., Соловиченко В. Д. Биоэнергетическая оценка агроприёмов возделывания сахарной свёклы // Сахарная свёкла. 2010. № 3. С. 20–23.

7. Косякин П. А., Боронтов О. К., Манаенкова Е. Н. Агроэкологическая оценка плодородия чернозёма при различных системах обработки почвы и удобрений в зернопаропропашном севообороте ЦЧР // Сахарная свёкла. 2018 № 5. С. 14–17.

8. Минакова О. А., Александрова Л. В. Система удобрений сахарной свёклы в зоне неустойчивого увлажнения ЦЧР // Сахарная свёкла. 2018. № 5. С. 22–26.

9. Влияние основной обработки почвы на урожайность и качество корнеплодов сахарной свёклы в ЦЧР / О. К. Боронтов, Л. Н. Путилина, Н. А. Лазутина и др. // Сахарная свёкла. 2018. № 5. С. 18–20.

10. Тютюнов С. И., Никитин В. В., Соловиченко В. Д. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность и качество сахарной свёклы // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 6. С. 198–203.

Influence of Crop Rotation Types, Tillage Methods, and Fertilizers on Energy Performance of Sugar Beet Cultivation in the South-Western Part of the Central Chernozem Region

V. V. Nikitin, V. D. Solovichenko, A. P. Karabutov

Belgorod Federal Agrarian Scientific Center of the RAS, ul. Oktyabr'skaya, 58, Belgorod, 308001, Russian Federation

Abstract. *The paper presents the results of long field experiments on typical chernozem. It was studied the influence of crop rotations (grain-fallow-row, grain-grass-row, grain-row), tillage methods and application of organic and mineral fertilizers on soil fertility and growth of productivity of sugar beet over a long period of time (30 years). The highest yield of sugar beet was obtained in the crop rotation with bare fallow (grain-fallow-row rotation). The differences in productivity between the grain-fallow-row crop rotation and two other types were significant, with a 95% probability level, and the differences between the grain-row crop rotation and grain-grass-row crop rotation were within the experimental error. The productivity of sugar beet against the background of deep tillage was higher than at shallow cultivation at the accepted level of significance. The advantage of ploughing can be traced in all types of crop rotations. Mineral and organic fertilizers provided a significant increase in the yield of sugar beet roots at all levels of fertilizer application, crop rotation types and tillage methods. The highest output of net energy for six rotations of the crop rotations was obtained in the variant with ploughing. On average over three crop rotations, the output of net energy in this variant amounted to 155.5 GJ/ha, in the case of nonmoldboard treatment it was 152.6 GJ/ha, and for the minimum treatment it was 147.7 GJ/ha. The energy efficiency ratio was equal to 4.32, 4.30 and 4.26 units, respectively. According to the value of the energy coefficient, the grain-grass-row crop rotation had some advantage over the grain-fallow-row and grain-row crop rotations due to lower fertilizer application costs. With an increase in the level of fertilizer application, the collection of net energy per unit area increased, and its output per unit of cost decreased. Single doses of fertilizers increased the coefficient of energy efficiency in comparison with the control option in all crop rotations and tillage methods, and the introduction of doubled doses was accompanied by a decrease in this indicator.*

Keywords: *type of crop rotation; tillage methods; mineral fertilizers; organic fertilizers; productivity; probability level; bare fallow; net energy; coefficient of energy efficiency.*

Author Details: *V. V. Nikitin, D. Sc. (Agr.), chief research fellow; V. D. Solovichenko, D. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: laboratoria.plodorodya@yandex.ru); A. P. Karabutov, Cand. Sc. (Agr.), research fellow.*

For citation: *Nikitin V. V., Solovichenko V. D., Karabutov A. P. Influence of Crop Rotation Types, Tillage Methods, and Fertilizers on Energy Performance of Sugar Beet Cultivation in the South-Western Part of the Central Chernozem Region. Zemledelije. 2019. No. 1. Pp. 18–21 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10105.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10106
УДК 633.15:630.165.7:630.232.324.3

Густота стояния растений – один из основных факторов высокой урожайности гибридов кукурузы

И.А. ШМАЛЬКО, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: maize-techno@mail.ru)
В.Н. БАГРИНЦЕВА, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник
Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы, ул. Ермолова, 14-Б, Пятигорск, Ставропольский край, 357528, Российская Федерация

Эксперименты с целью установления оптимальной густоты стояния растений для гибридов кукурузы проводили во ВНИИ кукурузы в 2015–2017 гг. в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края. Объектами исследования были среднеранний гибрид Машук 220 МВ и среднеспелый Машук 390 МВ. Опыт включал следующие варианты: для гибрида Машук 220 МВ густота к уборке 60, 70, 80 тыс. шт./га; для гибрида Машук 390 МВ – 50, 60, 70 тыс. шт./га. Оптимум густоты для изучаемых гибридов кукурузы был разный. Урожайность зеленой массы гибрида Машук 220 МВ в среднем за 2015–2017 гг. была наибольшей при густоте к уборке 80 тыс. шт./га. Прибавка в этом варианте, по сравнению с густотой 60 тыс. шт./га, составила 3,43 т/га (10,6 %). Сбор початков в зеленой массе был самым высоким также при густоте 80 тыс. шт./га, с прибавкой на уровне 0,85 т/га (7,5 %). Среднеспелый гибрид Машук 390 МВ обеспечил наибольший сбор зеленой массы и початков в зеленой массе при густоте 60 тыс. шт./га, прибавка, по сравнению с густотой 50 тыс. шт./га, составила 3,45 т/га (9,8 %) и 0,87 т/га (8,4 %) соответственно. Самую высокую урожайность зерна гибрида Машук 220 МВ отмечали при густоте стояния растений 70 тыс. шт./га, Машук 390 МВ – 60 тыс. шт./га. В зоне достаточного увлажнения Ставропольского края при выращивании среднераннего гибрида Машук 220 МВ на зеленую массу необходимо иметь к уборке 80 тыс. шт./га, на зерно – 70 тыс. шт./га. Для среднеспелого гибрида Машук 390 МВ оптимальная густота, как на зеленую массу, так и зерно – 60 тыс. шт./га.

Ключевые слова: *кукуруза, гибрид, густота посева, урожайность.*

Для цитирования: *Шмалько И. А., Багринцева В. Н. Густота стояния растений – один из основных факторов высокой урожайности гибридов кукурузы // Земледелие. 2019. № 1. С. 21–23. DOI: 10.24411/0044-3913- 2019-10106.*

В Ставропольском крае в последние годы наблюдаются изменения в структуре посевных площадей, расширяются посевы среднеранних и среднеспелых гибридов кукурузы и сокращается доля среднепоздних. В 2016 г. площадь посевов среднеранних гибридов составляла 38,4 % от общей, среднеспелыми гибридами засевали 44,0 % [1]. Увеличение площадей под среднеранними гибридами носит положительный характер, так как снижает энергетические затраты на сушку зерна. Среднеранние гибриды кукурузы характеризуются менее продолжительным периодом вегетации, поэтому их использую в качестве страховки для пересева погибших в результате стихийных бедствий озимых и яровых культур. Среднеспелые гибриды отличаются высокой урожайностью и более сухим зерном к уборке, чем среднепоздние и позднеспелые.

В Ставропольском крае пригодны для выращивания гибриды кукурузы среднеранний Машук 220 МВ и среднепоздний Машук 390 МВ. Это гибриды интенсивного типа, отзывчивы на орошение и высокий агрофон, высокоустойчивы к ломкости стебля при перестое растений, устойчивы к пузырчатой головне, отличаются низкой влажностью при уборке. Их урожайность зависит от агротехники. Важен своевременный посев, формирование оптимальной густоты стояния растений, внесение удобрений. В 2012 г. в опыте отдела технологии возделывания кукурузы при посеве 11 апреля сбор зерна гибрида Машук 220 МВ при внесении 60 кг д.в. азота аммиачной селитры на 1 га составил 9,24 т/га, гибрида Машук 390 МВ – 10,44 т/га [2].

Один из основных факторов формирования высокой урожайности зеленой массы и зерна кукурузы – оптимальная густота стояния растений. С ее увеличением до определенного уровня урожайность увеличивается. Избыточное количество растений вызывает обратный эффект [3, 4]. Установление оптимальной густоты должно быть строго дифференцированно для каждого региона в зависимости от почвенно-климатических условий и группы спелости гибрида [5]. При чрезмерном загущении посевов наблюдают бесплодие растений, уменьшение длины початка, массы початка и зерна с початка [6]. Гибриды

1. Влияние густоты стояния растений на урожайность зеленой массы

Гибрид	Густота при уборке, тыс. шт./га	Урожайность зеленой массы, т/га			
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	средняя
Машук 220 МВ	60	35,01	31,20	30,83	32,35
	70	34,62	36,21	31,68	34,17
	80	34,72	40,50	32,12	35,78
$НСР_{05}$		6,23	7,58	3,94	
Машук 390 МВ	50	39,00	33,93	32,25	35,06
	60	38,16	40,87	36,50	38,51
	70	40,22	38,34	35,22	37,93
$НСР_{05}$		5,15	5,06	6,96	

кукурузы разных групп спелости не одинаково требовательны к густоте посева [7, 8].

Цель исследований – установить оптимальную густоту стояния растений гибридов кукурузы Машук 220 МВ и Машук 390 МВ в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края.

Эксперименты проводили в 2015–2017 гг. на опытном поле Всероссийского НИИ кукурузы, расположенном в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края. Объекты исследования среднеранний гибрид Машук 220 МВ и среднеспелый Машук 390 МВ.

Метеоусловия в годы испытаний были неодинаковыми. В 2015 г. за вегетационный период выпало 325,4 мм осадков, в 2016 г. – 353,2 мм, в 2017 г. – 368,1 мм, что меньше среднемноголетних величин на 69,0; 41,2 и 26,3 мм соответственно. В июле во время цветения (критический период для роста и развития кукурузы) выпало 2,5; 46,5 и 26,0 мм соответственно.

Предшественник – озимая пшеница. Основная обработка почвы – отвальная (осенняя вспашка). Весной под первую весеннюю культивацию вносили аммиачную селитру в дозе N_{30}. Сеяли кукурузу в 2015 г. – 21 апреля, 2016 г. – 19 апреля, 2017 г. – 17 апреля.

Посев осуществляли вручную. Высевали заданное количество семян в ряду со страховой надбавкой 20 %. Для формирования заданной к уборке густоты стояния растений 50 тыс. шт./га на ряд длиной 7 м высевали 30 семян, 60 тыс. шт./га – 35 шт., 70 тыс. шт./га – 41 шт., 80 тыс. шт./га – 47 шт. После появления полных всходов пересчитывали все растения в ряду и удаляли лишние.

Повторность четырехкратная. Общая площадь делянки – 24,5 м^2, учетная – 9,8 м^2.

Для борьбы с сорняками в фазе трех листьев посев обрабатывали гербицидом Аденго в норме 0,5 л/га, в фазе восьми листьев проводили междурядную культивацию.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный малогумусный мощный тяжелосуглинистый. Черноземы обладают оптимальной плотностью (1,15...1,25 г/см^3), хорошей и удовлетворительной пористостью (50...60 %). В структуре преобладают агрономически ценные агрегаты размером 0,25...10,00 мм. Доля фракции ила (частицы размером менее 0,001 м) в гранулометрическом составе почвы в пахотном горизонте составляет 32,6 %. Влажность завядания колеблется в пределах 7...9 %. Емкость поглощения зависит от гранулометрического состава и находится в пределах 20...35 мг-экв/100 г. Среди поглощенных оснований преобладает кальций, а обменного натрия всегда меньше 5 % от суммы. Реакция почвенного раствора – щелочная (pH 8,1...8,5) [9].

Содержание азота, фосфора и калия в слое почвы 0...20 см определяли в фазе пяти листьев. В среднем по годам содержание нитратного азота по Грандваль-Ляжу составляло 19,2 мг/кг, фосфора (по Мачигину) – 12,4 мг/кг [10], калия в углеаммонийной вытяжке (по Мачигину) – 273 мг/кг.

Учеты и наблюдения выполняли по общепринятым методикам (ВНИИК, 1980).

Фенологические наблюдения проводили на протяжении всего периода вегетации кукурузы. За начало фаз развития принимали их появление у 10...15 % растений, за полное наступление – не менее чем у 75 %. Урожайность зеленой массы определяли по 10 типичным растениям на делянке, достигшим фазы молочно-восковой спелости в четырехкратной повторности. Учитывали сбор зеленой массы с початками и отдельно початков (без оберток и ножек). Учет урожайности зерна осуществляли вручную, пересчитывая на кондиционную 14 %-ную влажность.

Статистическую обработку данных осуществляли методом однофакторного дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [11].

Продолжительность вегетационного периода изучаемых гибридов не зависела от густоты посева. В среднем за 2015–2017 гг. его продолжительность у гибрида Машук 220 МВ составила 112 дней, Машук 390 МВ – 126 дней.

С увеличением густоты стояния растений на 1 га урожайность зеленой массы в фазе молочно-восковой спелости зерна возрастала (табл. 1). В среднем за годы исследований наибольшую урожайность зеленой массы гибрида Машук 220 отмечали при густоте посева 80 тыс./га, прибавка, по сравнению с густотой 60 тыс. шт./га составила 3,43 т/га (10,6 %). Среднеспелый гибрид Машук 390 МВ обеспечил наибольший сбор зеленой массы при густоте 60 тыс. шт./га, прибавка, по сравнению с вариантом 50 тыс. шт./га, была равна 3,45 т/га (9,8 %). Дальнейшее увеличение густоты до 70 тыс. шт./га не повышало сбор зеленой массы.

Урожайность початков молочно-восковой спелости не снижалась в зависимости от густоты посева – в среднем за годы испытаний она возрастала по гибридам на 5,5...8,4 % (табл. 2).

2. Влияние густоты стояния растений на урожайность початков в зеленой массе

Гибрид	Густота при уборке, тыс.шт./га	Урожайность початков, т/га			
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	средняя
Машук 220 МВ	60	11,88	11,22	10,92	11,34
	70	11,31	13,67	10,91	11,96
	80	11,04	14,16	11,37	12,19
$НСР_{05}$		2,23	2,66	1,25	
Машук 390 МВ	50	10,80	11,00	9,22	10,34
	60	10,44	12,81	10,39	11,21
	70	11,10	11,61	10,09	10,93
$НСР_{05}$		1,70	1,22	2,38	

При увеличении густоты стояния растений доля початков в зеленой массе изменялась незначительно. В среднем за 2015–2017 гг. в варианте 60 тыс. шт./га величина этого показателя у среднераннего гибрида Машук 220 МВ составила 35,1 %, 70 тыс. шт./га – 35,0 %, 80 тыс. шт./га – 34,1 %, у гибрида Машук 390 МВ в варианте 50 тыс. шт./га – 29,5 %, 60 тыс. шт./га – 29,1 %, 70 тыс. шт./га – 28,8 %.

Лучшие показатели структуры урожая отмечены при наименьшей изучаемой густоте. В среднем за три года увеличение количества растений гибрида Машук 220 МВ с 60 до 80 тыс./га уменьшало количество початков на 100 растений на 2 шт., длину початка – на 1,5 см, количество зерен в початке – на 59 шт., массу початка и массу зерна с початка – на 25,7 и 19,3 г, массу 1000 зерен – на 18 г. С увеличением густоты стояния растений гибрида Машук 390 МВ с 50 до 70 тыс./га количество початков на 100 растений снижалось на 4 шт., длина початка – на 2,0 см, количество зерен в початке – на 79 шт., масса початка и масса зерна с початка – на

3. Влияние густоты стояния растений кукурузы на элементы структуры урожая зерна, среднее за 2015–2017 гг.

Гибрид	Густота растений к уборке, тыс. шт./га	Количество початков, шт./100 растений	Длина початка, см	Количество зерен в початке, шт.	Масса, г		
					початка	зерна с початка	1000 зерен
Машук 220 МВ	60	103	17,4	495	121	96	194
	70	101	16,2	479	111	88	185
	80	100	15,9	436	96	76	176
$НСР_{05}$		3	0,8	61	10	10	41
Машук 390 МВ	50	107	17,8	592	181	144	244
	60	103	16,7	543	160	127	235
	70	103	15,8	513	139	109	213
$НСР_{05}$		5	0,2	34	11	8	10

41,8 и 34,8 г, масса 1000 зерен – на 31 г (табл. 3).

В 2015 г. при загущении происходило уменьшение урожайности зерна обоих гибридов. Сбор зерна с 1 га гибрида Машук 220 МВ снизился при увеличении густоты с 60 до 70 тыс./га на 0,19 т/га, или 2,9 %. При увеличении густоты с 60 до 80 тыс. шт./га происходило существенное сокращение урожайности зерна – на 0,56 т/га, или 8,4 %. Уплотнение посева гибрида Машук 390 МВ с 50 до 60 тыс. шт./га снизило урожайность зерна на 0,10 т/га, или 1,3 %, с 50 до 70 тыс. шт./га – на 0,53 т/га, или 7,0 %. В 2016 г. самый высокий сбор зерна с 1 га гибрида Машук 220 МВ отмечен при густоте 80 тыс. шт./га, гибрида Машук 390 МВ – 70 тыс. шт./га. В 2017 г. наибольшую величину этого показателя наблюдали при средней густоте: гибрида Машук 220 МВ – 70 тыс. шт./га, Машук 390 МВ – 60 тыс. шт./га (табл. 4).

4. Влияние густоты стояния растений на урожайность зерна

Гибрид	Густота к уборке, тыс. шт./га	Урожайность зерна, т/га			
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	средняя
Машук 220 МВ	60	6,66	6,52	5,09	6,09
	70	6,47	6,78	5,38	6,21
	80	6,10	7,12	4,96	6,06
$НСР_{05}$		0,54	0,57	0,35	0,71
Машук390 МВ	50	7,57	7,83	6,70	7,37
	60	7,47	8,07	6,81	7,45
	70	7,04	8,13	6,23	7,13
$НСР_{05}$		0,87	0,63	0,67	0,55

В среднем за 3 года самый высокий сбор зерна гибрида Машук 220 МВ наблюдали в варианте 70 тыс. шт./га, гибрида Машук 390 МВ – при густоте 60 тыс. шт./га.

В среднем за 2015–2017 гг. наибольший сбор зеленой массы гибрида Машук 220 МВ (35,78 т/га) отмечен при густоте 80 тыс. шт./га, зерна (6,21 т/га) – при густоте 70 тыс. шт./га. Самая высокая урожайность зеленой массы (38,51 т/га) и зерна (7,45 т/га) гибрида Машук 390 МВ – 60 тыс. шт./га.

Таким образом, для формирования наибольшей урожайности в условиях зоны достаточного увлажнения Ставропольского края на обыкновенных карбонатных малогумусных мощных тяжелосуглинистых черноземах наиболее эффективно иметь к уборке при возделывании гибрида Машук 220 МВ на зеленую массу 80 тыс. растений на 1 га, на зерно – 70 тыс. шт./га, гибрида Машук 390 МВ на зеленую массу и зерно – 60 тыс. шт./га.

Литература.

1. Элементы технологии возделывания раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы в Ставропольском крае / В. Н. Багринцева, И. А. Шмалько, И. Н. Ивашененко и др. // Новости науки АПК. 2018. №1 (10). С. 12–19.

2. Сотченко В. С., Багринцева В. Н. Гибриды кукурузы для Ставрополья // Деловой вестник АПК. 2013. № 7. С. 5–8.

3. Багринцева В. Н., Борщ Т. И., Шарапова И. А. Урожайность гибридов кукурузы при разной густоте стояния // Кукуруза и сорго. 2001. № 5. С. 2–4.

4. Сунди Т. Влияние селекции и агротехники на урожайность кукурузы в Венгрии // Кукуруза и сорго. 1994. № 6. С. 18–19.

5. Соромотина Т. В. Елисеев А. С. Изменение морфо-биологических показателей и урожая початков сахарной кукурузы в зависимости от плотности посадки и ширины междурядий // Кукуруза и сорго. 2013. № 1. С. 10–13.

6. Багринцева В. Н., Шмалько И. А. Продуктивность кукурузы в зависимости от густоты стояния растений // Селекция. Семеноводство. Технология возделывания кукурузы: материалы науч.-практич. конф., посвященной 25-летию ГНУ ВНИИ кукурузы. Пятигорск: «Издательство «Кавказская здравница», 2012. С. 278–285.

7. Никитин С. В. Густота стояния растений кукурузы в зоне неустойчивого увлажнения // Кукуруза и сорго. 2012. №1. С. 25–26.

8. Трубачева Л. В. Формирование урожая зерна гибридами кукурузы на орошаемых вторично-луговых черноземах: автореферат дисс…канд.с.-х. наук. Ставрополь, 1999. 24 с.

9. Системы земледелия Ставрополья: монография / под общ. ред. А. А. Жученко, В. И. Трухачева. Ставрополь: АГРУС, 2011. С. 82–99.

10. Сухоярская Г. Н. Продуктивность гибридов кукурузы разных групп спелости при применении удобрений на черноземе обыкновенном центрального Предкавказья: автореферат дисс…канд. с.-х. наук. Рассвет, 2009. 23 с.

11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.

Plant Density is One of the Main Factors of High Yield of Corn Hybrids

I. A.Shmal'ko, V. N. Bagrintseva
All-Russian Research Institute of Corn Breeding, ul. Ermolova, 14-B, Pyatigorsk, Stavropol'skii krai, 357528, Russian Federation

Abstract. *Experiments were carried out at the All-Russian Research Institute of Corn Breeding in the zone of sufficient moisture of the Stavropol Krai in 2015–2017. The aim of the experiment was to determine the optimal plant density for maize hybrids. The objects of the study were the middle-early hybrid Mashuk 220 MV and the mid-season Mashuk 390 MV. The experiment included the following options: the harvesting density of 60, 70, 80 thousand stems/ha for Mashuk 220 MV; 50, 60, 70 thousand stems/ha for Mashuk 390 MV. The optimum density for the studied maize hybrids was different. The green mass yield of Mashuk 220 MV was the largest with the harvesting density of 80,000 stems/ha on average over 2015–2017. The increase in this variant, compared with the density of 60,000 stem/ha, was 3.43 t/ha (10.6%). Ear harvest in green mass was also the highest with a density of 80,000 stems/ha, with an increase of 0.85 t/ha (7.5%). The mid-season Mashuk 390 MV hybrid provided the largest yield of green mass and ears in the green mass with the density of 60,000 stems/ha; an increase, compared with the density of 50,000 stems/ha, was 3.45 t/ha (9.8 %) and 0.87 t/ha (8.4%), respectively. The highest grain yield of Mashuk 220 MV was obtained with the plant density of 70,000 stems/ha, for Mashuk 390 MV – 60,000 stem/ha. In the zone of sufficient moistening of the Stavropol Krai, when growing Mashuk 220 MV medium-early hybrid for green mass, it is necessary to have 80,000 stems/ha by harvesting; when growing it for grain, the optimum variant is 70,000 stems/ha. For Mashuk 390 MV mid-season hybrid, 60,000 stems/ha is the optimum density, both for green mass and grain.*

Keywords: *corn; hybrid; sowing density; yield.*

Author Details: *I. A. Shmal'ko, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: maize-techno@mail.ru); V. N. Bagrintseva, D. Sc. (Agr.), chief research fellow.*

For citation: *Shmal'ko I. A., Bagrintseva V. N. Plant Density is One of the Main Factors of High Yield of Corn Hybrids. 2019. No. 1. Pp. 21–23 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10106.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10107
УДК 631.452:631.51.021:631.445.2(470.53)

Влияние способов основной обработки на структурно-агрегатный состав дерново-подзолистой почвы в Нечерноземной зоне

И. А. САМОФАЛОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: samofalovairaida@mail.ru)
Пермский государственный аграрно-технологический университет, ул. Петропавловская, 23, Пермь, 614000, Российская Федерация

Исследования с целью определения способа основной обработки, обеспечивающего благоприятное структурно-агрегатное состояние почвы и формирование высоких урожаев, проводили в Пермском крае. Изучали три способа основной обработки: вспашка ПЛН-4-35 на 20...22 см; плоскорезное рыхление КПЭ-3,8 на 16...18 см с последующим дискованием БДТ-3 на 8...10 см; плоскорезное рыхление КПЭ-3,8 на 16...18 см. Обработки проводили осенью и весной. Всего схема опыта включала 6 вариантов в 4-кратной повторности. Почва опытного участка – дерново-подзолистая слабоокультуренная тяжелосуглинистая. Ее исходный структурный состав соответствовал плохому и неудовлетворительному состоянию. Основная обработка способствовала изменению структурно-агрегатного состава почвы. В вариантах с осенним сроком ее проведения отмечено наибольшее содержание ценных структурных агрегатов размером 0,25...10 мм при оптимальном содержании макроагрегатов (<25 %). В целом структурное состояние в вариантах с осенней обработкой почвы характеризовалось как отличное, при весенней – хорошее. Наибольше влияние на содержание водопрочных мезоагрегатов в почве оказывал способ основной обработки, на содержание водопрочных микроагрегатов – время ее проведения. В качестве критерия оценки структурного состояния использовали показатель энтропии и ее изменение от использования способов основной обработки. Энтропию рассчитывали по содержанию структурных агрегатов для всех вариантов опыта. Ее приращение (ΔS) определяли по разнице энтропий: 1 – между исходной почвой и вариантами опыта; 2 – между вариантами обработки и традиционной осенней вспашкой. Все способы основной обработки влияли на структурное состояние почвы в слоях 0...10, 10...20 и 20...30 см. Их проведение весной оказывало меньшее воздействие на структурное состояние в слоях 0...10 и 10...20 см, чем осенняя обработка. По показателям приращения энтропии можно заключить, что скорость изменения структурно-агрегатного состава в вариантах с весенними обработками более низкая, чем при осенней вспашке, несмотря на большее влияние весенних основных обработок в агроэкосистему, чем стандартная осенняя вспашка. Экономически выгодный способ основной обработки при возделывании овса на дерново-подзолистой почве в Нечерноземной зоне – плоскорезная обработка агрегатом КПЭ-3,8 на глубину 16...18 см.

