



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
НАУЧНЫЙ АГРАРНЫЙ ЦЕНТР»**

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

№ 5 (12), 2019

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК

по материалам Всероссийского координационного
совещания в Северо-Кавказском ФНАЦ:
**«Методология исследований по проблемам минимизации
обработки почвы и прямого посева».**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ
И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

**СТАВРОПОЛЬ
2019**



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Теоретический и научно-практический журнал

Основан в 2003 году

Выходит один раз в квартал

ISSN 0372-3054

Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное научное
учреждение «Северо-Кавказский
федеральный научный аграрный центр»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Кулинцев В.В.

доктор сельскохозяйственных наук
(Россия)

**ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ
КОЛЛЕГИИ:**

Агрономия:

Астафьев В.Л.

доктор технических наук,
профессор (Казахстан)

Годунова Е.И.

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор (Россия)

Дридигер В.К.

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор (Россия)

Ерошенко Ф.В.

доктор биологических наук (Россия)

Ковтун В.И.

доктор сельскохозяйственных наук (Россия)

Кравцов В.В.

доктор сельскохозяйственных наук (Россия)

Кузыченко Ю.А.

доктор сельскохозяйственных наук (Россия)

Зооинженерия:

Айбазов А.-М.М.

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор (Россия)

Клименко А.И.

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, академик РАН (Россия)

Мирошников С.А.

доктор биологических наук, профессор,
член-корреспондент РАН (Россия)

Молчанов А.В.

доктор сельскохозяйственных наук,
доцент (Россия)

Петрович Милан

доктор наук, профессор (Сербия)

Салеева И.П.

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, член-корреспондент
РАН (Россия)

Исламов Е.И.

доктор сельскохозяйственных наук (Казахстан)

AGRICULTURAL JOURNAL

Theoretical and scientific-practical journal

Founded in 2003

Published quarterly

ISSN 0372-3054

Founder:

Federal State Budgetary Scientific