Ключевые слова: *основная обработка, дерново-подзолистая почва, структурно-агрегатный состав, общая информативность, энтропия, глыбистость, макроагрегаты, мезоагрегаты, микроагрегаты.*

Для цитирования: *Самофалова И. А. Влияние способов основной обработки на структурно-агрегатный состав дерново-подзолистой почвы в Нечерноземной зоне // Земледелие. 2019. № 1. С. 24–28. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10107.*

Повышение продуктивности сельскохозяйственных культур невозможно без совершенствования технологий обработки почвы [1, 2, 3], при этом ничего не вносится и не отчуждается, но плодородие почвы меняется. Оказывая воздействие на водно-воздушный и тепловой режим, обработка почвы изменяет интенсивность микробиологических процессов и, как следствие, многие показатели плодородия [4, 5, 6]. Известно, что выбор способов основной обработки почвы необходимо осуществлять с учетом почвенно-климатических условий региона, уровня ресурсного обеспечения сельскохозяйственных предприятий и других факторов [7, 8, 9].

Совершенствование обработки почвы в Европейской части России направленно на сокращение глубины и частоты ее проведения, а также совмещение операций, что совпадает с глобальной направленностью в сторону минимизации [1, 7, 10]. Обработка почвы, будучи одним из основных элементов системы земледелия, при правильном использовании способствует созданию окультуренного пахотного слоя, оптимизирует агрофизические показатели плодородия почвы [11, 12, 13].

Особенности почвообразования многих суглинистых и глинистых почв в сочетании с использованием в земледелии тяжелой сельскохозяйственной техники способствуют формированию в Нечерноземной зоне неблагоприятных агрофизических и водно-физических свойств пахотного слоя [3, 10, 14]. Обработка почвы во влажном состоянии, переуплотняющее воздействие техники приводят к ухудшению структурного состояния почвы и, как следствие, к снижению урожайности культур.

Цель исследования – определить способ основной обработки почвы, обеспечивающий благоприятное структурно-агрегатное состояние и снижение себестоимости продукции при формирование высоких урожаев.

Для ее достижения решали следующие задачи: определить влияние времени проведения и глубины основной обработки дерново-подзолистой почвы на ее структурно-агрегатный состав; определить степень и скорость изменения структурно-агрегатного состава в сравнении с исходным состоянием почвы; выявить способ основной обработки, обеспечивающий благоприятное структурное состояние почвы при высокой экономической эффективности его применения.

Опыт по изучению способов основной обработки почвы заложен в 2009 г. на опытном поле ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ в Пермском районе (Пермский край). Почва опытного участка – дерново-слабоподзолистая тяжелосуглинистая на покровных отложениях. В опыте изучали три способа основной обработки: вспашка ПЛН-4-35 на 20...22 см; плоскорезное рыхление КПЭ-3,8 на 16...18 см с последующим дискованием БДТ-3 на 8...10 см (комбинированное рыхление); плоскорезное рыхление КПЭ-3,8 на 16...18 см. Обработки проводили в два срока – осенью и весной. Всего схема опыта предусматривала 6 вариантов в 4-кратной повторности, расположенных в два яруса. Общая площадь делянки 48 м², учетная –

Для большего урожая немного НАНО

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ

www.betaren.ru

ЩЕЛКОВО
АГРОХИМ

www.betaren.ru

ЩЕЛКОВО
АГРОХИМ

www.betaren.ru

ДЕПОЗИТ, МЭ

40 г/л флудиоксонила + 40 г/л имазалила + 30 г/л металаксила

Специализированный фунгицидный протравитель на СОЕ и других культурах

Микроэмульсия (МЭ) обеспечивает максимально эффективную доставку д. в.
Наночастицы легко проникают внутрь семени и обеспечивают надежную защиту изнутри и снаружи.
Так глубоко не проникал еще никто.

МЭ — номинант международной премии Agrow Awards.

Оцените глубину проникновения...

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ

www.betaren.ru

45 м². Предшественник – ячмень. Основная обработка почвы была проведена согласно схеме опыта. Предпосевная обработка состояла из культивации перед посевом на глубину 10…12 см в день посева. Посев овса сорта Улов проводили сеялкой СН-2,1. Норма высева – 5,5 млн всхожих зерен на 1 га. Учет урожайности проводили косвенным методом по пробному снопу.

Почвенные образцы отбирали перед закладкой опыта и в 2012 г. по схеме опыта с двух несмежных повторностей послойно (буром) через каждые 10 см в слое 0…30 см и определяли: pH_{KCl} – потенциометрически; гидролитическую кислотность – по Каппену; сумму поглощенных оснований – по Каппену-Гильковицу; структурно-агрегатный состав – методом И. И. Саввинова. Математическую обработку результатов осуществляли с использованием программ Microsoft Excel 2007, STATISTICA 6, ALI.

В качестве критерия оценки структурного состояния почвы использовали энтропию и информацию, которые считаются количественными характеристиками вероятностных распределений свойств системы [15]. Минимальные изменения статистической энтропии (независимо от знака) характеризуют устойчивость структурного состояния [16]. Если приращения энтропии меньше нуля, это свидетельствует об очень малой скорости изменения вероятности значений исследуемого признака [15].

Величину статистической энтропии (h) и ее приращение (ΔS) для структурного состава дерново-подзолистой почвы рассчитывали по [15, 16] для всех вариантов опыта. Приращение (ΔS) определяли по разнице энтропий: ΔS1 – между исходной почвой и вариантами опыта; ΔS2 – между вариантами обработки и традиционной осенней вспашкой.

Степень влияния способов основной обработки и времени их проведения на структурно-агрегатный состав дерново-подзолистой почвы определяли с использованием информационно-логического анализа (ИЛА), который широко применяют в почвенных исследованиях [17, 18, 19]. В основе ИЛА лежит представление об измеряемости информации, которая передается изучаемому явлению от факторов, и оценка силы связи между признаками путем сравнения априорной вероятности (всей выборки) с условными вероятностями (каждого из факторов). Степень связи между явлением (в нашем случае – структурно-агрегатный состав) и факторами (способы основной обработки, время проведения обработок) определяют показатели Т – общая информативность, бит, К – коэффициент эффективности каналов передачи связи [17]. Расчеты проводили в программе ALI, разработанной в Алтайском ГАУ (авторы Л. М. Бурлакова, Д.И. Иваничкин).

Для определения степени зависимости содержания структурных макро-, мезо- и микроагрегатов, а также водопрочных мезо- и микроагрегатов от способов основной обработки и времени их использования (осень, весна) проводили их ранжирование с последующим построением таблиц абсолютной встречаемости сочетаний различного содержания агрегатов со способами обработки и временем их проведения. Затем рассчитывали матрицу оценок вероятности сочетаний разных состояний.

Экономическую эффективность возделывания овса вычисляли по технологическим картам, составленным по вариантам основных обработок, проводимых в осенний период.

Исходное содержание гумуса в почве опытного участка было низким, что характерно для почв подзолистого типа (табл. 1). Реакция среды слабокислая, гидролитическая кислотность невысокая, в связи с чем почвы насыщены основаниями.

1. Исходные физико-химические свойства почвы в слое 0…30 см

Глубина, см	Гумус, %	$pH_{вод}$	pH_{KCl}	S	Hг	ЕКО	V, %
				ммоль/100 г почвы			
0…10	1,47	6,15	5,16	25,58	0,98	26,55	96
10…20	1,28	6,05	5,11	24,79	1,22	26,00	95
20…30	0,99	5, 96	4,80	26,77	1,04	27,81	96

По содержанию агрономически ценных агрегатов исходное структурное состояние почвы в слое 0…10 см неудовлетворительное, 10…20 и 20…30 см – удовлетворительное (табл. 2).

2. Исходное структурное состояние почвы опытного участка

Глубина см	Размер агрегатов, мм										К
	>10	7…10	5…7	3…5	2…3	1…2	0,5…1	0,25 …0,5	<0,25	0,25…10	
	содержание в почве, %										
0…10	59,0	7,4	6,4	8,4*	6,1	7,2	1,0	1,1	3,4	37,6	0,6
				0,3	0,1	1,1	3,8	13,5	81,2	18,8	
10…20	42,7	18,5	10,7	10,0	5,6	7,4	3,3	1,1	0,7	56,6	1,3
				-	0,8	5,8	6,8	19,8	66,8	33,2	
20…30	67,8	10,5	7,7	8,5	3,8	3,5	0,5	0,3	0,9	31,3	0,4
				-	1,2	14,0	11,8	26,8	53,8	46,2	

**в числителе – содержание структурных агрегатов, в знаменателе – содержание водопрочных агрегатов; К – коэффициент структурности.*

Пахотный слой отличался повышенной глыбистостью – доля агрегатов более 10 мм превышала 25 %, что

3. Влияние способов основной обработки на агрегатный состав почвы

Обработка	Слой, см	Структурные агрегаты, мм			Водопрочные агрегаты, мм		К*	А
		>10	0,25…10	<0,25	>0,25	<0,25		
Осенние обработки								
Вспашка	0…10	10,4	72,8	16,8	54,2	45,8	2,68	2150
ПЛН-4,35	10…20	9,3	73,1	17,6	74,0	26,0	2,72	1935
	20…30	12,2	70,7	17,1	77,0	23,0	2,41	1691
КПЭ-3,8 +	0…10	21,8	81,4	13,2	54,5	45,5	1,85	1306
БДТ-3	10…20	11,4	81,4	7,2	49,5	50,5	4,39	1585
	20…30	6,6	78,9	14,6	43,0	57,0	3,72	1553
КПЭ-3,8	0…10	19,2	73,3	7,6	45,7	54,4	2,74	1631
	10…20	16,8	75,2	8,1	46,1	54,0	3,03	2439
	20…30	34,7	58,7	6,6	49,4	50,6	1,42	3664
Весенние обработки								
Вспашка	0…10	39,0	56,1	4,9	82,5	17,6	1,28	1032
ПЛН-4,35	10…20	28,5	64,1	7,4	90,9	9,1	1,79	1132
	20…30	13,4	78,9	7,6	89,3	10,7	3,76	859
КПЭ-3,8 +	0…10	53,1	44,8	2,2	73,9	26,1	0,81	1150
БДТ-3	10…20	58,0	41,4	0,6	63,8	36,2	0,71	2754
	20…30	58,3	40,9	0,8	62,4	37,6	0,69	1852
КПЭ-3,8	0…10	44,4	54,7	0,9	79,0	21,0	1,21	1236
	10…20	38,3	57,5	4,2	51,1	48,9	1,35	577
	20…30	29,8	65,3	4,9	47,0	53,0	1,88	438

** К – коэффициент структурности (отношение суммы агрегатов размером от 0,25 до 10 мм к сумме агрегатов <0,25 и >10 мм, полученных при «сухом» просеивании); А – критерий водопрочности (отношение агрегатов от 1 до 0,25 мм, полученных при сухом просеивании к отношению водопрочных агрегатов от 1 до 0,25 мм).*

характеризует почву как бесструктурную. Коэффициент структурности в слое 0...10 и 20...30 см составлял 0,6 и 0,4 соответственно, а в слое 10...20 см – более 1. Содержание структурных микроагрегатов очень низкое. По количеству водопрочных агрегатов структурное состояние – плохое и неудовлетворительное. В целом почва опытного участка характеризовалась как слабоокультуренная.

Время проведения основной обработки оказывает влияние на соотношение макро-, мезо- и микроагрегатов в структурном составе почв. Наименьшая доля глыбистых структурных агрегатов (>10 мм), по сравнению с исходным составом, отмечена в варианте с осенней вспашкой: в слое 0...10 см – 10,4 %, 10...20 см – 9,3 %, 20...30 см – 12,2 % (табл. 3). Осеннее рыхление (комбинированное и плоскорезное) также способствовало снижению количества макроагрегатов до оптимального. При весенней комбинированной и плоскорезной обработке наблюдали самое высокое содержание глыбистых агрегатов размером более 10 мм. Очевидно, это связано с тем, что после весенних паводков почва участка «заплывает» и проведение безотвальной обработки в весеннее время не способствует улучшению структуры почвы.

Содержание ценных структурных агрегатов размером 0,25...10 мм было наибольшим в вариантах с осенними обработками, как в сравнении с исходным структурным составом почвы, так и с аналогичными способами обработки, проведенными в весенний период.

Особенно различалась почва после осенних и весенних обработок по содержанию структурных микроагрегатов размером <0,25 мм более чем в 2 раза при сухом просеивании. Несмотря на это, сохранялась общая тенденция изменения их количества в зависимости от способа обработки: по вспашке микроагрегатов оставалось больше, чем в других вариантах.

Независимо от времени проведения основных обработок отмечали повышение содержания водопрочных агрегатов, в сравнении с исходным структурным составом. По вспашке, как осенней, так и весенней, водопрочных мезоагрегатов было больше, чем при комбинированном и плоскорезном рыхлении. По количеству водопрочных микроагрегатов наблюдали обратную тенденцию: при плоскорезной и комбинированной обработке их содержание было выше, чем по вспашке.

В целом структурное состояние в вариантах с осенней обработкой почвы по доле мезоагрегатов при сухом просеивании характеризовалось как отличное, водоустойчивость структуры по содержанию водопрочных агрегатов – как хорошая. В вариантах с весенней обработкой состояние почвенной структуры оценивалось как хорошее по содержанию структурных агрегатов, при этом ее водоустойчивость была избыточно высокой.

Информационно-логический анализ позволил выявить степень влияния способа основной обработки почвы и время его проведения на структурно-агрегатный состав дерново-подзолистой почвы.

Так, при проведении основной обработки осенью наиболее специфичным агрегатным состоянием почвы было содержание макроагрегатов менее 20 %, мезоагрегатов – более 70 % и микроагрегатов – более 10 %. Весенняя основная обработка приводит к изменению соотношения агрегатов. Наиболее специфичное агрегатное состояние при этом характеризовало следующее соотношение: макроагрегатов – более 30 %, мезоагрегатов – менее 50 %, микроагрегатов – менее 5 %.

Общая информативность (Т) о структурно-агрегатном составе для всех групп агрегатов больше зависит от времени проведения основной обработки, чем от способа основной обработки (табл. 4). Время проведения основной обработки на дерново-подзолистой почве в первую очередь влияет на содержание микро- (Т=0,69) и мезоагрегатов (Т=0,53) при высоком коэффициенте эффективности передачи информации. Способ основной обработки в первую очередь воздействует на содержание агрономически ценных мезоагрегатов, а во вторую – на количество микроагрегатов.

Результаты информационно-логического анализа свидетельствуют, что на содержание макроагрегатов (глыбистая часть структуры) и микроагрегатов в почве оказывает время проведения обработки, на количество мезоагрегатов – оба изучаемых фактора. На содержание водопрочных мезоагрегатов больше влияет способ основной обработки (К=0,28), чем время его проведения (К=0,18), причем общая информативность (Т) выше от способа основной обработки (табл. 5). По содержанию водопрочных микроагрегатов отмечена высокая общая информативность, как от способа обработки, так и от времени его проведения. Однако эффективность передачи информации (К) выше от времени проведения обработок.

4. Результаты информационно-логического анализа по содержанию структурных агрегатов

Структурные агрегаты	Способ основной обработки				Время проведения обработки			
	Н(А)*	Н(В)	Т	К	Н(А)	Н(В)	Т	К
Макроагрегаты (> 10 мм)	1,48	1,58	0,09	0,06	1,48	1,00	0,37	0,37
Мезоагрегаты (10...0,25 мм)	1,46	1,58	0,51	0,32	1,46	1,00	0,53	0,53
Микроагрегаты (< 0,25 мм)	1,57	1,58	0,27	0,17	1,57	1,00	0,69	0,69

**Н(А) – неопределенность изучаемого явления (бит); Н(В) – неопределенность фактора (бит); Т – количество информации, поступающей от фактора В к явлению А (бит) или общая информативность; К – коэффициент эффективности передачи информации от фактора В к явлению А.*

5. Результаты информационно-логического анализа по содержанию водопрочных агрегатов

Водопрочные агрегаты	Способ основной обработки				Время проведения обработки			
	Н(А)*	Н(В)	Т	К	Н(А)	Н(В)	Т	К
Мезоагрегаты (> 0,25 мм)	1,57	1,58	0,45	0,28	1,57	1,00	0,18	0,18
Микроагрегаты (< 0,25 мм)	1,77	1,58	0,58	0,36	1,81	0,99	0,50	0,51

**Н(А) – неопределенность изучаемого явления (бит); Н(В) – неопределенность фактора (бит); Т – количество информации, поступающей от фактора В к явлению А (бит) или общая информативность; К – коэффициент эффективности передачи информации от фактора В к явлению А.*

Таким образом, степень влияния факторов (способ основной обработки, время ее проведения) по-разному отражается на содержании структурных и водопрочных агрегатов почвы.

Приращение энтропии ΔS1 (между исходной почвой и вариантами опыта) было положительным для всех способов обработки почвы (табл. 6), за исключением весеннего комбинированного рыхления (ΔS= -0,27). На основании этого можно заключить, что во всех вариантах обработка воздействовала на структурное состояние почвы в слоях 0...10, 10...20 и 20...30 см. При этом, несмотря на разноглубинность обработок и разницу по времени их проведения, в слое 20...30 см отмечали наибольшее изменение структурного состояния почвы из-за снижения содержания

6. Приращение энтропии (Δ*S*) от влияния основных обработок на структурное состояние почвы

Слой почвы, см	Способ обработки	ΔS1 (к исходной почве)		ΔS2 (к варианту с осенней вспашкой)	
		осень	весна	осень	весна
0…10	Вспашка ПЛН-4,35	+0,68	+0,44	–	-0,24
	КПЭ-3,8 + БДТ-3	+0,64	+0,15	-0,04	-0,53
	КПЭ-3,8	+0,69	+0,02	-0,01	-0,67
10…20	Вспашка ПЛН-4,35	+0,44	+0,34	–	-0,10
	КПЭ-3,8 + БДТ-3	+0,54	-0,27	+0,10	-0,71
	КПЭ-3,8	+0,44	+0,17	0,0	-0,27
20…30	Вспашка ПЛН-4,35	+0,93	+0,90	–	-0,03
	КПЭ-3,8 + БДТ-3	+0,91	+0,16	-0,02	-0,76
	КПЭ-3,8	+0,73	+0,78	-0,20	-0,15

макроагрегатов (глыбистой части) до оптимального уровня (22…28 %). Весенняя обработка оказывала меньше влияние на структурное состояние почвы в слоях 0…10 и 10…20 см, чем осенняя. Только весенняя комбинированная обработка незначительно воздействовала на структурное состояние почвы, по сравнению с исходным, в пределах всего пахотного горизонта: приращение энтропии (ΔS) в слое 0…10 см составило +0,15; 10…20 см – +0,17; 20…30 см – +0,16.

7. Экономическая эффективность осенних способов основной обработки почвы при выращивании овса

Основная обработка почвы	Урожайность, ц/га	Себестоимость, руб./ц	Сумма затрат, руб./га	Чистый доход руб./га
Отвальная (ПЛН-4,35 на 20…22 см)	20,8	221,0	4591,0	7889,0
Комбинированная (КПЭ-3,8 на 16…18 см + БДТ-3)	30,0	162,0	4851,0	13149,0
Безотвальная (КПЭ-3,8 на 16…18 см)	33,8	134,0	4521,0	15759,0

Сравнивая альтернативные способы обработки с традиционной осенней вспашкой по приращению энтропии, можно заключить, что при проведении осенью они слабо влияют на изменение содержания агрегатов в почве в слое 0…30 см, так как ΔS2 близка к нулю. Это означает, что альтернативные безотвальные осенние плоскорезная и комбинированная обработки не ухудшают структурного состояния почвы, в сравнении с традиционной вспашкой. Скорость изменения содержания агрегатов в вариантах с весенними обработками, по сравнению с осенней вспашкой, ниже, поскольку показатели приращения ΔS2 наибольшие по модулю. При весенней комбинированной обработке отмечали максимальное в опыте приращение ΔS2, то есть этот способ оказывал большее воздействие на экосистему, чем осенняя вспашка.

Исходя из проведенных расчетов, дерново-подзолистая тяжелосуглинистая почва более склонна к изменению структурно-агрегатного состава (по сравнению с исходным) в вариантах с осенними обработками. Отсутствие положительных приращений энтропии при альтернативных способах обработках, по сравнению со вспашкой, указывает на возможность замены традиционного способа на плоскорезную обработку.

Результаты анализа технологической карты возделывания овса по осенней вспашке свидетельствуют, что в совокупности 61,4 % всех прямых затрат приходится на использование семян, нефтепродуктов и амортизацию. При этом себестоимость 1 кг зерна равна 2,21 руб. (табл. 7) Расчетная цена для продажи 1 кг зерна культуры при возделывании по осенней вспашке составила 5,77 руб.

Самая низкая себестоимость продукции (134 руб./ц) при возделывании овса по осенней обработке отмечена в варианте с плоскорезным рыхлением КПЭ-3,8 на глубину 16…18 см, урожайность в котором составила 33,8 т/га и была самой высокой из всех вариантов. Затраты на производство продукции при осенней плоскорезной обработке снижались, по сравнению с традиционной вспашкой, на 87 руб./ц, при комбинированной – на 59 руб./ц. Одновременно чистый доход увеличивался соответственно на 99 и 67 %.

Изучаемые способы основной обработки влияли на структурное состояние почвы в слоях 0…10, 10…20, 20…30 см. Структурно-агрегатное состояние дерново-подзолистой почвы после основной обработки менялось с плохого и неудовлетворительного на хорошее и отличное.

Содержание структурных микро-, мезо- и макроагрегатов (в соответствии с убыванием степени влияния фактора) в дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве в первую очередь зависит от времени проведения основной обработки. На содержание водопрочных агрегатов степень проявления факторов проведения основной обработки отражалась по-разному: способ основной обработки оказывал наибольшее влияние на количество водопрочных мезоагрегатов, время ее проведения – на содержание водопрочных микроагрегатов.

Весенняя основная обработка почвы меньше влияет на ее структурное состояние, чем осенняя, поскольку скорость изменения структурно-агрегатного состава при весенней обработке, несмотря на большее воздействие на агроэкосистему, ниже, чем в варианте с осенней вспашкой.

Снижение глыбистости и повышение содержания агрономически ценных структурных и водопрочных агрегатов при осеннем плоскорезном и осеннем комбинированном рыхлении дерново-подзолистой почвы способствовало повышению урожайности овса.

Экономически наиболее выгодный способ основной обработки дерново-подзолистой почвы при возделывании овса в Нечерноземной зоне среди рассмотренных – плоскорезная обработка агрегатом КПЭ-3,8 на глубину 16…18 см.

Литература.

1. Байбеков Р. Ф. Природоподобные технологии основа стабильного развития земледелия // Земледелие. 2018. № 2. С. 3–6.

2. Кирюшин В. И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. 2018. № 3. С. 3–8.

3. Влияние разных систем обработки и удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы / М. А. Мазиров, Н. С. Матюк, В. Д. Полин и др. // Земледелие. 2018. № 2. С. 33–36.

4. Косолапова А. И., Фомин Д. С. Роль обработки почвы в формировании устойчивого функционирования ландшафтов Предуралья // Аграрный вестник Урала. 2009. № 4. С. 51–54.

5. Влияние приемов основной обработки в южно-таежной подзоне на гумусное состояние дерново-подзолистой почвы / И. А. Самофалова, Н. А. Каменских, Р. Кизилкая и др. // Пермский аграрный вестник. 2015. № 9 (14). С. 55–64.

6. Samofalova I. A., Kamenskih N. Y., Alikina A. N. Effect of the Main Treatment Methods on the Qualitative Composition of Humus Sod-Podzolic Soils in the Perm Region // Soil-Water Journal. 2013. Vol. 2. No. 2 (1). Pp. 951–958.

7. Кирюшин В. И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия // Земледелие 2006. № 5. С. 12–14.

8. Вислобокова Л. Н., Скорочкин Ю. П., Воронцов В. А. Способы регулирования плодородия почв в Тамбовской области // Ресурсный потенциал почв – основа продовольственной и экологической безопасности России: материалы международной научной конференции. СПб.: Издательский дом Санкт-Петербургского государственного университета, 2011. С. 325–328.

9. Косолапова А. И., Ямалтдинова В. Р., Васбиева М. Т. Изменение показателей плодородия дерново-мелкоподзолистой почвы в зависимости от ее ландшафтных условий и обработки // Аграрная наука. 2013. № 9. С. 10–12.

10. Косолапова А. И., Ямалтдинова В. Р. Влияние ландшафтных условий и обработки почвы на агрофизические и агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы // Теоретические и технологические основы воспроизводства плодородия почв и урожайность сельскохозяйственных культур: материалы международной научно-практической конференции. М.: Издательство РГАУ МСХА, 2012. С. 431–436.

11. Рзаева В. В., Еремин Д. И. Изменение агрофизических свойств чернозема выщелоченного при длительном использовании различных систем основной обработки и минеральных удобрений в Северном Зауралье // Вестник Красноярского ГАУ. 2010. №. 6. С. 36–42.

12. Сорокина М. В. Структурно-агрегатный состав и водопрочность почвы в зависимости от интенсивности обработки // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. № 1 (17). С. 20–22.

13. Рамазанов Р. Л., Хазиев Ф. Х., Ганиев Х. И. Влияние приемов обработки на агрофизические свойства серой лесной почвы (Башкирия) // Почвоведение. 2001. № 3. С. 338–347.

14. Цыбулька Н. Н., Тищук Л. А., Юхновец А. В. Влияние основной обработки на агрофизические свойства эродированных дерново-подзолистых почв и урожайность сельскохозяйственных культур // Почвоведение. 2002. № 12. С. 1488–1494.

15. Пономарев Д. Г., Микаилов Ф. Д. Расчет функциональной зависимости, являющейся показателем воздействия мелиорации на микроагрегатный состав почв // Докл. АН АзССР. 1983. Т. 39. № 7. С. 64–68.

16. Михеева И. В. Изменение вероятностных распределений фракций гранулометрического состава каштановых почв Кулундинской степи под воздействием природных и антропогенных факторов // Почвоведение. 2010. № 12. С. 1456–1467.

17. Сорочкин В. М. О применении информационно-логического метода в почвенных исследованиях // Почвоведение. 1977. № 9. С. 131–142.

18. Грибов С. И. Оценка влияния факторов дифференциации на формирование структур почвенного покрова черноземных зон алтайских равнин и предгорных областей Алтая и зоны горно-лесных серых почв // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 12 (98). С. 50–53.

19. Самофалова И. А. Почвенное разнообразие тундровых и гольцовых ландшафтов в заповеднике «Басеги» // Географический вестник. 2018. № 1. С. 16–28.

Influence of Tillage Methods on Structural and Aggregate Composition of Sod-Podzolic Soil in the Non-Chernozem Zone

I. A. Samofalova

Perm State Agrotechnological University, ul. Petropavlovskaya, 23, Perm', 614000, Russian Federation

Abstract. *The investigations were carried out in the Perm Krai to determine the tillage method, providing a favourable structural and aggregate state of the soil and the formation of high yields. We studied three tillage methods: ploughing by PLN-4-35 at 20–22 cm; subsurface loosening by KPE-3.8 at 16–18 cm, followed by disking by BDT-3 at 8–10 cm; subsurface loosening by KPE-3.8 at 16–18 cm. Treatments were carried out in autumn and spring. In total, the experiment design included 6 variants in 4-fold replication. The soil of the experimental plot was sod-podzolic, slightly cultured, heavy loamy. Its initial structural composition corresponded to a poor and unsatisfactory state. The tillage contributed to the change in the structural and aggregate composition of the soil. In the variants with the autumn tillage, the highest content of valuable structural aggregates with a size of 0.25–10.00 mm was noted with an optimal content of macro-aggregates (less than 25%). In general, the structural condition in the variants with autumn tillage was characterized as excellent, and in spring it was good. The tillage method influenced in the greatest degree the content of water-resistant meso-aggregates in the soil; the time of tillage influenced the content of water-resistant micro-aggregates. As a criterion for assessing the structural state, we used the entropy index and its change from the use of tillage methods. Entropy was calculated by the content of structural aggregates for all variants of the experiment. Its increment was determined by the difference of entropies: 1 – between the initial soil and the variants of the experiment; 2 – between processing options and traditional autumn ploughing. All tillage methods influenced the structural state of the soil in the layers of 0–10 cm, 10–20 cm and 20–30 cm. Spring tillage had a smaller impact on the structural state in the layers of 0–10 cm and 10–20 cm, than autumn processing. In terms of the entropy increment, it can be concluded that the rate of change of the structural and aggregate composition in the variants with spring treatments was lower than during autumn ploughing, despite the greater influence of spring tillage than standard autumn ploughing. An economically advantageous method of tillage in the cultivation of oat on sod-podzolic soil in the Non-Chernozem zone is the subsurface loosening by KPE-3.8 at 16–18 cm.*

Keywords: *tillage; sod-podzolic soil; structural and aggregate composition; general informational content; entropy; lumpiness; macro-aggregates; meso-aggregates; micro-aggregates.*

Author Details: *I. A. Samofalova, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: samofalovairaida@mail.ru).*

For citation: *Samofalova I. A. Influence of Tillage Methods on Structural and Aggregate Composition of Sod-Podzolic Soil in the Non-Chernozem Zone. Zemledelije. 2019. No. 1. Pp. 24–28 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10107.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10108
УДК 631.5:633.854.78(571.1)

Усовершенствование технологии возделывания подсолнечника в южной лесостепи Западной Сибири

А. Н. ПУЗИКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, зам. директора (e-mail: sib-nauka2014@yandex.ru)
Ю. Н. СУВОРОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник
Сибирская опытная станция – филиал Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В. С. Пустовойта», ул. Строителей, 2, Исилькуль, Омская обл., 646025, Российская Федерация

В статье приведены результаты изучения влияния основной обработки почвы и ухода за посевами на продуктивность подсолнечника на примере ультраскороспелого сорта Иртыш. Исследования проводили в 2015–2017 гг. на полях зернопарового севооборота Сибирской опытной станции – филиала Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В. С. Пустовойта» (Омская область). В опыте изучали два фона – зяблевая обработка почвы на глубину 25...27 см и без обработки (стерневой фон). Также оценивали четыре варианта ухода за посевами: «механизированный» – боронование посевов и 3 междурядных культивации; «комплексный № 1» – гербицид по вегетации Гурон (0,5...1,0 л/га) и 1 междурядная культивация; «комплексный № 2» – почвенный гербицид Трефлан, 25 % кэ (4...6 л/га) и 2 междурядных культивации; «химический» – почвенный гербицид Трефлан и гербицид по вегетации Гурон. Опыт закладывали методом систематического размещения делянок. Повторность – четырехкратная. Площадь делянки – 504 м², учетная – 431,2 м². Глубокая зяблевая обработка почвы позволяла сформировать существенную прибавку урожая семян и сбора масла подсолнечника, в сравнении с вариантом без обработки. В среднем за годы исследований урожайность семян на фоне основной обработки составила 2,85 т/га, без обработки – 2,37 т/га (при-

бавка 0,48 т/га, или 16,84 %), сбор масла – 1398,1 кг/га и 1171,1 кг/га (прибавка 227 кг, или 16,24 %) соответственно. Наибольшую продуктивность отмечали в варианте ухода «комплексный №2» на фоне глубокой зяблевой обработки (урожайность семян 3,01 т/га, сбор масла 1469,3 кг/га), самую низкую – при механизированном уходе без основной обработки (урожайность семян 2,26 т/га, сбор масла 1136,3 кг/га).

Ключевые слова: *подсолнечник (Helianthus annuus L.), основная обработка почвы, стерневой фон, механизированный уход за посевами, комплексный уход, химический уход, урожайность семян, сбор масла.*

Для цитирования: *Пузиков А. Н., Суворова Ю. Н. Усовершенствование технологии возделывания подсолнечника в южной лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2019. № 1. С. 29–31. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10108.*

Подсолнечник (*Helianthus annuus* L.) – одна из высокодоходных полевых культур, возделываемых в России. Востребованность его семян на мировом и отечественном рынках – сильнейший стимул увеличения объемов производства и повышения качества продукции. Мировая площадь посевов этой культуры составляет 22…23 млн га, в том числе в Российской Федерации – около 7 млн га при валовом сборе семян более 9 млн т [1]. В Сибирском федеральном округе площадь посевов подсолнечника превышает 700 тыс. га, из них 85…90 % сосредоточены в Алтайском крае, остальные – в Омской и Новосибирской областях.

Важнейшее направление наращивания производства семян культуры в Западно-Сибирском регионе – совершенствование технологии возделывания, освоение новых высокопродуктивных и экономически эффективных элементов, обеспечивающих более полное использование потенциала продуктивности подсолнечника в почвенно-климатических условиях региона. Сегодня необходима такая технология возделывания, которая обеспечит формирование стабильной и экономически целесообразной урожайности семян.

Традиционная технология предусматривает большое количество механических обработок почвы, особенно в весенний период и при уходе за посевами, что требует значительных трудовых и энергетических затрат. С увеличением мощности и массы сельскохозяйственных машин и орудий все в большей степени проявляются отрицательные стороны механической обработки почвы, возрастают противоречия между необходимостью проведения ряда агротехнических операций и их негативным воздействием на плодородие вследствие усиления эрозионных процессов, разрушения структуры и увеличения плотности сложения корнеобитаемого слоя почвы [2].

Путем повышения культуры земледелия, оснащения хозяйств новой современной техникой, увеличения применения минеральных удобрений и гербицидов можно полностью исключить или частично сократить количество механических обработок [2, 3]. При этом экономятся дорогостоящие энергоносители. В связи с изложенным становятся актуальными исследования по минимализации обработки почвы при возделывании подсолнечника с использованием для борьбы с сорняками гербицидов [4, 5].

Цель исследований – изучить влияния основной обработки почвы на продуктивность подсолнечника и выявить наиболее оптимальные варианты ухода за посевами в южной лесостепи Западной Сибири.

Эксперименты проводили в 2015–2017 гг. в зернопаровом севообороте Сибирской опытной станции ВНИИМК (Омская область, южная лесостепная зона Западной Сибири).

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный, средняя мощность гумусового горизонта – 43 см. Механический состав почвы в верхней части профиля тяжелосуглинистый, внизу по профилю переходит в среднесуглинистый. Средняя глубина вскипания от соляной кислоты 47 см. Скопления карбонатов отмечаются с глубины 110 см. Средневзвешенное содержание гумуса по итогам агрохимического обследования – 4,89 % (по Тюрину в модификации ЦИНАО). Сумма обменных катионов довольно высокая – 39,6 мг-экв. Реакция почвенного раствора в горизонте 0…24 см близка к нейтральной – 6,75 ед. pH, а с глубиной подщелачивается до 8,45 ед. pH, что обусловлено наличием в нижних горизонтах карбонатов. Обеспеченность подвижными формами фосфора (20 мг/100г почвы) – высокая, калия (34 мг/100г почвы) – очень высокая (по Чирикову) [6]. По агрофизическим и агрохимическим свойствам почва благоприятна для возделывания подсолнечника.

Вегетационный сезон 2015 г. оказался влажным (ГТК=1,32), 2016 г. (ГТК=0,94) и 2017 г. (ГТК=1,07) – близкими к норме. Среднемноголетний ГТК за период с мая по сентябрь составлял 0,95.

Объект исследований – ультраскороспелый (от всходов до физиологического созревания – 83…95 сут, до хозяйственной спелости – 99…113 сут) сорт Иртыш масличного типа селекции Сибирской опытной станции ВНИИМК. Сорт широко востребован в производстве, хорошо адаптирован к природным условиям Западной Сибири, успешно вызревает без десикации [7].

В опыте изучали два фона (фактор А) – зяблевая обработка почвы на глубину 25…27 см и без обработки (стерневой фон). Также оценивали четыре варианта ухода за посевами (фактор В): «механизированный» – боронование и 3 междурядных культивации; «комплексный № 1» – гербицид по вегетации Гурон (0,5…1,0 л/га) и 1 междурядная культивация; «комплексный № 2» – почвенный гербицид Трефлан, 25 % кэ (4…6 л/га) и 2 междурядных культивации; «химический» – почвенный гербицид Трефлан и гербицид по вегетации Гурон.

Опыт закладывали методом систематического размещения делянок. Повторность – четырехкратная. Общая площадь делянки – 504 м^2, учетная – 431,2 м^2. Предшественник – яровая пшеница. Осеннюю обработку почвы на глубину 25…27 см осуществляли глубокорыхлителем навесным РН-4. Весной проводили закрытие влаги в 2 следа зубовыми боронами БЗТС-1, предпосевную культивацию на глубину 6…8 см культиватором 2КПЭМ-3,8 (на поле без основной обработки – в 2 следа), прикатывание до и после посева катками ЗККШ-6А. Посев осуществляли во второй декаде мая при устойчивом прогревании верхнего слоя почвы до 10…12 °С пневматической сеялкой УПС-8 нормой высева 50 тыс. семян /га, ширина междурядий – 70 см. За десять дней до посева семена обрабатывали препаратами Круйзер (8…10 л/т) (против проволочника) и Альбит (0,35 л/т) (биостимулятор). Междурядную обработку посевов подсолнечника выполняли пропашным культиватором КРН-5,6А: первую – на глубину 6…8 см, последующие – на 8…10 см.

Уборку осуществляли при достижении семенами хозяйственной спелости и влажности 12…14 %. Урожайные данные приведены к 100 %-ной чистоте и 10 %-ной влажности семян.

Масличность семян определяли методом ядерного магнитного резонанса на экспресс-анализаторе АМВ-1006 М.

Математическую обработку экспериментальных данных осуществляли методом двухфакторного дисперсионного анализа в изложении Б. А. Доспехова [8].

Установлено, что осенняя глубокая (25…27 см) чизельная обработка почвы обеспечивает существенную прибавку урожайности семян, в сравнении с посевом без обработки. Какие бы в последующем не осуществляли мероприятия по уходу за посевами, влияние основной обработки почвы на продуктивность сохранялась. Урожайность семян на фоне глубокой обработки почвы независимо от вариантов ухода за посевами составила в среднем 2,85 т/га, без обработки – 2,37 т/га,

1. Влияние основной обработки почвы и вариантов ухода за посевами на урожайность семян подсолнечника сорта Иртыш, т/га

Уход за посевами (фактор В)	Год	Основная обработка почвы (фактор А)		Среднее по фактору В ($НСР_{05}$=0,18)
		глубокая обработка	без обработки	
Механизированный (контроль)	2015	2,86	2,33	2,60
	2016	2,81	2,05	2,43
	2017	2,69	2,40	2,54
	среднее	2,79	2,26	2,52
Комплексный №1	2015	3,01	2,40	2,70
	2016	2,68	2,44	2,56
	2017	2,57	2,46	2,52
	среднее	2,75	2,43	2,59
Комплексный №2	2015	3,39	2,33	2,86
	2016	2,93	2,54	2,73
	2017	2,72	2,43	2,58
	среднее	3,01	2,43	2,72
Химический	2015	3,45	2,50	2,98
	2016	2,79	2,50	2,64
	2017	2,29	2,07	2,18
	среднее	2,84	2,36	2,60
Среднее по фактору А ($НСР_{05}$=0,17)	2015	3,18	2,39	
	2016	2,80	2,38	
	2017	2,57	2,34	
	среднее	2,85	2,37	

$НСР_{05}$=0,19 т/га для сравнения частных средних.

разница была равна 0,48 т/га, или 16,84 % (табл. 1).

На фоне основной обработкой почвы наблюдали более интенсивные рост и развитие растений, при этом продолжительность периода до физиологического созревания сорта Иртыш в среднем за три года в этом варианте составил 92 сут, на стерневом фоне – 89 сут.

Семена подсолнечника были более крупными на фоне основной обработки почвы. Масса 1000 семянок в среднем составила 61,8 г, что на 8,7 %, больше, чем на стерневом фоне. Масса семянок с одной корзинки также оказалась больше при проведении основной обработки почвы (65,6 г), превысив на 17,7 % величину этого показателя на стерневом фоне.

Средняя высота растения мало зависела от основной обработкой почвы и находилась на уровне 122,8...123,2 см соответственно. На величину этого показателя некоторое влияние оказали варианты ухода за посевами, в которых использовали гербицид Гурон (0,5...1,0 л/га). Так, в варианте «химический» высота растений в среднем за три года составила 120,5 см, что на 5,3 см меньше, чем в «механизированном».

Средний диаметр корзинки на фоне основной обработкой почвы был равен 18,9 см, что на 2,8 см больше, чем на стерневом. Варианты ухода за посевами не оказывали существенного влияния на величину этого показателя.

Масличность семян подсолнечника зависит от генотипа сортообразца, условий внешней среды (погода, уровень азотного питания, густота стояния растений и др.) [9]. В 2017 г. она была значительно выше, чем в предыдущие годы испытаний, и составила 57,8...59,0 %. Минимальная в опыте величина этого показателя отмечена в варианте химического ухода в 2015 г – 49,4...51,3 %. Разница между масличностью по фонам и вариантам ухода была незначительной. В среднем за три года исследований на стерневом фоне зафиксировано небольшое (0,6 %) превышение величины этого показателя, по сравнению с вариантом с глубокой обработкой (табл. 2).

В наших опытах сбор масла колебался от 1022 кг/га (без основной обработки почвы при механизированном уходе) до 1553 кг/га (глубокая зяблевая обработкая почвы с применением почвенного гербицида и междурядных культиваций). После глубокой зяблевой обработки почвы в среднем за три года исследований сбор масла составил 1398,1 кг/га, на стерневом фоне он был на 16,24 % меньше (табл. 3).

Наибольшая продуктивность посевов подсолнечника отмечена в варианте ухода за посевами «комплексный №2» после глубокой зяблевой обработки почвы (урожайность 3,01 т/га, сбор масла 1469,3 кг/га), наименьшая (урожайность 2,26 т/га и сбор масла 1136,3 кг/га) – при механизированном уходе на стерневом фоне.

Уровень рентабельности выращивания подсолнечника на семена варьировал после основной обработки почвы от 154,6 до 218,4 %, на стерневом фоне – от 150,4 до 228,5 %. Наибольшая величина этого показателя отмечена в варианте «механизированный» уход, наименьшая – «химический». Такая значительная рентабельность объясняется высокой стоимостью произведенной продукции (20 тыс. руб./т), подбором хорошо адаптированного к конкретным почвенно-климатическим условия сорта, своевременным проведением всех агроприемов.

Самая высокая прибыль отмечена в варианте «комплексный №2» после глубокой зяблевой обработки почвы – 38557 руб./га, наименьшая – в варианте «химический» на стерневом фоне – 28348 руб./га.

Производственные затраты на 1 га варьировали от 13760 до 22310 руб. После глубокой зяблевой обработки они составляли от 17526 руб./га в варианте «механизированный» уход до 22310 руб./га в варианте «химический», на стерневом фоне – от 13760 руб./га до 18852 руб./га соответственно. Самые высокие производственные затраты отмечены в вариантах, в которых больше всего применяли средства химизации.

2. Масличность семян подсолнечника сорта Иртыш в зависимости от обработки почвы и средств химизации, %

Уход за посевами (фактор В)	Год	Основная обработка почвы (фактор А)		Среднее по фактору В ($НСР_{05}$=0,94)
		глубокая обработка	без обработки	
Механизированный –контроль	2015 г.	52,6	53,2	52,9
	2016 г.	55,0	55,6	55,3
	2017 г.	58,6	58,8	58,7
	среднее	55,4	55,9	55.6
Комплексный №1	2015 г.	51,9	52,7	52,3
	2016 г.	55,1	54,7	54,9
	2017 г.	58,2	58,2	58,2
	среднее	55,1	55,2	55.1
Комплексный №2	2015 г.	50,9	52,4	51,6
	2016 г.	54,6	55,1	54,8
	2017 г.	57,8	59,0	58,4
	среднее	54,4	55,5	54.9
Химический	2015 г.	49,4	51,3	50,4
	2016 г.	54,9	55,4	55,2
	2017 г.	58,6	58,5	58,6
	среднее	54,3	55,1	54.7
Среднее по фактору А ($НСР_{05}$=0,85 %)	2015 г.	51,2	52,4	
	2016 г.	54,9	55,2	
	2017 г.	58,3	58,6	
	среднее	54,8	55,4	

$НСР_{05}$=0,83 % для сравнения частных средних.

3. Влияние основной обработки почвы и вариантов ухода за посевами на сбор масла, кг/га

Вариант ухода за посевами (фактор В)	Год	Основная обработка почвы (фактор А)		Среднее по фактору В ($НСР_{05}$=105)
		глубокая обработка	без обработки	
Механизированный (контроль)	2015	1354	1116	1235,0
	2016	1389	1022	1205,5
	2017	1420	1271	1345,5
	среднее	1387,7	1136,3	1262,0
Комплексный №1	2015	1406	1138	1272,0
	2016	1330	1198	1264,0
	2017	1347	1284	1315,5
	среднее	1361,0	1206,7	1283,8
Комплексный №2	2015	1553	1099	1326,0
	2016	1440	1261	1350,5
	2017	1415	1290	1352,5
	среднее	1469,3	1216,7	1343,0
Химический	2015	1534	1154	1344,0
	2016	1381	1132	1256,5
	2017	1208	1088	1148,0
	среднее	1374,3	1124,7	1249,5
среднее по фактору А ($НСР_{05}$=111, кг/га)	2015	1461,8	1126,8	
	2016	1385,0	1153,2	
	2017	1347,5	1233,2	
	среднее	1398,1	1171,1	

$НСР_{05}$=119 кг/га для сравнения частных средних.

Таким образом, глубокая зяблевая обработка почвы – лучший фон для всех вариантов ухода за посевами подсолнечника сорта Иртыш. В среднем за годы исследований урожайность семян после основной обработки почвы составила 2,85 т/га, на стерневом фоне – 2,37 т/га, сбор масла – 1398,1 кг/га и 1171,1 кг/га соответственно.

В условиях южной лесостепи Западной Сибири наиболее предпочтительны схемы ухода за посевами, сочетающие гербицидную обработку с междурядной культивацией. Средняя урожайность семян в вариантах «комплексный №1» (гербицид по вегетации Гурон, 0,5...1,0 л/га и 1 междурядная культивация) и «комплексный №2» (почвенный гербицид Трефлан, 25 % кэ, 4...6 л/га и 2 междурядных культивации) после основной обработки почвы составила 2,75 и 3,01 т/га соответственно, на стерневом фоне – 2,43 и 2,43 т/га. Сбор масла при этом был равен 1361,0; 1469,3; 1206,7 и 1216,7 кг/га.

Уровень рентабельности в опыте после основной обработки почвы находился в пределах 154,6...218,4 %, без обработки – 150,4...228,5 %. Наибольшая прибыль (38557 руб./га) отмечена в варианте «комплексный №2» на фоне глубокой зяблевой обработки почвы.

Литература.

1. Лукомец В. М., Кривошлыков К. М. Состояние и перспективы формирования устойчивости сырьевого сектора масложировой индустрии России // Масложировая промышленность. 2015. № 1. С. 11–16.

2. Подсолнечник: биохимия, селекция, возделывание / Д. И. Никитчин, Б. К. Литовченко, А. А. Коханий [и др.]. Пологи: РКП «Пологівська друкарня», 2002. 494 с.

3. Белевцев Д. Н. Теоретическое обоснование, разработка и внедрение донских адаптивных, почвозащитных, энергосберегающих технологий возделывания подсолнечника и других масличных культур на семеноводческих и товарных посевах // Сб. докл. междунар. науч.-практ. конф. «Современные проблемы научного обеспечения производства подсолнечника», посвященной 120-летию со дня рождения академика В.С. Пустовойта. Краснодар: ООО «МС-Центр», 2006. С. 210–225.

4. Тишков Н. М., Бушнев А. С. Засоренность посевов масличных культур при различных способах основной обработки почвы в севообороте // Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. 2012. Вып. 1 (150). С. 100–106.

5. Бушнев А. С. Влияние систем основной обработки почвы на продуктивность звеньев зернопропашного севооборота с масличными культурами и озимой пшеницей на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья // Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. 2015. Вып. 1 (161). С. 72–83.

6. Агрохимический очерк и мероприятия по сохранению плодородия почв сельскохозяйственных угодий в ГНУ «Сибирская опытная станция ВНИИМК» Исилькульского района Омской области / В. М. Красницкий, А. Г. Шмидт, Л. Ф. Олещук. Омск: ФГБНУ ФАС «Омский», 2013. 63 с.

7. Масличные культуры: биологические особенности, технология производства, сорта, состав, питательность и использование при кормлении крупного рогатого скота: монография / П. Ф. Шмаков, И. А. Лошкомойников, А. Н. Пузиков [и др.]. Омск: Изд-во ООО «Омскбланкиздат», 2013. 300 с.

8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

9. Подсолнечник: монография / под. общ. ред. акад. В. С. Пустовойта. М.: Колос. 1975. 592 с.

Development of Sunflower Cultivation Technology in the Southern Forest-Steppe of Western Siberia

A. N. Puzikov, Yu. N. Suvorova
Siberian Experimental Station, Federal Scientific Center of the V. S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops, ul. Stroitelei, 2, Isil'kul', Omskaya obl., 646025, Russian Federation

Abstract. *We determined the influence of main tillage and crop tending on the productivity of sunflower on an example of the ultra-early ripening variety Irtysh. The experiments were carried out in a grain-fallow crop rotation of the Siberian experimental station – the branch of the V. S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (Omsk region) in 2015–2017. We used two soil treatment variants: autumn ploughing at a depth of 25–27 cm and without treatment (stubble field). Also, we estimated four crop tending variants: mechanical, the first complex, the second complex, and chemical ones. The mechanical variant included harrowing of crops and three inter-row cultivations. The first complex variant included an application of Guron herbicide during vegetation (0.5–1.0 L/ha) and one inter-row cultivation. The second complex option consisted of an application of Treflan soil herbicide, 25% EC (4–6 L/ha) and two inter-row cultivations. Chemical crop treatment included the application of Treflan soil herbicide and Guron herbicide for vegetation. The plots in the experiment were systematically placed, in four replications. Plot area was 504 m2, accounting area was 431.2 m2. Deep autumn ploughing allowed the formation of a significant increase in seed and oil yield in comparison with the variant without treatment. On average over the years of the research, seed yield was 2.85 t/ha against the background of the main tillage, and without treatment it was 2.37 t/ha (an increase was 0.48 t/ha, or 16.84%); oil yield was 1398.1 kg/ha and 1171.1 kg/ha (an increase was 227 kg or 16.24%), respectively. The highest sunflower productivity was in the second complex treatment against the background of deep autumn ploughing (seed yield was 3.01 t/ha, oil yield was 1469.3 kg/ha). The lowest productivity was in the variant with mechanical crop treatment without main tillage (seed yield was 2.26 t/ha, oil yield was 1136.3 kg/ha).*

Keywords: *sunflower; primary soil treatment; stubble field; mechanical crop tending; complex crop tending; chemical crop tending; seed yield; oil yield.*

Author Details: *A. N. Puzikov, Cand. Sc. (Agr.), deputy director for science (e-mail: sib-nauka2014@yandex.ru); Yu. N. Suvorova, Cand. Sc.(Agr.), research fellow.*

For citation: *Puzikov A. N., Suvorova Yu.N. Development of Sunflower Cultivation Technology in the Southern Forest-Steppe of Western Siberia. Zemledelie. 2019. No. 1. Pp. 29–31 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10108.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10109
УДК 631.559: 631.58: 633.11 (571.1)

Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от технологии возделывания в лесостепи Западной Сибири

Л. В. ЮШКЕВИЧ, доктор сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: 55asc@bk.ru)
А. Г. ЩИТОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
И. В. ПАХОТИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: ira.pakhotina.72@mail.ru)
Омский аграрный научный центр, просп. Королева, 26, Омск, 644012, Российская Федерация

В южной лесостепи Омской области в стационарном опыте лаборатории ресурсосберегающих технологий Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства на лугово-черноземных почвах в 2004-2016 гг. изучали влияние различных систем обработки почвы, комплексного применения средств химизации и повторных посевов на урожайность и технологические свойства зерна яровой мягкой пшеницы. Исследование проводили в трехфакторном опыте: система обработки почвы – отвальная, комбинированная, минимально-нулевая (фактор А), средства химизации – контроль без химизации, гербициды + удобрения + фунгициды + ретарданты (фактор В), предшественник (фактор С). Севооборот зерно-паровой с чередованием культур: чистый пар – пшеница – пшеница – пшеница – ячмень. Сокращение интенсивности и глубины обработки почвы вело при длительном применении минимальных систем к снижению накопления нитратного азота на 28…30 %, а доля сорного компонента без использования средств химизации возрастала в 1,9 раза. При этом нарастает поражение растений корневыми гнилями как по мере удаления культуры от пара, так и от отвальной к минимальной обработке почвы. Повторные посевы яровой пшеницы к третьему полю после пара и сокращение интенсивности обработки почвы от комбинированной до минимально-нулевой в зависимости от предшественника приводят к снижению продуктивности культуры на 33,4 % и 5,3…19,2 % соответственно. Натура, масса 1000 зерен и стекловидность зерна по вариантам обработки почвы отличались незначительно, но на фоне минимальной обработки наблюдали закономерное уменьшение содержания белка и клейковины в зерне достоверное при посеве второй пшеницей после пара. По мере удаления культуры от пара при повторных посевах яровой пшеницы отмечали снижение количества клейковины в зерне в среднем на 3,3 %. Комплексное использование средств химизации ведет к повышению урожайности зерна яровой пшеницы на 0,66…1,89 т/га и улучшению его качества. Выявлено значительное увеличение содержания в зерне белка и клейковины на 7,3…8,8 % и 6,9…10,5 %, по сравнению с контрольным вариантом без химизации.

Ключевые слова: *яровая пшеница, приемы основной обработки почвы, средства комплексной химизации, севооборот, предшественник, урожайность, качество зерна, белок, количество клейковины.*

Для цитирования: *Юшкевич Л. В., Щитов А. Г., Пахотина И. В. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от технологии возделывания в лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2019. № 1. С. 32–34. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10109.*

Яровая пшеница – ведущая зерновая культура, которая занимает в Омской области 1,60 млн га, или 74,1 % площади посевов зерновых и зернобобовых (2017 г.). Основная часть ее посевов (86 %) сосредоточена в засушливых степной и лесостепной зонах с годовым количеством осадков менее 400 мм. Нарушение агротехнологий, критически малое внесение минеральных и органических удобрений делает зерновое производство до 90 % экстенсивным. За последние 20…25 лет продуктивность зерновых культур в Омской области составляет в среднем 1,30…1,50 т/га (в степной зоне – 1,19 т/га, в южной лесостепи – 1,47 т/га), что не соответствует потенциальным ресурсам агроландшафтов территории [1].

Существуют значительные проблемы с производством высококачественного зерна. По данным Федерального центра оценки безопасности, качества зерна и продуктов его переработки по Омской области в среднем за 2016–2017 гг. при оценке 51 % зерна от валового сбора (2579,56 тыс. т) продовольственная пшеница составила 82,4 % с преобладанием 3 класса (47,7 %). Зерно пшеницы 1…2 классов отсутствовало как и в предыдущие годы (www.tczerna.ru). В то же время современная пшеница 3 класса в основном относится к слабой, а не ценной по качеству [2].

Качество зерна определяется как генетическими особенностями сорта, так и комплексом почвенно-климатических и агротехнических условий выращивания. Не вызывает сомнений роль азотных удобрений в увеличении содержания белка в зерне. Они способствуют росту биомассы листьев с фотосинтетической активностью, а 80 % азота удобрений ремобилизуется в созревающую зерновку [3]. Так применение весенней подкормки аммиачной селитрой (N_{86}) и внекорневой подкормки мочевиной (N_{30}) озимой пшеницы в условиях Орловской области обеспечило повышение урожайности на 0,82…0,52 т/га, массовой доли белка и клейковины на 0,6…0,9 % и 3,0…4,5 % соответственно по разным предшественникам [4].

Сибирская пшеница издавна отличалась высоким качеством зерна благодаря особенностям почвенно-климатических условий региона. В Омской области заготовка высококачественного зерна (1…2 класса) в 80-е гг. прошлого века составляла 368 тыс. т, в 1986–1990 гг. – 220,1 тыс. т, а в 1990–1995 гг. – только 64,7 тыс. т [5].

Результаты исследований показывают, что технологии выращивания яровой пшеницы должны иметь ресурсосберегающую направленность при рациональном применении средств интенсификации (удобрения, баковые смеси гербицидов более широкого спектра действия, фунгициды и др.), ограничении повторных посевов культуры, подборе наиболее эффективных предшественников, а также адаптивных и качественных сортов, обеспечивающих повышение урожайности зерна высокого качества в 1,5…1,7 раза [6].

Один из факторов повышения эффективности сельскохозяйственного производства – правильно подобранная система обработки почвы. Исследования, проведенные в США (штат Канзас) выявили существенное повышение урожайности озимой пшеницы и сорго при снижении интенсивности обработки почвы (в ряду система no-till → минимальная обработка → классическая обработка почвы). При этом в варианте no-till обязательным условием было использование гербицидов для борьбы с сорняками [7].

В штате Южный Иллинойс изучение влияния разных систем обработок почвы (4 варианта) и использования удобрений (5 вариантов) на урожайность кукурузы (бессменный посев) и сои (в севообороте с кукурузой), а также свойства почвы показало снижение урожайности на варианте no-till при внесении в почву фосфора и калия ниже рекомендованных норм. При условии контроля сорняков и управления плодородием почвы использование систем no-till позволяло длительное время получать высокие урожаи изучаемых культур [8].

Цель исследований – на основании многолетних (13 лет) наблюдений установить влияние и результативность различных систем обработки почвы, комплексного применения средств химизации и повторных посевов на урожайность и технологические свойства зерна яровой пшеницы в лесостепных агроландшафтах Западной Сибири.

Работу проводили в южной лесостепной зоне Омской области в 2004–2016 гг. Почва опытного участка – лугово-черноземная с содержанием гумуса до 7…8 %, подвижного фосфора и калия (по Чирикову) – 121,3…126,7 и 308…317 мг/кг почвы. Эксперимент был заложен в зернопаровом севообороте, развернутом во времени и пространстве: чистый пар – пшеница – пшеница – пшеница – ячмень.

Схема трехфакторного опыта предусматривала следующие варианты: система обработки почвы в севообороте (фактор А) – отвальная (вспашка на глубину 20…22 см ежегодно под все культуры); комбинированная (вспашка в паровом поле и под третью пшеницу после пара, плоскорезная на 10…12 см под вторую пшеницу после пара и под ячмень); минимально-нулевая (в паровом поле – летние культивации на глубину до 8…10 см, в остальных полях без осенней обработки); средства химизации (фактор В) – без средств химизации (контроль); гербициды + удобрения + фунгициды + ретарданты (комплексная химизация); предшественник (фактор С). Дисперсионный анализ полученных данных проводили по схеме многофакторного эксперимента по В. Н. Перегудову [9]. Расчет $НСР_{05}$ для частных различий проведен по схеме многофакторного опыта без повторностей. В таблицах приведены значения $НСР_{05}$ только для главных факторов (система обработки почвы и средства химизации) для каждой культуры севооборота.

Среднеранние сорта яровой пшеницы Памяти Азиева, Омская 36 высевали 15…25 мая с нормой высева после пара 5,0 млн всхожих зерен на 1 га, по непаровым предшественникам – 4,5 млн/га. Посев проводили дисковой сеялкой СЗ-3,6, с 2012 г. – ПК «Selford». Уборка однофазная комбайном «Sampo 130» с оставлением измельченной соломы на поле. Площадь делянки первого порядка – 2700 м^2, второго – 450 м^2, учетная площадь 36 м^2. Размещение делянок систематическое в 4-кратной повторности. Технологические свойства зерна определяли в лаборатории качества зерна ФГБНУ СибНИИСХ.

Метеорологические условия были близки к среднемноголетним. Средний ГТК за 13 лет исследований составил 1,04. Наиболее засушливые условия отмечали в 2004 г. (ГТК – 0,67), 2008 г. (0,69), 2010 г. (0,55), 2012 г. (0,69) и 2014 г. (0,68).

Длительное применение минимальных систем обработки почвы приводило к дифференциации верхнего (0…30 см) слоя почвы по биологической активности и снижению накопления нитратного азота, в сравнении с отвальной обработкой, на 28…30 %.

При сокращении интенсивности обработки почвы в севообороте без химизации доля сорного компонента в агрофитоценозе возрастала от отвальной до минимально-нулевой системы обработки с 12,2 % до 22,6 %, или в 1,9 раза. Зависимость продуктивности яровой пшеницы от засоренности агрофитоценоза повышалась от минимальной к отвальной обработке более чем в 2 раза и имела отрицательную направленность.

Поражение растений яровой пшеницы корневыми гнилями нарастало по мере удаления культуры от пара (в 1,9…2,2 раза) и от отвальной к минимальной обработке (на 36…41 %).

Коэффициент водопотребления на 1 т зерна (без химизации) увеличивался от отвальной к минимальной обработке с 113…117 до 121…163 мм/т зерна, или на 23,5 %.

В среднем по фактору химизации при сокращении интенсивности обработки почвы в севообороте урожайность яровой пшеницы снижалась, в зависимости от предшественника, от комбинированной до минимально-нулевой системы обработки на 0,16…0,40 т/га (5,3…19,2 %). При этом различия между вариантами по мере удаления яровой пшеницы от пара возрастали (табл. 1).

Опыт мирового земледелия и исследования, проведенные в Западной Сибири, показывают, что без применения средств интенсификации, прежде всего удобрений, существенно повысить продуктивность зерновых культур практически невозможно [11]. За последние 25 лет применение минеральных удобрений в России и регионе резко сократилось. По данным А. И. Алтухова в 2012–2016 г. вынос питательных веществ с урожаем сельскохозяйственных культур превышал их поступление в почву в 2,4 раз [12]. В северной зоне Омской области с 1991 г. отмечено резкое сокращение использования средств интенсификации производства, что привело к снижению содержания подвижного фосфора и обменного калия до 81,2 и 99,9 мг/кг, соответственно [13].

В наших исследованиях на 1 га пашни в севообороте систематически вносили удобрения в дозе 60 кг д.в. ($N_{24}P_{36}$). Наблюдения показали, что комплексное применение удобрений и пестицидов оказывало существенное влияние на повышение урожайности и технологических свойств зерна яровой пшеницы (табл. 2).

1. Качество зерна яровой пшеницы в зависимости от предшественника и системы обработки почвы в зернопаровом севообороте (южная лесостепь), 2005-2016 гг. (среднее по фактору)

Система обработки почвы в севообороте	Технологический показатель						Урожайность зерна, т/га
	масса 1000 зерен, г	натура зерна, г/л	стекловидность, %	содержание, %		ИДК	
				белка	клейковины		
пшеница после пара							
Отвальная	34,2	745	51	14,34	29,1	69	3,04
Комбинированная	33,9	743	51	14,16	28,5	69	3,04
Минимально-нулевая	33,6	746	50	13,94	27,8	66	2,88
$НСР_{05}$	$F_f<F_t$	$F_f<F_t$	$F_f<F_t$	0,40	0,8	2,2	0,12
вторая пшеница после пара							
Отвальная	34,5	759	47	13,15	26,4	68	2,56
Комбинированная	34,3	756	47	13,16	26,2	66	2,47
Минимально-нулевая	33,9	755	46	12,76	25,5	67	2,17
$НСР_{05}$	$F_f<F_t$	$F_f<F_t$	$F_f<F_t$	0,25	0,5	$F_f<F_t$	0,15
третья пшеница после пара							
Отвальная	32,9	754	45	12,54	25,3	66	2,10
Комбинированная	32,8	755	45	12,68	25,4	67	2,08
Минимально-нулевая	32,9	757	44	12,41	24,9	66	1,68
$НСР_{05}$	$F_f<F_t$	$F_f<F_t$	$F_f<F_t$	0,33	$F_f<F_t$	$F_f<F_t$	0,17

В целом по вариантам продуктивность яровой пшеницы при повторном посеве (3-я культура после пара), относительно пшеницы по пару, снижалась в среднем с 2,99 т/га до 1,95 т/га, или на 1,04 т/га (33,4 %).

Между вариантами обработки почвы показатели качества зерна (масса 1000 зерен, натура и стекловидность) отличались незначительно. В наибольшей степени при минимальной системе наблюдали снижение содержания в зерне белка и клейковины, в основном из-за ухудшения условий азотного питания растений. Аналогичную закономерность уменьшения клейковины в зерне яровой пшеницы отмечали при удалении культуры от пара к повторному посеву – в среднем на 3,3 %, при заметном ухудшении экономических параметров [10].

В зависимости от предшественника, комплексное применение средств интенсификации способствовало повышению урожайности зерна в среднем на 0,66…1,89 т/га, или 59…94 %. Одновременно отмечали увеличение массы 1000 зерен на 8,1…11,5 %, стекловидности зерна после непаровых предшественников на 7,8…19,1 % при незначительном изменении натурной массы. При этом заметно возрастало содержание в зерне белка (на 7,3…8,8 %) и клейковины (на 6,9…10,5 %), причем по мере удаления культуры от парового предшественника различия между вариантами технологий возрастали. Показатели ИДК достоверно различались только при возделывании пшеницы по пару.

Доминирующими факторами, влияющими на урожайность и качество зерна

2. Качество зерна яровой пшеницы в зависимости от применения комплексной химизации в зернопаровом севообороте (южная лесостепь), 2005-2016 гг. (среднее по фактору)

Уровень химизации	Технологический показатель						Урожайность зерна, т/га
	масса 1000 зерен, г	натура зерна, г/л	стекловидность, %	содержание, %		ИДК	
				белка	клейковины		
пшеница после пара							
Контроль (без химизации)	32,2	740	50	13,65	27,5	65	2,02
Комплексная химизация	35,6	750	51	14,64	29,4	69	3,91
$НСР_{05}$	0,56	4,0	1,1	0,93	0,7	1,8	0,10
вторая пшеница после пара							
Контроль (без химизации)	32,4	752	45	12,55	25,1	67	1,55
Комплексная химизация	36,1	761	48	13,50	27,0	67	3,26
$НСР_{05}$	0,86	3,5	1,6	0,21	0,4	$F_f<F_t$	0,12
третья пшеница после пара							
Контроль (без химизации)	30,6	747	41	12,05	23,9	66	1,12
Комплексная химизация	35,1	762	49	13,11	26,4	66,0	1,78
$НСР_{05}$	0,58	3,8	2,1	0,27	0,6	$F_f<F_t$	0,14

яровой пшеницы, были средства интенсификации (30,6 %), вклад предшественников составлял 22,0 %, погодных условий – 19,3 %, системы обработки почвы – менее 10 %.

Таким образом, урожайность и качество зерна яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири во многом определяется уровнем агротехнологий и, прежде всего, рациональным применением средств интенсификации. При сокращении интенсивности обработки почвы в севообороте, в зависимости от предшественника, от ресурсосберегающей комбинированной до минимально-нулевой системы обработки сбор зерна снижается на 0,16…0,40 т/га (5,3…19,2 %). При повторных посевах относительно парового предшественника он уменьшается в среднем с 2,99 до 1,95 т/га, или на 33,4 %, при снижении содержания клейковины в зерне на 3,3 %. Комплексное применение средств интенсификации способствует повышению урожайности на 59…94 %, а также улучшению качества зерна яровой пшеницы – рост содержания белка и сырой клейковины в зерне составил 7,3…8,8 % и 6,9…10,5 % соответственно от экстенсивного варианта.

Литература.

1. Тактика полевых работ в хозяйствах Омской области в 2016 году с учетом складывающихся погодных условий: рекомендации // под ред. И. Ф. Храмцова, М. С. Чекусова. Омск: ЛИТЕРА, 2016. 52 с.

2. Мелешкина Е. П. Современные требования к качеству зерна и муки из пшеницы и их стандартизация // Современные методы, средства и нормативы в области оценки качества зерна и зернопродуктов: сборник материалов 14-й Всероссийской научно-практической конференции (5-9 июня 2017 г.), КФ ФГБНУ «ВНИИЗ» [Электронный ресурс]. Анапа, 2017. С. 5–12. URL: http://vniiz.org/science/publication/article-243 (дата обращения: 15.11.2018).

3. Реализация генетического потенциала сортов мягкой пшеницы под влиянием условий внешней среды: современные возможности улучшения качества зерна и хлебопекарной продукции / Е. К. Хлесткина, Е. В. Журавлева, Т. А. Пшеничникова и др. // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 3. С. 501–514.

4. Мельник А. Ф., Фомочкин В. А. Об элементах агротехники, продуктивности и качестве зерна у озимой пшеницы в условиях Орловской области // Сельскохозяйственная биология. 2014. № 1. С. 122–124.

5. Увеличение и стабилизация производства высококачественного зерна пшеницы Омской области: практическое руководство / Ю. В. Колмаков, И. В. Пахотина, Л. В. Юшкевич и др. Омск: Издательство «ЛИТЕРА», 2015. 60 с.

6. Юшкевич Л. В. Ресурсосберегающая система обработки почвы и плодородие черноземных почв при интенсификации возделывания зерновых культур в южной лесостепи Западной Сибири: дис…д-ра с.-х. наук. Омск, 2001. 490 с.

7. Long-term tillage on yield and water use of grain sorghum and winter wheat / A. J. Schlegel, Y. Assefa, C. R. Thompson, etc. // Agronomy Journal. 2018. Vol. 110. No. 1. Pp. 269–280. DOI: 10.2134 / agronj2017.02.0104.

8. Cook R. L., Trlica A. Tillage and fertilizer effects on crop yield and soil properties over 45 years in Southern Illinois // Agronomy Journal. 2016. Vol. 108. No. 1. Pp. 415–426. DOI: 10.2134 / agronj2015.0397.

9. Перегудов В. Н. Метод наименьших квадратов и его применение в исследованиях. М.: Статистика, 1965. 340 с.

10. Юшкевич Л. В., Щитов А. Г., Ломановский А. В. Повышение продуктивности яровой пшеницы в повторных посевах в южной лесостепи Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2015. № 11. С. 70–73.

11. Холмов В. Г., Юшкевич Л. В. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири: монография. Омск: Издательство ОмГАУ, 2006. 396 с.

12. Алтухов А. И. Производству высококачественной пшеницы необходима государственная поддержка // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. №3 (23). С. 15–23.

13. Федорова Е. А., Авгуль Е. П., Илюшкина О. В. Состояние почвенного плодородия, динамика применения минеральных и органических удобрений, баланс элементов питания и гумуса в северной зоне Омской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 7. С. 38–40.

Grain Yield and Quality of Spring Soft Wheat Depending on Cultivation Technology in the Forest-Steppe of Western Siberia

L. V. Yushkevich, A. G. Shchitov, I. V. Pakhotina
Omsk Agrarian Scientific Center, prosp. Koroleva, 26, Omsk, 644012, Russian Federation

Abstract. *The influence of various tillage systems, integrated application of agricultural chemicals and repeated sowing of spring soft wheat on the yield and processing properties of grain was studied. The experiment was carried out in the southern forest-steppe of the Omsk region in the laboratory of resource-saving technologies of the Siberian Research Institute of Agriculture on meadow chernozem soils in 2004–2016. There were three factors: tillage system (factor A), chemical means (factor B), forecrop (factor C). Tillage systems included moldboard, combined and minimum-zero tillage. Chemical means included a control without chemicalization and a variant with herbicides, fertilizers, fungicides, and retardants. The crop rotation was grain-fallow with alteration of cultures: bare fallow, wheat, wheat, wheat, barley. Reducing the intensity and depth of tillage led to a decrease in the accumulation of nitrate nitrogen by 28–30% with prolonged use of the minimum system, and the proportion of the weed component without using chemicals increased 1.9 times. At the same time, plant injury by root rot increased in repeated wheat sowings and at the reduction of the tillage intensity. Repeated sowing of spring wheat and lower intensity of tillage from combined to minimum-zero systems, depending on the forecrop, led to lower crop productivity by 33.4% and 5.3–19.2%, respectively. Grain-unit, the weight of thousand seeds and grain vitreousness differed insignificantly in tillage variants, but against the background of minimal processing, a regular decrease in the protein and gluten content in the grain was observed in the second wheat field. With repeated sowing of spring wheat, a decrease in the amount of gluten in the grain by an average of 3.3% was noted. Integrated application of agricultural chemicals led to an increased yield of spring wheat grain by 0.66–1.89 t/ha and improved grain quality. A significant increase in protein and gluten content in grain by 7.3–8.8% and 6.9–10.5% was revealed in this variant compared to the control without chemical means.*

Keywords: *spring wheat; tillage techniques; integrated chemical means; crop rotation; forecrop; yield; grain quality; protein; gluten content.*

Author Details: *L. V. Yushkevich, D. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: 55asc@bk.ru); A.G. Shchitov, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow; I. V. Pakhotina, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: ira.pakhotina.72@mail.ru).*

For citation: *Yushkevich L. V., Shchitov A. G., Pakhotina I. V. Grain Yield and Quality of Spring Soft Wheat Depending on Cultivation Technology in the Forest-Steppe of Western Siberia. Zemledelije. 2019. No. 1. Pp. 32–34 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10109.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10110
УДК 633.16:631.527:631.526.32(527.1)

Адаптивный потенциал сортов ярового ячменя селекции Омского аграрного научного центра

П. Н. НИКОЛАЕВ[1], кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: nikolaevpetr@mail.ru)
О. А. ЮСОВА[1], кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией
П. В. ПОПОЛЗУХИН[1], кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
Н. И. АНИСЬКОВ[2], доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
И. В. САФОНОВА[2], кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
[1]Омский аграрный научный центр, просп. Королева, 26, Омск, 644012, Российская Федерация
[2]Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова, ул. Большая Морская, 42-44, Санкт-Петербург, 190000, Российская Федерация

Цель работы – оценка качества зерна, продуктивности и адаптивного потенциала кормовых сортов ярового ячменя селекции Омского аграрного научного центра. Эксперименты проводили в 2011–2016 гг. в условиях южной лесостепи Омской области. Стандарт – сорт Омский 91 (включен в Госреестр РФ по Западно-Сибирскому региону с 2004 г.) В качестве материала для исследований выбраны шесть перспективных сортов – Сибирский авангард (2010 г.), Омский 90 (2000 г.), Омский 96 (2008 г.), Омский 99 (2015 г.), Омский 100 (2014 г.), Омский 95 (2006 г.). Биохимические показатели качества зерна определяли по А. И. Ермакову, параметры экологической пластичности (bi) и стабильности (σ^2d) рассчитывали по S. A. Eberhart, W. A. Russell, коэффициент мультипликативности (КМ) – по В. А. Драгавцеву, показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) – по Э. Д. Неттевичу. Все сорта характеризовались высокой экологической стабильностью по урожайности ($\sigma^2d>0$). К группе стабильных (ПУСС>100 %) и отзывчивых на улучшение условий выращивания (КМ>2) отнесены интенсивные сорта (bi>1) Сибирский авангард, Омский 100, Омский 99 и Омский 95. Они обеспечили прибавку сбора зерна, по сравнению со стандартом, 0,44; 1,05; 0,56; 0,54 т/га соответственно, сбора белка – 46,51; 110,13; 36,39; 68,13 кг/га, крахмала –172,62; 456,65; 260,3; 245,12 кг/га. В условиях южной лесостепи Западной Сибири предпочтительнее возделывание сортов экстенсивного типа (bi<1), которые формируют стабильный урожай при ограниченном использовании средств интенсификации. К ним отнесены Омский 90 (масса 1000 зерен на 4,88 г больше, чем у стандарта) и Омский 96 (масса 1000 зерен на 5,56 г больше, чем у стандарта). Сорт Омский 96 обеспечил прибавку урожайности 0,14 т/га, сбора белка – 38,32 кг/га, по сравнению со стандартом.

Ключевые слова: *ячмень, качество зерна, стабильность, пластичность, коэффициент мультипликативности.*

Для цитирования: *Адаптивный потенциал сортов ярового ячменя селекции Омского аграрного научного центра / П. Н. Николаев, О.А. Юсова, П. В. Поползухин и др. // Земледелие. 2019. № 1. С. 35–38. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10110.*

Яровой ячмень – важнейшая кормовая и зернофуражная культура как в целом в России [1], так и в Сибирском регионе [2, 3]. Проблема создания и использования в сельскохозяйственном производстве сортов с повышенными адаптивными свойствами в последние годы особенно актуальна в связи с глобальными изменениями климата [4, 5, 6]. Критерий оценки экологической пластичности растений – уровень устойчивости к неблагоприятным факторам среды. Возделываемые сорта должны сочетать повышенную продуктивность с устойчивостью к стрессовым факторам [4, 7, 8].

Цель работы – оценка качества зерна, продуктивности и адаптивного потенциала кормовых сортов ярового ячменя селекции Омского аграрного научного центра.

Экспериментальную работу выполняли в 2011–2016 гг. на полях Омского аграрного научного центра (ФГБНУ «ОмАНЦ»), расположенных в южной лесостепи Омской области. Почва опытного участка – лугово-черноземная среднемощная среднегумусовая тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 6,68...6,75 % (по Тюрину), подвижного фосфора и обменного калия (по Смирнову) 101...120 мг/кг и 250...320 мг/кг почвы соответственно, pH_{KCl} почвенного раствора – 6,4...6,7. Сумма поглощенных оснований составляла 32,10 мг-экв/100 г почвы. В составе катионов преобладал кальций (88,7 %), на магний приходилось 10,6 % от общей емкости поглощения, натрий – менее 1 %. Содержание нитратного азота (по Кочергину) низкое (5,3 мг/кг).

Площадь делянки – 10 м^2, повторность – четырехкратная. Посев прово-

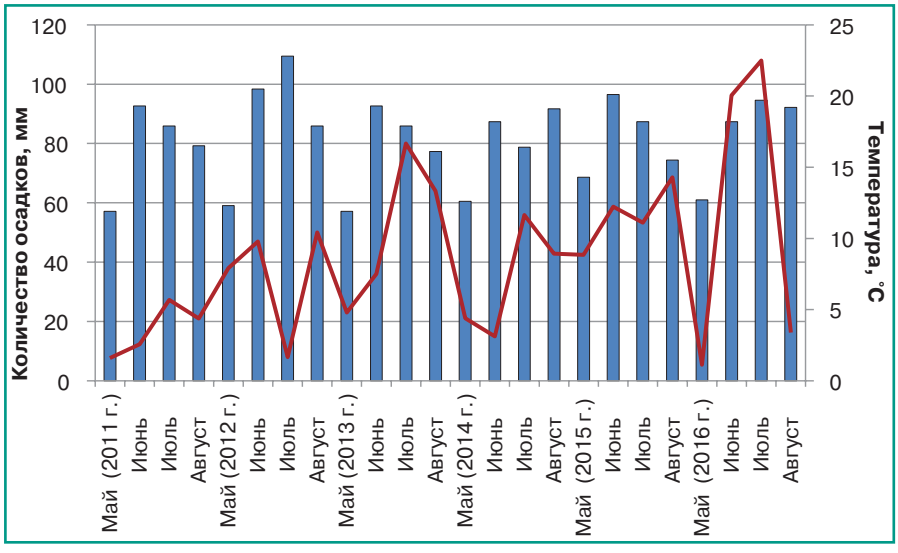

Рисунок. *Характеристика вегетационных периодов 2011-2016 гг., (Омская ГМОС): — температура, °С; — количество осадков, мм.*

1. Биохимические характеристики качества зерна перспективных сортов ярового ячменя

Сорт	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	*Xi*	Сбор, кг/га
Содержание белка, %								
Омский 91 (st.)	13,30	17,12	11,71	12,69	12,94	14,65	13,74	393,49
Омский 95	13,00	18,09	11,27	13,01	12,58	15,28	13,87	461,62
Сибирский авангард	14,00	17,60	10,81	11,74	13,26	14,01	13,57	440,00
Омский 90	12,30	17,02	10,96	13,01	12,67	16,00	13,66	388,85
Омский 96	15,50	17,24	13,78	11,74	13,53	15,01	14,47	431,81
Омский 99	12,30	16,89	10,35	12,44	11,41	13,70	12,85	429,88
Омский 100	12,70	16,46	11,29	12,17	13,37	14,24	13,37	503,62
$НСР_{05}$	1,10	0,50	0,63	0,78	0,81	0,45	–	–
Xj	13,30	17,20	11,45	12,40	12,82	14,70	13,65	435,61
Ij	-0,45	3,84	-2,17	-1,14	-0,81	0,73	–	–
Содержание крахмала, %								
Омский 91 (st.)	64,71	51,58	58,80	58,15	58,15	55,85	57,87	1657,28
Омский 95	59,45	52,23	59,46	58,15	58,48	55,18	57,16	1902,40
Сибирский авангард	60,11	52,89	54,20	58,80	57,49	55,18	56,44	1829,90
Омский 90	57,49	52,89	59,46	58,80	56,84	55,85	56,89	1619,43
Омский 96	52,89	52,89	58,15	57,49	58,81	53,87	55,68	1661,60
Омский 99	61,43	52,89	58,80	58,80	58,15	53,87	57,32	1917,58
Омский 100	61,43	52,89	58,80	54,20	56,18	53,22	56,12	2113,93
$НСР_{05}$	0,83	0,89	2,03	0,93	1,10	1,90	–	–
Xj	59,64	52,61	58,24	57,77	57,73	54,72	56,78	1814,59
Ij	3,14	-4,38	1,65	1,10	0,95	-2,51	–	–

Ij – индекс условий окружающей среды, Xi – среднее по сорту, Xj – среднее по году.

дили селекционной сеялкой ССФК-7 нормой высева 4 млн всхожих семян/га. Агротехника – общепринятая для Западно-Сибирского региона. Уборку осуществляли в фазе полной спелости селекционным комбайном Хеге-125.

Биохимические показатели зерна ячменя определяли с использованием традиционных методик [9]. Математическую обработку полученных результатов проводили по Б. А. Доспехову [10]. Параметры экологической пластичности (*bi*) и стабильности ($\sigma^2 d$) рассчитывали по S. A. Eberhart, W. A. Russell [11], коэффициент мультипликативности (*КМ*) – по В. А. Драгавцеву [12], показатель уровня стабильности сорта (*ПУСС*) – по Э. Д. Неттевичу [13].

Стандарт – сорт Омский 91 (включен в Госреестр РФ по Западно-Сибирскому региону с 2004 г.) В качестве материала для исследований выбраны шесть перспективных сортов – Сибирский авангард (2010 г.), Омский 90 (2000 г.), Омский 96 (2008 г.), Омский 99 (2015 г.), Омский 100 (2014 г.), Омский 95 (2006 г.).

Метеоусловия в годы исследований были контрастными и довольно полно отражали особенности южной лесостепной зоны Омской области (см. рисунок). Так, 2012, 2014, 2015 гг. были засушливыми(ГТК=0,69...0,80). Достаточным увлажнением отличались 2011, 2013, 2016 гг. (ГТК=0,92...0,99).

Характер метеоусловий отразился на формировании, как качества зерна, так и продуктивности сортов ячменя ярового (табл. 1, 2). Период вегетации 2012 г. был самым благоприятным для накопления белка – в среднем по сортам величина этого показателя составила 17,20 % при самом высоком индексе условий окружающей среды (*Ij*=3,84). В 2013 г. холодная и дождливая погода оказала негативное влияние на содержание белка (*Ij*=-2,17), у исследуемых образцов величина этого показателя снизилась в среднем до 11,45 %. Для формирования повышенной крахмалистости зерна (59,64 и 58,24 %) наиболее благоприятные условия сложились в 2011 и 2013 гг. (*Ij*=3,14...1,65). В 2012 г., напротив, погода оказала негативное влияние (*Ij*=-4,38) и величина этого показателя снизилась до 52,61 %. Наиболее крупное зерно, в среднем по образцам, сформировалось в 2011, 2014 и 2015 гг. (масса 1000 зерен составила 49,65...50,83 г, при *Ij*=3,63 ... 4,50). В 2012 г. отмечали самую низкую массу 1000 зерен (34,84 г в среднем по сортам, при *Ij*=-6,44).

Урожайность – основополагающий показатель эффективности возделывания сорта [14, 15, 16, 17]. Самая высокая величина этого показателя отмечена в 2011 и 2015 гг. (5,17 и 5,60 т/га) при *Ij*=1,20 и 1,90 соответственно, самая низкая – в 2012, 2013 и 2016 гг. (2,19...2,93 т/га), при *Ij*=-0,09...-1,36.

2. Урожайность и масса 1000 зерен перспективных сортов ярового ячменя

Сорт	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	*Xi*
Масса 1000 зерен, г							
Омский 91 (st.)	48,70	33,45	44,20	46,90	50,49	34,20	42,99
Омский 95	46,65	35,65	44,68	49,30	48,10	39,98	44,06
Сибирский авангард	50,90	34,55	46,01	51,10	47,46	42,12	45,36
Омский 90	56,07	37,40	46,87	56,50	48,95	41,42	47,87
Омский 96	55,95	41,80	51,31	56,00	52,01	34,20	48,55
Омский 99	38,55	25,60	37,14	41,80	47,22	42,16	38,74
Омский 100	50,70	35,40	49,90	54,20	49,50	32,44	45,36
$НСР_{05}$	3,74	0,92	2,76	1,40	1,10	3,00	–
Xj	49,65	34,84	45,73	50,83	49,10	38,07	44,70
Ij	4,20	-6,44	-0,96	4,50	3,63	-5,00	–
Урожайность, т/га							
Омский 91 (st.)	4,45	2,39	2,21	3,26	5,25	2,41	3,33
Омский 95	5,31	2,22	3,42	4,22	5,91	2,11	3,87
Сибирский авангард	5,53	1,94	2,84	3,10	6,24	2,95	3,77
Омский 90	4,62	2,36	2,28	3,65	5,10	1,85	3,31
Омский 96	5,43	2,38	2,11	2,98	4,82	3,12	3,47
Омский 99	5,03	1,25	3,37	4,28	5,32	4,08	3,89
Омский 100	5,82	2,77	3,46	3,72	6,55	3,96	4,38
$НСР_{05}$	0,42	0,05	1,73	1,00	0,29	0,50	–
Xj	5,17	2,19	2,81	3,60	5,60	2,93	3,71
Ij	1,20	-0,09	-1,36	-0,30	1,90	-1,35	–

3. Оценка адаптивной способности и стабильности сортов ярового ячменя

Сорт	Экологическая пластичность (*bi*)	Экологическая стабильность (σ^2d)	Коэффициент мультипликативности (*КМ*)	Показатель уровня стабильности (*ПУСС*, %)
Омский 91 (st.)	0,91	0,10	1,71	100,00
Омский 95	1,02	0,12	2,11	135,06
Сибирский авангард	1,29	0,10	2,33	128,17
Омский 90	0,89	0,09	1,69	98,80
Омский 96	1,00	0,31	1,87	108,59
Омский 99	1,05	0,64	2,15	136,46
Омский 100	1,13	0,09	2,51	173,01
$S_{\bar{x}}$	0,05	0,08	0,12	9,91

bi – коэффициент линейной регрессии (пластичность), σ^2d – стабильность сортов; КМ – коэффициент мультипликативности; ПУСС – показатель уровня стабильности сортов.

В среднем за период исследований у стандарта Омский 91 содержание белка в зерне находилось на уровне 13,74 %. Сорта Омский 95 и Омский 96 превышали стандарт по величине этого показателя на 0,13 % и 0,73 % соответственно.

У стандарта содержание крахмала в зерне составило 57,87 %. У остальных сортов она была ниже – 55,68...57,32 %.

Сорта Сибирский авангард, Омский 96, Омский 99 и Омский 100 обеспечили прибавку урожайности 0,54...1,67 т/га при ее величине у стандарта 2,41 т/га.

На фоне высокой урожайности и показателей качества зерна сорта Омский 95, Сибирский авангард, Омский 96, Омский 99 и Омский 100 характеризовались повышенным сбором с единицы площади белка (на 36,39...110,13 кг/га больше, чем у стандарта) и крахмала (на 172,62...456,65 кг/га больше, чем у стандарта).

Масса 1000 зерен у стандарта в среднем составила 42,99 г. Повышенной крупностью зерна отличались сорта Омский 95, Сибирский авангард, Омский 90, Омский 96 и Омский 100 – на 1,07...5,56 г больше, чем у стандарта.

Показатель пластичности (*bi*) характеризует реакцию сортов на изменение условий выращивания [11]. Анализ коэффициентов регрессии позволил разделить все исследуемые сорта по основным показателям качества зерна и продуктивности на три группы. Первая представлена сортами Сибирский авангард, Омский 100 (*bi*>1), которые при улучшении условий выращивания увеличивали урожайность, что соответствует интенсивному типу. Вторая группа включает сорта Омский 95, Омский 96 и Омский 99 (*bi*=0,96...1,06). Коэффициент регрессии близок к единице, что свидетельствует о полном соответствии урожайности изменению условий выращивания. Сорта Омский 90 и Омский 91(*bi*<1) характеризовались слабой реакцией на улучшение условий выращивания, что соответствует экстенсивному типу (табл. 3).

S. A. Eberhart, W. A. Russell предложили использовать дополнительный параметр – стабильность (σ^2d). Чем ниже его величина, тем меньше различия между теоретическими и фактическими показателями качества [11]. В нашем исследовании высокой стабильностью характеризовались все исследуемые сорта (σ^2d=0,09...0,64).

Коэффициенты линейной регрессии служат мерой экологической пластичности сортов. Однако она создана для метрической шкалы. Известно, что в метрической системе для большинства количественных признаков существует корреляция между уровнем средней шкалы и дисперсии. Поэтому при использовании коэффициентов регрессии для оценки стабильности может оказаться, что сорта с низким уровнем признака характеризуются меньшим уровнем регрессии и наоборот. Такая особенность может быть следствием эффекта шкалы [11, 18]. Во избежание этого был введен параметр, выражающий относительное изменение признака – коэффициент мультипликативности (*КМ*). *КМ* – это отношение приращенного среднего уровня признака сорта к среднему уровню признака в экологическом градиенте. Такая безразмерная величина позволяет сравнивать изменчивость признаков [12]. При *КМ*>2 отзывчивость сорта на улучшение условий выращивания повышенная. Этим требованиям отвечали сорта ячменя Омский 95, Сибирский авангард, Омский 99 и Омский 100.

Для оценки экологической пластичности сорта, его хозяйственной ценности в отношении урожайности используется комплексный показатель, учитывающий одновременно уровень и вариабельность урожайности – *ПУСС* [13]. Существенно превышал стандарт по величине этого показателя последний переданный на ГСИ сорт Омский 100 (*ПУСС*=173,01 %). Также характеризовались достоверной прибавкой (28,0...36,0 %), по сравнению со стандартом, сорта Сибирский Авангард, Омский 95 и Омский 99.

Таким образом, в среднем за годы исследования все изучавшиеся сорта ячменя ярового характеризовались высокой стабильностью урожайности (σ^2d>0).

К группе стабильных (*ПУСС* >100 %) и отзывчивых на улучшение условий выращивания (*КМ* > 2) отнесены интенсивные сорта (*bi* > 1) Сибирский авангард, Омский 100, Омский 99 и Омский 95. Они обеспечили прибавку сбора зерна, по сравнению со стандартом, 0,44; 1,05; 0,56; 0,54 т/га соответственно, белка – 46,51; 110,13; 36,39; 68,13 кг/га, крахмала –172,62; 456,65; 260,3; 245,12 кг/га. Однако использование сортов интенсивного типа требует высокого агрофона и дифференцированной агротехники, максимально точного учета биологии сорта и растений, но не сопровождается соответствующим прогрессом земледелия в производственных условиях. В результате сорта обеспечивают существенное увеличение урожая в условиях высокой культуры земледелия на этапах их создания и сортоиспытания, но в производстве резко снижают урожайность [19].

В условиях южной лесостепи Западной Сибири предпочтительнее возделывание сортов экстенсивного типа (*bi* <1), которые формируют стабильный урожай при ограниченом использовании средств интенсификации. По результатам наших исследований к их числу можно отнести Омский 90 (масса 1000 зерен на 4,88 г больше, чем у стандарта) и Омский 96 (масса 1000 зерен на 5,56 г больше, чем у стандарта). Сорт Омский 96 обеспечил прибавку урожайности, по сравнению со стандартом, 0,14 т/га, сбора белка – 38,32 кг/га.

Литература.

1. Мергалимов Д. Б., Бекенова Л. В., Шаманин В. П. Результаты изучения сортов и линий ярового ячменя в условиях северо-востока Казахстана // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 7 (129). С. 36–40.

2. Полонский В. И., Сумина А. В., Шалдаева Т. М. Содержание белков и углеводов в зерне ячменя и овса Сибирской селекции // Успехи современного естествознания. 2018. № 1. С. 49–55.

3. Якубышина Л. И. Экологическая пластичность коллекционных сортов ярового ячменя в условиях Тюменской области // Вестник государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2016. № 3 (34). С. 94–99.

4. Сурин Н. А., Зобова Н. В., Ляхова Н. Е. Генетический потенциал и селекционная значимость ячменя Сибири // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. № 2. С. 378–386.

5. Karsai, Meszaros, Lang. Multivariate Analysis of Traits determining Adaptation in

cultivated Barley // Plant Breeding. 2001. No. 120 (3). Pp. 217–222.

6. Потанин В. Г., Алейников А. Л., Степочкин П. И. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. № 18 (3). С. 548–552.

7. Муругова Г. А. Оценка исходного материала ярового ячменя по экологической пластичности в условиях Приморского края // Аграрный вестник Приморья. 2016. № 3 (3). С. 26–30.

8. Sarkar B. Identifying Superior feed Barley Genotypes using gge biplot for diverse Environments in India // Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. 2014. No. 1 (74). С. 26–33.

9. Ермаков А. И. Методы биохимического исследования растений. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.

10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

11. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing vatiiieties // Crop. sci. 1966. Vol. 6. No 1. Pp. 36–40.

12. Драгавцев В. А., Цильке В. А., Рейтер Б. Г. Генетика признаков продуктивности яровой пшеницы в Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1984. 229 с.

13. Неттевич Э. Д., Моргунов А. И., Максименко М. И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность, урожайность и качество зерна // Вестник сельскохозяйственной науки. 1985. № 1. С. 66–73.

14. Povilaitis V. Relationship between Spring Barley productivity and Growing management in Lithuania's Lowland // Acta Agriculturae scandinavica. Section b: Soil and Plant Science. 2018. No. 1 (68). Pp. 86–95.

15. Hill C. B., Li C. Genetic Architecture of Flowering Phenology in cereals and Opportunities for crop Improvement // Frontiers in Plant Science. 2016. No. 7. Pp. 1906.

16. Оценка продуктивности и адаптивных свойств сортов ярового ячменя в условиях Сибирского Прииртышья / П. В. Поползухин, П. Н. Николаев, Н. И. Аниськов и др. // Земледелие. 2018. № 3. С. 40–43.

17. Оценка адаптивных свойств сортов ярового ячменя в степных условиях Сибирского Прииртышья / П. Н. Николаев, Н. И. Аниськов, О. А. Юсова и др. // Вестник НГАУ. 2018. № 2 (47). С. 37–44.

18. Аниськов Н. И., Поползухин П. В. Яровой ячмень в Западной Сибири (селекция, семеноводство, сорта): монография. Омск: ООО «Вариант-Омск», 2010. 388с.

19. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Підручник / С. М. Каленська, Л. М. Єрмакова, В. Д. Паламарчук та ін. Вінниця: Рогальська І. О., 2015. 448 с.

Adaptive Potential of Spring Barley Varieties Originated from Omsk Agrarian Scientific Center

P. N. Nikolaev[1], O. A. Yusova[1], P. V. Popolzukhin[1], N. I. Anis'kov[2], I. V. Safonova[2]

[1]Omsk Agrarian Scientific Center, prosp. Koroleva, 26, Omsk, 644012, Russian Federation
[2]N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Growing, ul. Bol'shaya Morskaya, 42-44, Sankt-Peterburg, 190000, Russian Federation

Abstract. *The aim of the work was to assess the grain quality, productivity and adaptive potential of fodder varieties of spring barley originated from Omsk Agrarian Scientific Center. The experiment was carried out in 2011–2016 under conditions of the south forest-steppe of the Omsk region. Omsky 91 variety was the standard; it has been included in the State register of the Russian Federation for Western Siberian region since 2004. Six promising varieties were chosen for the research: Siberian Vanguard ("Sibirsky Avangard") (2010), Omsky 90 (2000), Omsky 96 (2008), Omsky 99 (2015), Omsky 100 (2014), and Omsky 95 (2006). Biochemical indicators of grain quality were determined according to Ermakov, parameters of environmental plasticity (bi) and stability (sigma2*d) were calculated according to Eberhart and Russell, multiplicativity factor (MF) was calculated according to Dragavtsev, the indicator of the variety stability level (IVSL) was calculated according to Nettevich. All varieties were characterized by high ecological stability in yield (sigma2*d was greater than 0). The group of stable (IVSL was greater than 100%) and responsive to the improvement of growing conditions (MF was greater than 2) varieties included Siberian Vanguard, Omsky 100, Omsky 99 and Omsky 95 (bi was greater than 1). They provided an increase in the grain yield of 0.44, 1.05, 0.56, 0.54 t/ha, respectively, in comparison with the standard; in protein harvest the gain was 46.51, 110.13, 36.39, 68.13 kg/ha; in starch yield the increase was 172.62, 456.65, 260.3, 245.12 kg/ha. Under conditions of the south forest-steppe of Western Siberia, it is preferable to cultivate extensive types of varieties (with an environmental plasticity bi less than 1), which form a stable yield while limiting the use of intensification measures. They are Omsky 90 (the weight of 1000 grains was higher by 4.88 g than in the standard) and Omsky 96 (the weight of 1000 grains was higher by 5.56 g than in the standard). Omsky 96 provided an increase in the yield of 0.14 t/ha, in the harvest of protein of 38.32 kg/ha, in comparison with the standard.*

Keywords: *barley; grain quality; stability; plasticity; multiplicativity factor.*

Author Details: *P. N. Nikolaev, Cand. Sc. (Agr.),head of laboratory (e-mail: nikolaev-petr@mail.ru); P. V. Popolzukhin, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow; N. I. Anis'kov D. Sc. (Agr.), senior research fellow; O. A. Yusova, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory; I. V. Safonova, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow.*

For citation: *Nikolaev P. N., Yusova O. A., Popolzukhin P. V., Anis'kov N. I., Safonova I. V. Adaptive Potential of Spring Barley Varieties Originated from Omsk Agrarian Scientific Center. Zemledelije. 2019. No. 1. Pp. 35–38. (in Russ.). DOI: 10.24411/0044- 3913-2019-10110.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10111
УДК 633.111.1:631.526.32:664.64.016.8

Новый сорт яровой мягкой пшеницы Аль Варис для целей хлебопечения*

Н. З. ВАСИЛОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: tatnii-rape@mail.ru)
Д.-л. Ф. АСХАДУЛЛИН, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
Д.-р. Ф. АСХАДУЛЛИН, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
Е. С. КИРИЛЛОВА, инженер-исследователь
Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение федерального исследовательского центра КазНЦ РАН, ул. Оренбургский тракт, 48, Казань, 420059, Российская Федерация

Коммерчески привлекательный сорт пшеницы должен быть не только высокопродуктивным, но и стабильно формировать качество зерна не ниже 3-го класса, что обеспечивает более рентабельное производство, а также иметь хорошую хлебопекарную оценку. Целью исследований была оценка нового сорта яровой мягкой пшеницы Аль Варис на соответствие этим требованиям. Для сравнения использовали стандарт Йолдыз и другие сорта Татарского научно-исследовательского института сельского хозяйства с высоким потенциалом качества (Казанская Юбилейная и Хаят). Работа выполнена в условиях Предкамской зоны Татарстана на серых лесных почвах в 2011–2018 гг. Средняя урожайность сорта Аль Варис (4,35 т/га) находилась на уровне стандарта Йолдыз, а его белковая продуктивность была достоверно выше на 0,06 т/га. Зерно нового сорта в годы испытаний, за исключением 2017 г. (избыточно увлажненный), по показателям качества соответствовало требованиям 2...3-го класса (по ГОСТ 9353-2016). По средним величинам показателей степени разжижения теста (80 е.ф.) и валориметрической оценки (57 е.в.) продукция сорта Аль Варис соответ-

** Статья подготовлена в рамках государственного задания АААА-А18-118031390148-1.*

ствовала требованиям, предъявляемым к ценной пшенице. Общая хлебопекарная оценка нового сорта – хорошая и отличная (4,0...4,7 баллов). Высота амилограммы в благоприятные для уборки годы составляла 1542 е.а., что выше, чем у стандарта, на 395 е.а. Сорт Аль Варис при высоком уровне урожайности имеет зерно, пригодное для выпечки хлеба высокого качества без добавления улучшителей.

Ключевые слова: *яровая пшеница, сорт, качество, продуктивность.*

Для цитирования: *Новый сорт яровой мягкой пшеницы Аль Варис для целей хлебопечения / Н. З. Василова, Д.-л. Ф. Асхадуллин, Д.-р. Ф. Асхадуллин и др. // Земледелие. 2019. № 1. С. 38–42. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10111.*

Создание сортов мягкой пшеницы, имеющих высокий потенциал продуктивности в сочетании с высоким качеством зерна, – приоритетное направление ее селекции. Добиться такого сочетания достаточно сложно, но не бесперспективно, что подтверждает практика [1, 2, 3]. В России под качеством зерна пшеницы принято понимать показатели, определяющие его мукомольно-хлебопекарные свойства (физические, биохимические, технологические). Госсорткомиссией приняты следующие классификационные нормы по хлебопекарным свойствам: сильные, ценные, филлеры и слабые [4]. При заготовках и поставках зерна для промышленного использования используют упрощенные характеристики качества. В межгосударственном стандарте ГОСТ 9353-2016 качество зерна пшеницы разделено на классы (с 1-го по 5-й), показатели классности, определяющие его мукомольно-хлебопекарные свойства, – содержание белка и сырой клейковины, показатель ИДК, стекловидность, число падения и натура. Они во многом определяют соответствие классам при поставке и заготовке зерна, а также дальнейшее его использование на пищевые или иные цели, но не обобщают и не гарантируют высокого хлебопекарного качества зерна. На показатели, характеризующие классность пшеницы, можно оказывать влияние с помощью технологических приемов при возделывании и подработке зерна, тогда как совокупность параметров качества и их потенциал, отраженные в классификации сортов Госсорткомиссией, определяются генотипом. Старый, утративший силу, ГОСТ 9353-90, предполагал, что к 1-му и 2-му классам относится зерно сортов, включенных в список сильных и ценных, а к 3-му классу – ценных. В новом ГОСТ 9353-2016, вступившем в силу 30.07.2018 г. эта норма отсутствует. Тем не менее, хлебопечение – основное направление использования зерна пшеницы. Коммерчески привлекательный сорт пшеницы должен быть не только высокопродуктивным, но и стабильно формировать качество зерна не ниже 3-го класса, обеспечивающее более рентабельное производство, а также иметь достойную хлебопекарную оценку.

Цель исследований – оценка нового сорта яровой мягкой пшеницы Аль Варис по уровню урожайности, показателям качества зерна и хлебопекарным свойствам муки, в сравнении с другими сортами Татарского НИИСХ с высоким потенциалом качества.

Работу проводили в 2011–2018 гг. на полях селекционного севооборота Татарского НИИСХ, расположенного в Предкамской зоне Татарстана. Почва – серая-лесная, хорошо окультуренная, типичная для зоны. Степень гумусированности (по методу Тюрина в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26213-91) варьировала от низкой до высокой (2,44...5,18 %); содержание щелочногидролизируемого азота (по методу Корнфилда, МУ ЦИНАО, 1985 г.) было высоким (76...123 мг/кг); реакция почвенного раствора (pH солевой вытяжки по методу ЦИНАО, ГОСТ 26483-85) – слабокислая (5,1...6,1 ед. pH); содержание подвижных форм фосфора и калия (по методу Кирсанова, в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26207-91) – соответственно очень высокое 315...405 и 128...272 мг/кг.

Посев проводили селекционной сеялкой ССФК-7 в четырехкратной повторности, площадь делянки 25 м^2. Опыт был заложен систематическим методом с шахматным размещением по повторениям. Основная и предпосевная обработка почвы – традиционная для зоны. Под предпосевную культивацию осуществляли фоновое внесение минеральных удобрений в дозе не более 58:24:24 кг д.в./га N:P:K. Объект исследования – новый сорт яровой мягкой пшеницы селекции Татарского НИИСХ Аль Варис, отобранный из сложной гибридной комбинации с участием сортов Омская 28, Saffran, Kolibri и др. Сравниваемые сорта: Йолдыз – стандарт для зоны, широко распространен в производстве, лидер на рынке семян в Татарстане; Казанская Юбилейная и Хаят – высококачественные сорта, имеющие высокую коммерческую привлекательность и пользующиеся высоким спросом.

Мукомольно-хлебопекарные качества зерна оценивали по общепринятым методикам: содержание белка – по ГОСТ 10846-91; количество сырой клейковины в зерне – отмыванием вручную, качество клейковины по индексу деформации клейковины (ИДК-1) – по ГОСТ Р 54478-2011; стекловидность зерна с использованием диафаноскопа – по ГОСТ 10987-76; определение реологических свойств теста с применением альвеографа – по ГОСТ Р 51415-99 (ИСО 5530-4-91) и фаринографа – по ГОСТ ISO 5530-1-2013. Хлебопекарную оценку проводили методом пробной лабораторной выпечки – по ГОСТ 27669-88.

На хлебопекарные качества муки пшеницы оказывают влияние свойства крахмала и активность амилолитических ферментов. Большое влияние на углеводно-амилазный комплекс оказывает прорастание зерна, в связи со значительным увеличением активности амилолитических ферментов [5]. Для того чтобы исключить возможное воздействие этого фактора мы проанализированы результаты исследований, проведенных в наиболее благоприятные для уборки урожая годы. Определение свойств крахмала в процессе клейстеризации осуществляли на амилографе по ГОСТ ISO 7973-2013.

Статистическую обработку результатов исследований проводили согласно методическому руководству Б. А. Доспехова [6].

В зоне проведения исследований для формирования урожайности наиболее значим водно-температурный режим в мае-июне, а для качества зерна – в июле [7]. Наиболее благоприятными для достижения высокой урожайности были 2011, 2012, 2017 гг., а качества зерна – 2013 и 2015 гг. (табл. 1). При этом в 2013 г.

1. Характеристика гидротермического режима за май–июль.

Показатель	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
ГТК май – июнь	1,11	0,95	0,53	0,8	0,63	0,54	1,42	0,40
ГТК июль	0,59	0,87	1,55	0,53	1,86	0,19	1,61	0,55
Сумма среднесуточных температур в июле, ^{0}C	694	833	619	583	597	680	604	690
Сумма осадков в июле, мм	41	55	96	31	111	13	97	38

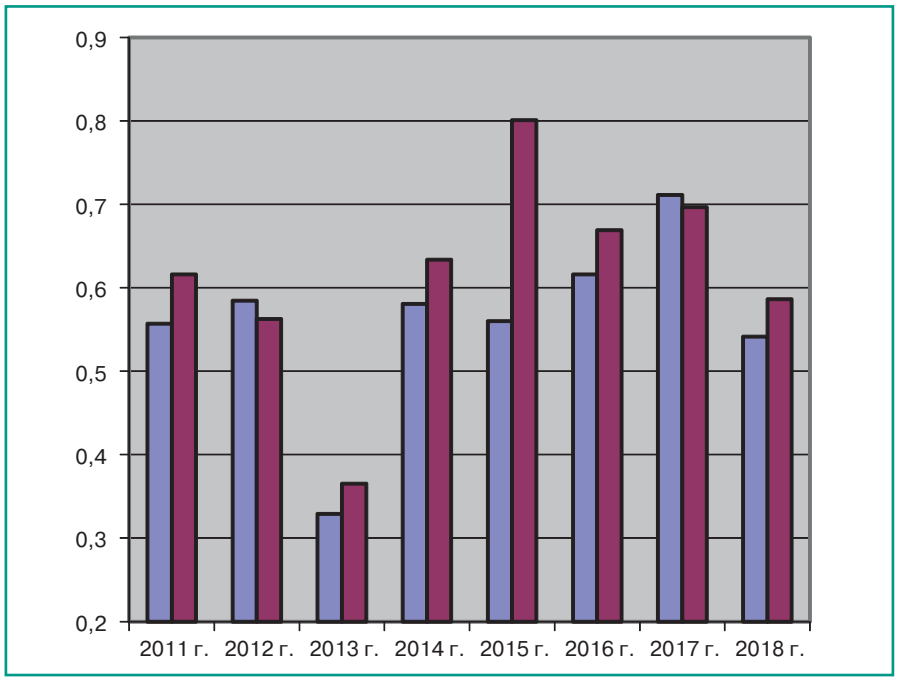

Рисунок. *Сбор белка сортов яровой мягкой пшеницы в сортоиспытании Татарского НИИСХ: ■ – Йолдыз; ■ – Аль Варис.*

отмечали минимальную урожайность за все годы испытания, что привело к снижению показателя «белковая продуктивность»

В среднем в мире в рационе человека на белки пшеницы приходится около 21 % ежедневного потребления протеина, в России величина этого показателя достигает 29 % [8]. Сбор белка с единицы площади (белковая продуктивность) – важнейший интегральный показатель результативности селекции пшеницы.

Из 8 лет испытаний, разных по давлению абиотических и биотических факторов, сорт Аль Варис по величине показателя «белковая продуктивность» превосходил стандарт Йолдыз 6 раз. Максимальный сбор белка у сорта Аль Варис отмечали в 2015 г. – 0,80 т/га, минимальный в 2013 г. – 0,37 т/га. В 2015 г. превосходство над стандартом превысило 30 % (см. рисунок). При этом стандарт Йолдыз характеризуется высокой и стабильной урожайностью в контрастных условиях и показывает лучшие результаты в испытаниях в Госсортсети [9]. Сорт Аль Варис по величине этого показателя находится на уровне стандарта, варьирование урожайности по годам испытания у них было сопоставимым. Одновременно сбор зерна сорта Аль Варис с единицы площади был выше, чем у сортов Татарского НИИСХ с лучшими мукомольно-хлебопекарными свойствами зерна – Хаят и Казанская Юбилейная, первый из которых включен в список «ценных», а второй в список «сильных пшениц» (табл. 2). В целом максимальная среди сравниваемых генотипов «белковая продуктивность» сорта Аль Варис обусловлена высокой урожайностью и содержанием белка в зерне. При этом изменчивость сбора белка у сорта Аль Варис по годам испытания (коэффициент вариации 20,4 %) была выше, чем у сортов Казанская Юбилейная и Йолдыз.

Минимальное содержание белка и клейковины в зерне сорта Аль Варис отмечали в 2017 г. – 12,9 и 22,7 % соответственно, а максимальное в 2013 г. – 16,6 и 32,4 %. Низкие величины этих показателей в 2017 г. были обусловлены тем, что весь период вегетации характеризовался избыточным увлажнением (ГТК в среднем составил 1,48). В 2013 г. сложилась иная ситуация, в мае–июне отмечали засуху (ГТК – 0,53), которая привела к формированию органов плодоношения меньших размеров, что вызвало снижение продуктивности растений. Улучшение гидротермических условий в июле (ГТК – 1,55) способствовало увеличению «белковости» зерна (табл. 3). В целом за 8 лет качество клейковины не опускалось ниже 3-го класса ограничительных норм для мягкой пшеницы и находилось в пределах 72...87 е.п. ИДК-1, за исключением 2017 г., когда оно было ниже. Новый сорт не уступал по содержанию белка в зерне высококачественным сортам Хаят и Казанская Юбилейная, при этом содержание сырой клейковины у него было меньше, чем у Казанской Юбилейной, на 2,7 %.

На натуру чистого зерна с базисной влажностью влияет форма и однородность размеров, а также плотность зерновок, размер как таковой почти или совершенно не влияет на величину этого показателя [10]. По величине натуры можно приближенно предполагать

2. Урожайность и сбор белка (2011–2018 гг.) сортов яровой мягкой пшеницы в сортоиспытании Татарского НИИСХ

Сорт	Урожайность, т/га			CV,%	Сбор белка, т/га			CV,%
	min	max	x̄		min	max	x̄	
Йолдыз	2,27	5,63	4,27	22,0	0,33	0,71	0,56	19,2
Хаят	1,87	4,63	3,77	23,1	0,30	0,63	0,52	22,3
Казанская Юбилейная	2,12	4,13	3,34	18,0	0,35	0,54	0,47	13,5
Аль Варис	2,20	5,40	4,35	22,6	0,37	0,80	0,62	20,4
$НСР_{05}$			0,37				0,05	

3. Белково-клейковинный комплекс зерна (2011–2018 гг.) сортов яровой мягкой пшеницы в сортоиспытании Татарского НИИСХ

Сорт	Массовая доля белка, %			Содержание сырой клейковины, %			Качество сырой клейковины в муке (ИДК-1), е.п.		
	min	max	x̄	min	max	x̄	min	max	x̄
Йолдыз	12,3	14,5	13,2	19,8	28,3	23,8	51	90	74
Хаят	13,4	16,0	14,4	25,6	33,7	28,1	67	87	78
Казанская Юбилейная	13,7	16,7	14,9	26,3	34,2	30,1	73	96	80
Аль Варис	12,9	16,6	14,4	22,7	32,4	27,4	72	87	81
$НСР_{05}$			0,7			2,1			8

4. Технологические свойства зерна (2011–2018 гг.) сортов яровой мягкой пшеницы в сортоиспытании Татарского НИИСХ

Сорт	Натура, г/л			Стекловидность, %		
	min	max	x̄	min	max	x̄
Йолдыз	773	811	792	26	90	58
Хаят	758	810	788	48	87	64
Казанская Юбилейная	742	800	783	44	86	62
Аль Варис	761	815	789	60	87	74
$НСР_{05}$			11			10

выход муки из того или иного зерна. Стекловидность отражает консистенцию эндосперма и служит косвенным признаком твердозерности. Это признак субъективный и изменяется в широком диапазоне в зависимости от действия факторов среды. Твердозерные пшеницы при измельчении образуют более крупные частицы, состоящие из групп призматических клеток, сохраняющих свою структуру (так называемая крупичатая мука) [11].

Натура и стекловидность зерна сорта Аль Варис во все годы соответствовали ограничительным нормам 1, 2-го класса (табл. 4). По стекловидности он превосходил сорта Хаят и Казанская Юбилейная на 10 и 12 % соответственно, а по натурной массе разница между ними была недостоверна.

Важную роль в процессе приготовления хлеба играют реологические свойства теста, основные из которых – сила муки (удельная работа деформации теста), валориметрическая оценка и степень разжижения теста. Средняя величина показателя «сила муки» у сорта Аль Варис была невысокой – 190 е.а., только в 2014 г. она превышала 260 е.а. (классификационная норма для ценной пшеницы). У сортов Хаят и Казанская Юбилейная сила муки была соответственно на 142 и 93 е.а. больше (табл. 5).

стенция. Ранее мы установили, что в условиях Татарстана у сортов яровой пшеницы формируется зерно со слабым разжижением теста [12]. У сорта Аль Варис величина этого показателя по годам испытания менялась в широких пределах – от 39 до 107 е.ф. Известно, что на разжижение теста в значительной степени оказывают влияние погодные условия [13], это относится и к сорту Аль Варис. В 2013, 2014, 2016 и 2018 гг. она соответствовала классификационным требованиям к сильной и ценной пшенице. Однако в целом по результатам испытания 2011–2016 гг. величине этого показателя у нового сорта была достоверно ниже, чем у сорта Хаят, на 19 е.ф.

Валориметрическая оценка – обобщающий показатель валориграммы (фаринограммы), зависит от периода развития теста и устойчивости при его замесе, определяется как площадь, занимаемая валориграммой. У сорта Аль Варис средняя валориметрическая оценка составляла 57 е.в., что отвечало требованиям к ценным сортам пшеницы и было несущественно ($НСР_{05}$ 10 е.в.) ниже, чем у сортов Хаят и Казанская Юбилейная, на 4 и 1 е.в. соответственно.

Качество хлеба зависит не только от свойств теста. Процессы брожения, протекающие в пшеничном тесте при добавлении дрожжей, сильно изменяют его первоначальные

воздействием высоких температур при выпечке формируется эластичность и структура мякиша, а также другие признаки, характеризующие качество готового продукта.

Для определения реальной хлебопекарной способности муки пшеницы, используют ряд рецептур и режимов пробной выпечки, различия в которых позволяют правильно интерпретировать данные при тестировании образцов с разными качествами и повысить ее эффективность. Чаще всего пробную лабораторную выпечку осуществляют по ГОСТ 27669-88 (безопарный метод, без добавления улучшителей).

Хлеб из зерна сорта Аль Варис характеризовался хорошей пористостью (мелкая, тонкостенная), средняя оценка которой составляла 4,7 баллов и не опускалась ниже 4 баллов. Объемный выход хлеба из 100 г муки в 2014 г. снижался до 340 мл, но за 8 лет испытания только 2 года был меньше 450 мл. Общая хлебопекарная оценка – это интегральный показатель учитывающий объем хлеба, внешний вид, пористость, цвет и эластичность мякиша. В 2011, 2012, 2013, 2017, 2018 гг. она была отличная, в 2014, 2015, 2016 гг. – хорошая. Общая хлебопекарная оценка сорта Аль Варис в среднем за годы исследований была больше, чем у стандарта Йолдыз и «сильной пшеницы» Казанская Юбилейная (табл. 6).

5. Реологические свойства теста (2011–2016 гг.) сортов яровой мягкой пшеницы в сортоиспытании Татарского НИИСХ

Сорт	Сила муки, е.а.			Разжижение теста, е.ф.			Валориметрическая оценка, е.в.		
	min	max	x̄	min	max	x̄	min	max	x̄
Йолдыз	141	278	207	50	115	78	48	62	56
Хаят	195	536	332	55	75	61	56	68	61
Казанская Юбилейная	175	429	283	50	100	73	53	64	58
Аль Варис	120	273	190	39	107	80	51	63	57
$НСР_{05}$			79			15			10

Чем меньше величина разжижения теста, определенная с помощью фаринографа, тем лучше его консистенция. Ранее мы установили, что в условиях Татарстана у сортов яровой пшеницы формируется зерно со слабым разжижением теста [12]. У сорта Аль Варис величина этого показателя по годам испытания менялась в широких пределах – от 39 до 107 е.ф. Известно, что на разжижение теста в значительной степени оказывают влияние погодные условия [13], это относится и к сорту Аль Варис. В 2013, 2014, 2016 и 2018 гг. она соответствовала классификационным требованиям к сильной и ценной пшенице. Однако в целом по результатам испытания 2011–2016 гг. величине этого показателя у нового сорта была достоверно ниже, чем у сорта Хаят, на 19 е.ф.

Валориметрическая оценка – обобщающий показатель валориграммы (фаринограммы), зависит от периода развития теста и устойчивости при его замесе, определяется как площадь, занимаемая валориграммой. У сорта Аль Варис средняя валориметрическая оценка составляла 57 е.в., что отвечало требованиям к ценным сортам пшеницы и было несущественно ($НСР_{05}$ 10 е.в.) ниже, чем у сортов Хаят и Казанская Юбилейная, на 4 и 1 е.в. соответственно.

Качество хлеба зависит не только от свойств теста. Процессы брожения, протекающие в пшеничном тесте при добавлении дрожжей, сильно изменяют его первоначальные свойства, под действием ферментов и микроорганизмов происходит структуризация теста. Затем под

При выпечке пшеничного теста пористая структура мякиша закрепляется не только в результате

6. Хлебопекарная оценка (2011–2016 гг.) сортов яровой мягкой пшеницы в сортоиспытании Татарского НИИСХ

Сорт	Пористость, балл			Объемный выход хлеба, мл			Общая хлебопекарная оценка, балл		
	min	max	x̄	min	max	x̄	min	max	x̄
Йолдыз	4,0	4,5	4,3	340	551	466	4,0	4,5	4,3
Хаят	4,0	4,8	4,4	384	597	508	4,1	4,8	4,5
Казанская Юбилейная	3,4	4,8	4,4	359	542	483	3,7	4,6	4,2
Аль Варис	4,0	5,0	4,8	340	613	482	4,1	4,7	4,5

7. Свойства крахмала сортов яровой мягкой пшеницы в сортоиспытании Татарского НИИСХ

Показатель		Йолдыз	Аль Варис
Высота амилограммы, е.а.:	2013 г.	750	1145
	2016 г.	1580	2040
	2018 г.	900	1440
	средняя	1077	1542
Начало клейстеризации, °С	CV,%	2,6	1,0
	средняя	58,6	61,2
Пик клейстеризации , °С	CV,%	3,4	2,3
	средняя	90,1	91,0

свертывания клейковинных белков, но и из-за превращения крахмала в плотный студень [14], придающий жесткость структуре хлеба.

Высота амилограммы отражает вязкость водно-мучной суспензии при максимальной клейстеризации [14]. В благоприятные для уборки годы величина этого показателя у сорта Аль Варис в среднем составляла 1542 е.а., что значительно (на 395 е.а.) выше, чем у стандарта Йолдыз, и на уровне сортов Хаят и Казанская Юбилейная (1513 и 1588 е.а. соответственно). Температура начала и максимальной клейстеризации у изученных сортов были типичными для яровой пшеницы и несущественно изменялись по годам испытания.

Выводы. Сорт Аль Варис не уступает по урожайности (в среднем за годы испытания 4,35 т/га) стандарту Йолдыз и достоверно превосходит его по «белковой продуктивности» (на 0,06 т/га). Зерно нового сорта в годы испытаний (2011–2018 гг.), за исключением 2017 г. (избыточно увлажненный) по показателям качества соответствовало требованиям 2,3-го класса по ГОСТ 9353-2016. По степени разжижения теста и валориметрической оценке сорт Аль Варис соответствовал требованиям, предъявляемым к сильной и ценной пшенице. Несмотря на невысокую среднюю величину показателя «сила муки» (190 е.а.), общая хлебопекарная оценка нового сорта – хорошая и отличная. Хлеб из зерна сорта Аль Варис характеризовался хорошей пористостью (мелкая, тонкостенная) – в среднем 4,7 баллов, объемный выход хлеба из 100 г муки только 3 года из 8 лет испытания был ниже 550 мл. Показатель «высота амилограммы» в благоприятные для уборки годы у сорта Аль Варис составлял 1542 е.а., что выше, чем у стандарта, на 395 е.а. В целом сорт Аль Варис превосходил стандарт Йолдыз по показателям качества зерна и по большинству из них находился на уровне высококачественных сортов Казанская Юбилейная и Хаят.

Литература.

1. Селекция озимой пшеницы на продуктивность и качество сортов / Б. И. Сандухадзе, М. И. Рыбакова, А. В. Осипова и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. Т. 18. № 2. С. 14–19.

2. Создание и изучение сорта яровой мягкой пшеницы «Памяти Майстренко» с интрогрессией генетического материала от синтетического гексаплоида Triticum timopheevii Zhuk. x Aegilops tauschii Coss. / Л. И. Лайкова, И. А. Белан, Е. Д. Бадаева и др. // Генетика. 2013. Т. 49. № 1. С. 103–112.

3. Митрофанова О. П., Хакимова А. Г. Новые генетические ресурсы в селекции пшеницы на увеличение содержания белка в зерне // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. Т. 20. № 4. С. 545–554.

4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур / под общ. ред. М. А. Федина. М.: Госагропром СССР, 1988. 121 с.

5. Крупнов В. А., Крупнова О. В. Подходы по улучшению качества зерна пшеницы: селекция на число падения // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. Т. 19. № 5. С. 604–612.

6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

7. Влияние условий выращивания на формирование урожайности яровой мягкой пшеницы / Н. З. Василова, Д-л. Ф. Асхадуллин, Д-р. Ф. Асхадуллин и др. // Достижение науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 41–43.

8. Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security / B. Shiferaw, M. Smale, H.-J. Braun, etc. // Food Security. 2013. Vol. 5. Iss. 3. Pp. 291–317.

9. Новые сорта яровой мягкой пшеницы селекции ТатНИИСХ / Н. З. Василова, Э. З. Багавиева, Д. Ф. Асхадуллин и др. // Земледелие. 2015. № 8. С. 46–48.

10. Пшеница и оценка ее качества / пер. с англ., под ред. Н. П. Козминой, Л. Н. Любарского. М.: Колос, 1968. 495 с.

11. Козьмина Н. П., Любарский Л. Н. Зерно и оценка его качества. М.: Заготиздат, 1962. 182 с.

12. Формирование качества зерна сортов яровой мягкой пшеницы / Н. З. Василова, Д-л. Ф. Асхадуллин, Д-р. Ф. Асхадуллин и др. // Достижение науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 11. С. 42–44.

13. Соболева Е. В. Формирование качества зерна сортов яровой мягкой пшеницы в условиях центрального района Нечерноземной зоны РФ: автореф. дис. … канд.с.-х. наук. М., 2008. 25 с.

14. Методы оценки технологических свойств зерна пшеницы, крупяных и бобовых культур / под ред. Н. П. Козьминой, Е. П. Козьминой, Л. Н. Любарского и др. М.: Из-во МСХ СССР, 1961. 147 с.

New Variety Al Varis of Spring Soft Wheat for Bread Baking

N. Z. Vasilova, D-l. F. Askhadullin, D-r. F. Askhadullin, E. S. Kirillova
Tatarian Agricultural Research Institute – autonomous structural subdivision of the Federal Research Center of the Kazan Scientific Center of the RAS, ul. Orenburgskii trakt, 48, Kazan', 420059, Russian Federation

Abstract. *A commercially attractive variety of wheat not only should be highly productive but also consistently form the quality of grain not lower than the third class, providing a more cost-effective production, as well as it should have a decent baking evaluation. The goal of our research was the evaluation of a new variety of spring wheat Al Varis for compliance with these requirements. The variety was compared with Yoldyz standard, Kazanskaya Jubileinaya and Hayat under conditions of the Cis-Kama zone of Tatarstan on grey forest soils in 2011–2018. The average yield of Al Varis variety (4.35 t/ha) was at the level of Yoldyz standard, and its protein productivity was significantly higher by 0.06 t/ha. The grain of the new variety in the years of testing, with the exception of 2017 (excessively wet), in terms of quality met the requirements of the second-third class (according to GOST 9353-2016). According to the average values of the indicators for the degree of dough dilution (80 units of farinograph) and the valorimetric evaluation (57 units of valorimeter), the production of Al Varis variety met the requirements for valuable wheat. The total bakery grade of the new variety was good and excellent (4.0–4.7 points). The amylogram height, in the favourable harvesting years, was 1542 units of amilograph, which was higher by 395 units than that of the standard. Al Varis with a high yield level had grain suitable for baking high-quality bread without adding improvers.*

Keywords: *spring wheat; variety; quality; productivity.*

Author Details: *N. Z. Vasilova, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: tatniirape@mail.ru); D-l. F. Askhadullin, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow; D-r. F. Askhadullin, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow; E. S. Kirillova, research engineer.*

For citation: *Vasilova N. Z., Askhadullin D-l. F., Askhadullin D-r. F., Kirillova E. S. New Variety Al Varis of Spring Soft Wheat for Bread Baking. Zemledelije. 2019. No. 1. Pp. 38–42 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10111.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10112
УДК 633.13:631.559:005.336.3(470.53)

Перспективы выращивания продовольственного овса в Пермском крае

Н. М. МУДРЫХ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: nata020880@hotmail.com)
Пермский аграрно-технологический университет, Петропавловская, 23, Пермь, 614990, Российская Федерация

Цель исследования, проведенного в 2015–2017 гг. в Пермском крае, - оценить перспективы выращивания продовольственного овса в крае и определить целевое назначение производимого зерна. Зерно овса выращено в четырех природно-сельскохозяйственных районах края, отличающихся климатическими и почвенными условиями. В качестве объекта исследований использовали 6 ценных по качеству районированных в крае сортов овса (Улов, Владыка, Конкур, Тифон, Стайер, Стиплер). Определяли следующие признаки: масса 1000 зерен, пленчатость, влажность, содержание белка и жира, зольность, кислотность. Урожайность овса сильно варьировала по годам и сортоучасткам и составила 1,1…6,5 т/га. Сорта Стайер, Тифон и Стиплер по величине этого показателя превзошли сорт Конкур на 3…9 %, а у сортов Улов и Владыка она была ниже на 5…19 %. Зерно сорта Стайер отличается высокой массой 1000 зерен (43,4…45,8 г), титруемой кислотностью (6,4...7,6 град.) и содержанием минеральных веществ (1,9…7,6 %). По количеству белка в зерне выделился сорт Улов (18,3…20,5 %), по содержанию жира – сорт Владыка (13,5 %). Зерно, выращиваемое в крае, не пригодно для производства овсяных хлопьев «Геркулес» и муки. Для производства детского питания пригоден только сорт Улов. Зерно сортов Конкур, Владыка, Стиплер и Тифон пригодно только для переработки в овсяную крупу, сорта Стайер – на корм животным.

Ключевые слова: *овес яровой, сорта, урожайность, качество зерна, овсяная крупа, овсяная мука.*

Для цитирования: *Мудрых Н. М. Перспективы выращивания продовольственного овса в Пермском крае // Земледелие. 2019. № 1. С. 43–44. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10112.*

На сегодняшний день в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации, допущенных к использованию, включено более 100 разнообразных сортов овса. В стране есть все необходимые объективные условия для формирования максимальных урожаев высококачественного зерна этой культуры. При благоприятных почвенно-климатических условиях, путем улучшения процесса семеноводства и состояния производственных посевов овса, в России можно значительно увеличить объемы выращивания его зерна и удовлетворить внутренний спрос на продукцию этой культуры [1, 2, 3].

Лидеры по выращиванию овса в нашей стране – Алтайский край, Новосибирская область и Красноярский край, в которых его посевные площади в 2017 г. составили соответственно 395,1; 210,3 и 163,3 тыс. га. Пермский край в 2015 г. находился на 40 месте (18,91 тыс. га), а к 2017 г. поднялся на 16 место (55 тыс. га), при этом валовое производство увеличилось соответственно с 27,8 млн т (40 место) до 96,8 млн т (19 место) За последние 3 года самая высокая урожайность овса (3,2…3,4 т/га) отмечена в Краснодарском крае. В 2017 г. на втором месте была Липецкая область (3,3 т/га), на третьем – Республика Карачаево-Черкессия (3,2 т/га). Пермский край в 2015 г. занимал 44 место (1,5 т/га), а в 2017 г. переместился на 48 место (1,8 т/га) [4, 5, 6].

Важные звенья в увеличении урожайности в системе агрономических мероприятий – сорт и технология его возделывания. На долю сорта в повышении урожайности приходится 25 %, технологии возделывания – 25, удобрений – 50 % [7]. Практически все зерно овса, производимое на территории края, используют на корм [8], в то же время в последние годы районируют новые перспективные сорта, которые по качеству относят к ценным. В Пермском края выращивают 18 районированных сортов овса, из них 12 сортов – продовольственного назначения.

Цель исследований – оценить перспективы выращивания продовольственного овса в Пермском крае и определить целевое назначение производимого зерна.

Исследования проводили в Пермском крае в 2015–2018 гг. На сортоучастках, расположенных в четырех природно-сельскохозяйственных районах – Коми-Пермяцкий северо-западный южно-таежно-лесной (Кудымкарский), Центрально-восточный южно-таежно-лесной (Верхнемулинский), Западный южно-таежно-лесной (Куединский) и Юго-восточный лесостепной (Ординский), изучали 6 ценных по качеству сортов овса – Улов, Владыка, Конкур (на всех сортоучастках края используется в качестве стандарта), Тифон, Стайер, Стиплер. Учет урожайности проводили прямым методом [9, 10, 11]. В целом метеорологические условия в годы исследования были неблагоприятными для роста и развития культуры. В 2015 г. наблюдали избыточное увлажнение и недостаток тепла, гидротермический коэффициент (ГТК) с мая по август составил 2,1. В 2016 г. отмечена теплая и засушливая погода (ГТК = 0,7). В 2017 г. в период выход в трубку – выметывание наблюдали избыточное увлажнение, а всходов – выхода в трубку еще и недостаток тепла (ГТК = 2,3). Определяли следующие показатели качества: влажность – по ГОСТ 13586.5-2015, масса 1000 зерен – по ГОСТ ISO 520-2014, пленчатость – по ГОСТ 10843-76), массовая доля белка – по ГОСТ 10846-91 и жира – по ГОСТ 29033-91, зольность – по ГОСТ Р 51411-99 (ИСО 2171-93), кислотность – по ГОСТ 26971-86. Статистическую обработку данных осуществляли с использованием Microsoft Excel и STATISTICA 8.

В результате проведенных исследований по признаку скороспелости были выделены сорта Тифон и Улов с продолжительностью вегетационного периода 90 дней и диапазонами варьирования величины этого показателя на уровне 72…106 и 76…101 дн. соответственно.

Урожайность зерна изучаемых сортов в 2015–2017 гг. варьировала от 1,1 до 6,5 т/га (табл. 1). Сорта Стайер, Тифон и Стиплер превзошли стандарт по урожайности на 3…9 %, размах варьирования составил 4,3…4,5 т/га. Сбор зерна сортов Улов и Владыка был ниже стандарта на 5…19 % и варьировал на уровне 4,0…5,3 т/га. Анализ урожайности овса по природно-сельскохозяйственным районам показал, что максимальный по краю ее уровень возможен в Юго-восточном лесостепном (5,2…6,1 т/га), а самая низкая – в Центрально-восточном южно-таежно-лесном (2,0…3,5 т/га).

В зависимости от качества зерно культуры делят на 3 класса. Основные показатели его пригодности для пере-

1. Урожайность зерна сортов овса (2015–2017 гг.)

Наименование сорта	Среднее, т/га	lim, т/га
Конкур (2008)*	4,0	1,5...6,2
Владыка (2013)	3,2	1,1...6,4
Стайер (2010)	4,1	1,9...6,2
Стиплер (2016)	4,4	2,1...6,4
Тифон (2011)	4,1	2,0...6,5
Улов (1992)	3,8	1,6...5,6
$НСР_{05}$	0,4	

**в скобках указан год районирования на территории Пермского края.*

2. Показатели качества зерна овса

Сорт	Масса 1000, г	Пленчатость, %	Содержание, %				Кислотность, град
			влаги	белка	жира	золы	
Конкур	41,4±0,3	28,0±1,2	7,7±0,1	15,1±1,6	8,7±0,1	2,4±0,4	6,0±0,0
Владыка	23,8±0,0	–	9,1±0,2	17,6±2,2	13,5±0,0	2,5±0,0	4,0±0,0
Стайер	44,6±1,2	29,2±0,9	7,5±0,3	12,9±1,2	10,0±0,3	2,4±0,5	7,0±0,6
Стиплер	34,7±0,3	22,1±0,0	8,4±0,1	14,2±1,6	8,5±1,1	2,7±0,4	4,0±0,0
Тифон	40,4±0,3	26,3±1,3	7,8±0,1	10,8±1,7	10,0±0,0	2,7±0,4	5,0±0,6
Улов	37,5±0,6	28,9±0,3	7,3±0,1	19,4±1,1	10,7±0,0	2,7±0,5	5,0±0,6
Норма (не более):							
для крупы			12,5	–	–	–	6,0
для хлопьев «Геркулес»			12,0	–	–	2,1	5,0
для муки			10,0	13,0*	15,0	2,0	7,0
для детского питания			8,0	16,0*	11,0	–	11,0

**для белка – не менее.*

работки – цвет, запах, влажность, содержание доброкачественного ядра, кислотность и зараженность вредителями [12].

Как показывают результаты многочисленных исследований, выход готовой продукции при переработке овса зависит от массы 1000 зерен и пленчатости [13, 14, 15]. В результате лабораторного анализа установлено, что сорт Стайер формирует более крупное зерно (43,4…45,8 г), чем другие сорта (23,8…41,7 г). Наименьшая величина этого показателя отмечена у голозерного сорта Владыка (23,8 г). Несмотря на это, выход готовой продукции из такого зерна увеличивается примерно на 20 %, так как оно лишено балласта – пленок. Из остальных сортов самой низкой пленчатостью отличались Стиплер и Тифон – соответственно 22,1 и 25,0…26,9 % (табл. 2). У сортов Стайер, Улов и Конкур величина этого показателя находилась примерно на одном уровне 27,8…30,1 %.

Важнейший показатель овсяных продуктов – массовая доля белка. Для продуктов детского питания она должна быть не менее 16 %, для муки овсяной – не менее 13 %. По величине этого показателя для производства овсяной муки пригодны сорта Конкур, Владыка и Улов, для приготовления продуктов детского питания – Владыка, Стайер и Улов. Поскольку для крупы овсяной и хлопьев овсяных «Геркулес» массовая доля белка не нормируется ГОСТ 21149-93, следовательно, для переработки на эти цели подходят все изучаемые сорта. Положительное свойство зерна овса – высокое содержание жира. Величина этого показателя у сорта Владыка не соответствует нормам для изготовления продуктов детского питания, но для переработки на другие цели по величине этого показателя оно пригодно. По зольности все исследуемые образцы не подходят для переработки в хлопья «Геркулес» и муку овсяную. Кислотность зерна сортов Владыка, Стиплер, Тифон и Улов подходит для изготовления всех продуктов; Конкура и Стайера – не соответствует требованиям для хлопьев «Геркулес», а Стайера также и для изготовления крупы.

Таким образом, за три года исследований достоверно превысил стандарт (Конкур) по урожайности только сорт Стиплер – на 0,4 т/га при величине этого показателя у стандарта 4,0 т/га. Оценивая перспективу возделывания продовольственного овса в Пермском крае можно сказать, что выращиваемое зерно не пригодно для производства овсяных хлопьев и муки. Для производства детского питания пригоден только сорт Улов. Зерно сортов Конкур, Владыка, Стиплер и Тифон пригодно только для переработки в овсяную крупу, сорта Стайер – на корм животным.

Литература.

1. Кардашина В. Е., Николаева Л. С. Влияние агрометеорологических условий на урожайность и развитие овса // Пермский аграрный вестник. 2018. № 1. С. 69–76.

2. Лоскутов И. Овес: функциональные свойства и особенности использования // Хлебопечение. Кондитерская сфера. 2016. № 3 (65). С. 17.

3. Юсова О. А. Качество зерна овса в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Достижения науки техники АПК. 2017. № 12. С. 32–35.

4. Мировой Атлас Данных. Мировая и региональная статистика, национальные данные, карты и рейтинги [Электронный ресурс]. URL: https://knoema.ru/atlas (дата обращения: 01.06.2018).

5. Посевные площади и валовые сборы сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий Пермского края в 2015 году: статистический бюллетень. Пермь: Пермьстат, 2016. 196 с.

6. Посевные площади и валовые сборы сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий Пермского края в 2017 году: статистический бюллетень. Пермь: Пермьстат, 2018. 196 с.

7. Безгодов А. В., Ахметханов В. Ф. Адаптивная способность сортов овса и интенсификация технологии выращивания в условиях Среднего Урала // Научные исследования: от теории к практике. 2016. № 10. С. 200–210.

8. Яркова Н. Н., Елисеев С. Л., Батуева И. В. оптимизация структуры посевных площадей зерновых культур в среднем Предуралье // Аграрная Россия. 2015. № 12. С. 11–16.

9. Результаты сортоиспытания сельскохозяйственных культур на госсортоучастках Пермского края за 2015 год. Пермь: филиал ФГБУ «Госсорткомиссия» по Пермскому краю, 2016. 68 с.

10. Результаты сортоиспытания сельскохозяйственных культур на госсортоучастках Пермского края за 2016 год. Пермь: филиал ФГБУ «Госсорткомиссия» по Пермскому краю, 2017. 74 с.

11. Результаты сортоиспытания сельскохозяйственных культур на госсортоучастках Пермского края за 2017 год. Пермь: филиал ФГБУ «Госсорткомиссия» по Пермскому краю, 2018. 76 с.

12. ГОСТ 3034-75. Крупа овсяная. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2010. 6 с.

13. Акимова О. В., Козлова Г. Я. Продуктивность и качество зерна голозерных и пленчатых сортов овса в условиях Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 2. С. 5–8.

14. Селекция голозерного овса, ценного по качеству зерна / Г. А. Баталова, С. Н. Шевченко, М. В. Тулякова и др. // Российская сельскохозяйственная науки. 2016. № 5. С. 6–9.

15. Янова М. А. Цугленок Г. И., Иванова Т. С. Использование голозерных форм ячменя и овса в производстве пищевых продуктов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2012. № 4. С. 203.

Prospects of Growing of Food Oat in the Perm Krai

N. M. Mudrykh
Perm State Agrotechnological University, ul. Petropavlovskaya, 23, Perm', 614000, Russian Federation

Abstract. *The purpose of the study, carried out in 2015–2017 in the Perm Krai, was to assess the prospects for growing food oat in the region and to determine the intended purpose of the grain produced. Oat grain was grown in four natural agricultural areas of the region, differing in climatic and soil conditions. As an object of the research, 6 oat varieties that were zoned in the region (Ulov, Vladyka, Konkur, Tifon, Stayer, Stipler) were used. The following signs were determined: weight of 1000 grains, husk content, humidity, protein and fat content, ash content, acidity. The yield of oat varied greatly over the years and plots and amounted to 1.1–6.5 t/ha. Stayer, Tifon and Stipler varieties exceeded Konkur variety by 3–9%, while the yield of Ulov and Vladyka varieties was lower by 5–19%. Grain of Stayer variety had the high weight of 1000 grains (43.4–45.8 g), titrated acidity (6.4–7.6 degrees) and the content of mineral substances (1.9–7.6%). By the amount of protein in the grain, Ulov variety stood out (18.3–20.5%), and according to the fat content (13.5%), Vladyka variety was the best. Grain grown in the region was not suitable for the production of oat products (flakes "Hercules", flour, baby food). Five of the six studied varieties were suitable for processing into oatmeal: Konkur, Vladyka, Stipler, Tifon and Ulov. In terms of quality indicators, products of Stayer variety can only be used as animal feed.*

Keywords: *spring oat; variety; yield; grain quality; oat groats; oat flour.*

Author Details: *N. M. Mudrykh, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: nata020880@hotmail.com).*

For citation: *Mudrykh N. M. Prospects of Growing of Food Oat in the Perm Krai. Zemledelije. 2019. No. 1. Pp. 43–44 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10112.*

Нужна другая система земледелия

За последние годы агропромышленный комплекс России добился больших успехов. Об этом свидетельствуют статистические данные, сообщают СМИ, говорят политики. Такие хорошие показатели обусловлены консолидированными усилиями государства и бизнеса (сельхозтоваропроизводителей), основанными на созданной для развития АПК инфраструктуре. Да и аграрные предприятия за последние годы стали другими. Многие из них сейчас используют самые современные технологии, которые, например, позволяют дистанционно отслеживать работу каждого трактора, комбайна и автомашины, имеющихся в хозяйстве, автоматически управлять работой сельскохозяйственной техники в ходе выполнения отдельных технологических операций без участия механизатора (за исключением переключения в конце загонки). Руководители таких предприятий не только осваивают современные технологии и приобретают технику лучших мировых брендов, но и постоянно обучают своих специалистов и рабочих, создают для них хорошие условия труда. Результатом этой работы стал рекордный урожай зерновых, собранный в России в 2017 г., – 135 млн т, из которых 52 млн т было отправлено на экспорт. В 2018 г. валовой сбор зерна также был неплохим (на уровне 116 млн т), несмотря на более сложные метеорологические условия.

На первый взгляд в агропромышленном комплексе страны все хорошо. Но ситуация выглядит так только для тех, кто не видит, а может быть не хочет замечать, что из-за недостаточного использования минеральных удобрений (в России вносят 45 кг д.в./га, тогда как в среднем по всему миру – 120 кг д.в./га), интенсивной механической обработки, совместного проявления эрозии и дефляции, происходит катастрофическое снижение плодородия почвы: за последние 100 лет содержание гумуса уменьшилось на 30...40 % и продолжает сокращаться на 600...700 кг/га в год. Уже 130 млн га сельскохозяйственных угодий РФ, или одна треть от их общей площади, признаны малопригодными для земледелия (!).

Ухудшение почвенного плодородия – не только российская проблема. **Человечество всегда уничтожало землю и не осознавало этого: во многих государствах ранее плодородные почвы превратились в бесплодные пустыни, на которых земледелие невозможно.** Например, тысячу лет назад Египет был основным поставщиком зерна для Римской империи, сейчас там пригодны для земледелия лишь 2 % площади страны. На остальных 98 % – **пустыня.** На территории древней Персии было очень развитое земледелие, 60...70 % площади современных Ирака, Ирана и Сирии – **пустыня.** Еще 6...7 веков назад вся Средняя Азия была «цветущим садом», сейчас на большей части Узбекистана и Туркмении – **пустыня.** Таких примеров можно привести много, и если мы не изменим существующие системы земледелия, то и значительная часть России может превратиться в **пустыню.**

Цель публикации заключается в том, чтобы обосновать необходимость и призвать заинтересованные лица к совместной разработке «Модели сельскохозяйственного производства» в форме опытно-показательного объекта, которая бы не только обеспечила сохранение почвенного плодородия, но и позволила повысить производительность труда, а также прибыль с 1 га пашни. В противном случае она не будет востребована, так как крестьяне думают не о том, что будет с их землей завтра, а о том, как заработать на жизнь сегодня.

К необходимости создания такой модели мы пришли не путем размышлений в кабинете, а в результате 18-и лет производственных опытов, проведенных специалистами ООО «Большой Морец», АО «Колос» и ООО «МАКС» в Еланском районе Волгоградской области. Дело в том, что классическая система земледелия, использовавшаяся на протяжении десятилетий, нас не устраивала. Поэтому было принято решение освоить научно-обоснованную систему сухого земледелия (НОССЗ), разработанную учеными и специалистами Волгоградской области. Принципиальное ее отличие от классической заключалось в переходе со вспашки на безотвальную обработку плоскорезами, орудиями со стойками СибИМЭ и чизельными плугами, использовании стерневых сеялок СЗС-2,1 вместо дисковых СЗ-3,6, а также увеличении доли черных паров в севообороте до 24,3...37,7 % (в зависимости от почвенно-климатической зоны).

Освоение НОССЗ начали в 2001 г. в ООО «Большой Морец» с перехода на безотвальную обработку почвы плоскорезами. Сначала казалось, что мы на правильном пути, так как оставленная на поверхности почвы стерня задерживала снег и препятствовала эрозии почвы при весеннем снеготаянии. Но уже через несколько лет использование стрельчатых рабочих органов ПГ-2-150 и ПГ-250, ширина которых составляла 1,5...2,5 м, привело к образованию «плужной подошвы», не пропускавшей влагу в нижние слои почвы. В результате обработанный горизонт весной долго оставался переувлажненным, а затем при повышении температуры воздуха достаточно быстро высыхал и становился твердым, как бетон, из-за чего посевные агрегаты сначала приступали к работе с опозданием, а потом не могли качественно провести сев. Орудия со стойками СибИМЭ тоже формировали плужную подошву, хотя и не такую плотную, как плоскорезы.

Гораздо лучшие результаты, как с точки зрения сохранения стерни, так и по накоплению влаги, показала обработка почвы чизельными плугами ПЧ-4,5. Кроме того, при использовании таких орудий перемешанные с землей пожнивные остатки создавали на поверхности почвы мульчу, которая защищала ее от перегрева и потери влаги. Однако проблему сохранения почвенного плодородия чизельная обработка решала не в полной мере, так как после нее поля приходилось бороновать и культивировать для последующей равномерной заделки семян.

А при использовании стерневой сеялки СЗС-2,1 оказалось невозможным обеспечить устойчивую глубину заделки семян при посеве, так как в зависимости от их количества в бункере, меняется глубина хода сошников. В результате на одном и том же поле глубина заделки семян может варьировать от 5 до 9 см. Кроме того, СЗС-

2,1 невозможно посеять на глубину менее 5 см, хотя такая потребность имеется.

Поэтому мы были вынуждены продать все имевшиеся плоскорезы ПГ-2-150 и ПГ-250, орудия со стойками СибИМЭ и сеялки СЗС-2,1. То есть попытка эксплуатации этой техники в наших условиях привела к неоправданным многомиллионным затратам, неэффективному использованию труда сотен людей и потере времени (!).

Достаточно спорны, на наш взгляд, и рекомендации НОССЗ Волгоградской области по увеличению количества черных паров с 10 до 24 % от общей площади пашни. Да, это действительно способствует увеличению накопления влаги в почве (примерно в 1,5 раза) и стабилизации производства зерна в засушливые годы. Но паровые поля не дают ни урожая, ни денег и оказывают крайне негативное влияние на плодородие почвы, так как из-за многократной механической обработки ее верхний слой превращается в пылевидную массу, которая смывается ливнями и сдувается ветрами. Поэтому в Волгоградской области и других регионах России с высокой долей черных паров в структуре пашни происходит ускоренная эрозия почвы: на полях сначала появляются промоины, а затем и овраги. По данным ФНЦ агроэкологии РАН, площадь заовраженных земель в России с каждым годом увеличивается на 10...15 тыс. га и составляет уже около 8 млн га. Поэтому необходимо сокращать площади занятые черными парами или даже полностью отказываться от их использования. Некоторые «наработки» по решению такой проблемы у нас имеются, но они еще не прошли полную проверку и говорить об этом пока преждевременно.

В соответствии с изложенным, мы сделали следующее заключение: эффективность НОССЗ Волгоградской области базируется на эксплуатации почвенного плодородия, что уже в среднесрочной перспективе (через 20...30 лет) может привести к серьезным проблемам. Поэтому нужна другая система земледелия, разработка которой возможна на основе Модели сельскохозяйственного предприятия в миниатюре (на площади 200...300 га), с проверкой ее эффективности в условиях конкретного хозяйства.

Мы начали такую работу с определения потенциала плодородия земель. Однако решить эту задачу не смогли. Дело в том, что данные агрохимического обследования, проведенного ФГБУ «Ростовский референтный центр Россельхознадзора» в ООО «Большой Морец» и АО «Колос» в 2018 г., сильно отличались от результатов такого же обследования, выполненного в прошлые годы. Например, в АО «Колос» на поле № 85 количество гумуса за 5 лет снизилось в 1,4 раза – с 4,4 % до 3,09 %, чего за такой короткий срок произойти не могло, в ООО «Большой Морец» на поле №2, содержание подвижного фосфора уменшилось в 2,4 раза – с 99,6 до 38,3 мг/кг, обменного калия в 2 раза – с 624 до 306 мг/кг, серы в 1,8 раза – с 5,5 до 3,0 мг/кг. Аналогичная картина была и по многим другим полям.

Чтобы разобраться в сложившейся ситуации, мы заказали агрохимическое обследование одних и тех же полей АО «Колос» еще в 3-х организациях и получили данные, отличающиеся на десятки, а по некоторым позициям – на сотни процентов (!). Например, результаты агрохимического обследования поля площадью 196 га, проведенного «Региональной группой «Агроанализ-Центр» (г. Грязи), отличаются от данных ФГБУ «Ростовский референтный центр Россельхознадзора» по содержанию гумуса в 1,7 раза (3,08 % против 5,11 %), подвижного фосфора – в 4,5 раза (14,7 мг/кг против 65,3 мг/кг), серы – в 2,3 раза (2,58 мг/кг против 6,1 мг/кг). Такая же картина с результатами обследования, выполненного ФГБУ «САС «Михайловская» и «Региональная группа «Агроанализ-Дон». Следовательно, предоставленная названными организациями (или, по крайней мере, 3-мя из них) информация не соответствует действительности.

Не меньше проблем оказалось и с методикой расчета доз внесения питательных веществ в почву. Это обусловлено тем, что на один и тот же плановый урожай одной и той же культуры по разным методикам необходимо вносить разное количество NPK. При этом используемые в России методы не учитывают влажность почвы при отборе проб, механический состав (супесь, суглинок, глина и др.), степень карбонатности и кислотности почвы, хотя эти факторы оказывают существенное влияние на результаты таких расчетов.

Конечно, в этих вопросах надо наводить порядок, но это не в нашей компетенции. Свою «миссию» мы видим в создании опытно-показательной «Модели производства сельскохозяйственной продукции», обеспечивающей максимально-возможную прибыль с 1 га пашни при минимальных потерях почвенного плодородия. Для решения этой задачи мы в течение ряда лет проводили многочисленные эксперименты, в том числе по изучению эффективности минеральных удобрений. Например, в ООО «Большой Морец» в 2015 г. на поле № 37, площадью 293 га, был заложен производственный опыт, предусматривавший применение 25-и различных комбинаций минеральных удобрений на озимой пшенице. Наивысшую урожайность (56,9 ц/га) и окупаемость удобрений (9,2 кг зерна на 1 кг д.в./га) отмечали в варианте с 120 кг/га аммофоса и 330 кг/га КАС. В 2017 г. наибольшую урожайность озимой пшеницы (71 ц/га) и самую высокую рентабельность (62,5 %) обеспечило внесение 170 кг/га аммофоса и 330 кг/га КАС.

Из анализа результатов этого и ряда других экспериментов мы пришли к тому, что необходимо кардинально пересмотреть отношение к системе удобрений. Такому выводу способствовали данные о том, что в развитых странах на пашню вносят 150...200 кг д.в./га удобрений, а в Волгоградской области в среднем лишь 15 кг д.в./га, или в 10...13 раз меньше.

Для разработки эффективной системы сбалансированного питания растений были предприняты следующие действия:

поскольку определить реальное содержание NPK в почве не удалось, в 2018 г. в двух отделениях ООО «Большой Морец» были заложены производственные опыты по определению эффективности внесения минеральных удобрений в расчете на запланированный урожай озимой пшеницы 70 ц/га, подсолнечника – 30 ц/га, кукурузы на зерно – 80 ц/га, нута – 25 ц/га с учетом количества питательных веществ, которые могут быть возвращены в почву с пожнивными остатками от предшествующих культур;

совместно с компанией «Pioneer» начата проверка эффективности технологий выращивания гибридов кукурузы и подсолнечника, используемых в лучших агрохолдингах Украины в похожих почвенно-климатических условиях. С этой целью осенью 2018 г. на нескольких полях ООО «Большой Морец» внесли от 100 до 550 кг/га различных удобрений. Весной 2019 г. будет внесено еще от 100 до 300 кг/га удобрений, предусмотренных конкретными технологиями;

осенью 2018 г. в АО «Колос» совместно с компанией «Syngenta» заложены производственные опыты по определению биологического потенциала урожайности гибридов подсолнечника и кукурузы при использовании технологий 3-х уровней интенсификации (низкий, средний и высокий), предусматривающих внесение от 94 до 287 кг д.в. NPK на 1 га под кукурузу и от 60 до 226 кг д.в. на 1 га под подсолнечник. Промежуточные результаты этих экспериментов (состояние посевов) будут продемонстрированы сельхозтоваропроизводителям Волгоградской области на Дне поля компании «Syngenta», который запланирован на август 2019 г.;

в ООО «МАКС» в 2018 г. провели многочисленные опыты по определению эффективности удобрений на различных сортах нута волгоградской селекции, которые будут продолжены в 2019 г. (фильм «Технология выращивания нута в ООО «МАКС» можно посмотреть на сайте www.maxseeds.ru);

в сентябре 2018 г. в ООО «Большой Морец» и АО «Колос» заложены производственные эксперименты по выращиванию озимой пшеницы по технологии известного фермера из Ростовской области **Ю. А. Перетятько** (с применением полного комплекса макро- и микроэлементов). Руководители и специалисты сельскохозяйственных предприятий Волгоградской области смогут осмотреть эти посевы в ООО «Большой Морец» на Дне поля, посвященном семеноводству озимой пшеницы, который запланирован на последнюю декаду июня 2019 г.

Понятно, что проблему эффективного внесения минеральных удобрений невозможно решить без «Системы точного (цифрового) земледелия». Питательные вещества в почве распределены крайне неравномерно и их необходимо вносить дифференцированно, как по количеству, так и по составу. Для решения этой задачи мы проводим переговоры с зарубежными партнерами (в России таких компетенций нет), в том числе с главой корпоративного подразделения «Syngenta» в России **Джонатаном Карнеги Брауном**, по словам которого компания готова поделиться имеющимися наработками в этом направлении. Интерес «Syngenta» к освоению «Системы точного земледелия» в наших хозяйствах связан с тем, что ее использование поможет раскрыть биологический потенциал гибридов подсолнечника и кукурузы компании в условиях Волгоградской области.

Предпринимаются и другие действия. Например, генеральный директор ООО «МАКС» **В. В. Банькин** по приглашению менеджеров компании «Amazone» ездил изучать «точное земледелие» в Германию, за что мы им очень благодарны.

Надеемся, что реализация перечисленных мер поможет значительно повысить рентабельность выращиваемых культур и обеспечить бездефицитный баланс питательных веществ в почве. **Однако проблему эрозии и дефляции почв они не решат.** Для этого нужно использовать технологии, предусматривающие возделывание сельскохозяйственных культур без обработки почвы (технология «No-Till»), которые мы изучали в США, Бразилии и Аргентине, а также на семинарах и конференциях в России. Чтобы не повторять ошибок, связанных с освоением НОССЗ Волгоградской области, приняли решение проверить эффективность этой технологии на небольшом земельном участке (250 га), который выделили в отделении №2 ООО «Большой Морец». Для координации такой работы был приглашен заместитель директора Ставропольского НИИСХ (ныне Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр), доктор сельскохозяйственных наук **Дридигер Виктор Корнеевич**, который осенью 2013 г. разработал специализированный 9-и польный севооборот. В течение следующих 3-х лет из него исключили культуры, показавшие низкую рентабельность (сою, ячмень яровой и лен масличный). **В итоге на опытном участке сложился следующий севооборот: химический пар, озимая пшеница, нут, кукуруза на зерно, подсолнечник и зерновое сорго.** Результаты его использования в 2017 г. оказались крайне противоречивыми: с одной стороны, по химическому пару был собран рекордный для предприятия урожай озимой пшеницы – 81,0 ц/га, а также достигнута отличная урожайность этой культуры по непаровому предшественнику (нут) – 67,5 ц/га. С другой, возделывание зернового сорго оказалось убыточным, а нут погиб полностью. Это произошло по следующим причинам: при разработке технологии выращивания озимой пшеницы учли влияние пожнивных остатков, которые препятствовали нагреванию почвы весной выше +16 °С, что позволило растениям продолжить кущение (в этот период и еще 2 раза за вегетацию провели подкормку), но не приняли во внимание влияние большого количества пожнивных остатков на развитие патогенов, которое привело к заболеваниям растений зернового сорго и гибели нута.

В 2018 г. были сделаны необходимые выводы. Во-первых, на опытом объекте начали использовать профилактическую систему защиты растений от болезней и вредителей, во-вторых, в отделении №1 ООО «Большой Морец» выделили 60 га для разработки «Системы внесения удобрений по технологии «No-Till», на которых изучается эффективность различных доз минеральных удобрений, рассчитанных на запланированный урожай (50, 75 и 100 % от расчетной нормы). Кроме того, был предпринят ряд других мер, но главное – стало понятно, что необходим комплексный подход, так как при изменении одного элемента технологии, следует менять и другие, с которыми он связан. Например, при увеличении количества вносимых удобрений надо учитывать, что они продлевают срок вегетации растений. Поэтому необходимо либо проводить более ранний посев, либо высевать более скороспелые сорта (гибриды). При увеличении доз азотных удобрений следует усиливать профилактические обработки посевов фунгицидами, так как растения становятся менее устойчивыми к заболеваниям и др.

Разобравшись с этими проблемами, мы думали, что значительно продвинулись в вопросе создания «Модели эффективного сельскохозяйственного производства», обеспечивающей хорошую защиту почв от эрозии и дефляции. Но оказалось, что это не так. По мнению ученых ФНЦ агроэкологии РАН, делегация которых во главе с академиком РАН **Куликом Константином Николаевичем** посетила предприятие, только путем перехода на «Систему земледелия без обработки почвы» решить такую задачу невозможно. Они предложили разработать для экспериментального участка (250 га) проект агролесомелиоративного обустройства. К концу ноября 2017 г. он был создан и совместно с нашими специалистами перенесен на местность. До начала устойчивых морозов механизаторы ООО «Большой Морец» обработали почву под лесополосы с предварительным внесением под вспашку диаммофоски в норме 400 кг/га. Весной закупили саженцы и 3...4 мая 2018 г. заложили 8,5 га стокорегулирующих лесных полос, высадив 5 тыс. саженцев дуба, 5 тыс. ясеня, 15 тыс. спиреи Дугласа, 2 тыс. айвы японской и 5 тыс. саженцев смородины золотистой. Всего заложили восемь 4-х рядных стокорегулирующих лесных полос с расстоянием между

Фото 1. *Посадка лесных полос (слева направо): А. М. Беляков, А. А. Носов (депутат ГД РФ), В. А. Банькин, К. Н. Кулик, В. К. Дридигер, А. Т. Барабанов.*

ними 400…450 м и одну приовражную лесополосу. В этой работе активно участвовали **А. Н. Кузенко, В. В. Рогалева,** доктора сельскохозяйственных наук **А. Т. Барабанов** и **А. М. Беляков,** кандидаты сельскохозяйственных наук **А. В. Кошелев** и **А. Н. Кулик** (фильм о посадке лесных полос «Проект «Антиповский» можно посмотреть на сайте www.bmorec.ru).

За май–август 2018 г. на участке выпало всего 114 мм осадков. Поэтому весь трудовой коллектив ООО «Большой Морец» во главе с генеральным директором **Сергеем Юрьевичем Лихачевым**, его заместителем **Николаем Николаевичем Флусовым** и управляющим отделением №2 **Алексеем Альбертовичем Пимаевым** проделал большую работу, чтобы саженцы не погибли: их 7 раз полили, 4 раза пропололи вручную (!), 3 раза прокультивировали междурядья, обработали против вредителей. По состоянию на 1 ноября 2018 г. общие затраты на агролесомелиоративное обустройство земельного участка составили 2 млн 436 тыс. руб. В соответствии с Постановлением Правительства РФ № 717 от 14.07.2012 года, большая часть этой суммы должна быть возвращена в качестве субсидий. Если это произойдет, то все поступившие из бюджета средства и еще столько же будут направлены на посадку новых полезащитных лесных полос, поскольку мы неоднократно убеждались в их эффективности.

В результате проделанной работы земельный участок площадью 250 га, получивший название «Опытно-показательный объект «Антиповский», был разделен лесополосами на 7 полей, шесть из которых выделили под севооборот «Системы земледелия без обработки почвы» (технология «No-Till»), а одно, расположенное в середине земельного участка, решили обрабатывать по традиционной для нас технологии для сравнения их эффективности.

Чтобы исключить субъективные мнения при оценке результатов этого многолетнего и многофакторного опыта, а также знать точно какие изменения произойдут в почве через несколько лет, были приглашены к сотрудничеству ученые из ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (г. Москва) во главе с доктором сельскохозяйственных наук **Виктором Петровичем Белобровым**. В августе 2018 г. они провели почвенное картографирование полей: отобрали образцы для аналитической характеристики и заложили опорные пункты по GPS-навигатору для последующего полуротационного (через 3 года) и ротационного (через 6 лет) почвенно-аналитического мониторинга. Эта работа позволит оценить влияние изучаемых технологий (традиционной и «No-Till») на продуктивные свойства почвы.

Конечно, создание такого опытно-показательного объекта, как «Модель сельскохозяйственного предприятия», отвечающего современным требованиям, – сложная задача. Поэтому к ее решению был привлечен еще ряд специалистов и ученых, среди которых глава

Фото 2. *Почвенная диагностика – отбор проб.*

Фото 3. *Селекционеры Балашовы – Василий Васильевич и Андрей Васильевич (в центре).*

представительства АО «Фирма «Август» по Волгоградской области **В. И. Каблов**, известные волгоградские селекционеры по нуту доктора сельскохозяйственных наук **В. В. Балашов** и **А. В. Балашов**, заведующий отделом селекции и первичного семеноводства озимых зерновых культур Северо-Кавказского федерального научного агарного центра доктор сельскохозяйственных наук **В. И. Ковтун** и другие.

Фото 4. *Сев озимых (в центре селекционер В. И. Ковтун).*

На наш взгляд, главное богатство страны – не нефть и золото, а плодородие почвы, поэтому нельзя допустить его утраты. Сохранение плодородия почвы не только очень важная государственная задача (если ничего не менять, то со временем целые регионы России станут малопригодными для земледелия), но и актуальный вопрос для собственников земельных участков, которые хотят передать свою землю детям и внукам. Уверены, что совместная работа фермеров, крупных сельскохозяйственных предприятий, известных ученых, таких, как академик РАН **Андрей Леонидович Иванов,** академик РАН **Валерий Иванович Кирюшин** и др., представителей крупного бизнеса (ООО «ЕвроХим Трейдинг Рус», АО Фирма «Август», ПАО «Ростсельмаш» и др.) позволит не только сохранить плодородие почвы страны для будущих поколений, но и значительно повысить эффективность сельскохозяйственного производства. Мы нацелены на эту работу. Приглашаем всех заинтересованных физических и юридических лиц к сотрудничеству.

В. А. БАНЬКИН,
кандидат экономических наук,
председатель Совета директоров
группы предприятий «Содружество-регион»
(e-mail: s-region@mail.ru)

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ АГРОИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ВИМ

КОМПЛЕКС МАШИН ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА

ВИМ1-Селекция

ВИМ 12/25

МОА-П

МТПУ-500

ВИМ

ИЗГОТОВИТЕЛЬ: ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ АГРОИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ВИМ

ТЕЛ.: (499) 171-43-47, (499) 171-89-41

Sk Сколково

ООО Научно-технический центр “РобоПРОБ”

Sk Biomed

RoboPROB

Программно-аппаратный комплекс "Roboprob”.
Разработка и продажа автоматических почвенных пробоотборников.

Услуги:

- Роботизированное агрохимическое и агрофизическое обследование
- Картографирование территорий с БПЛА
- Расчет доз удобрений для их дозированного внесения

E-mail - info@roboprob.com

Веб-сайт - www.roboprob.com

М. тел - +7 (903)-667-47-34
+7 (925)-826-86-96

ISSN 0044-3913. Земледелие. 2019. № 1.1 - 48. Индекс 70329.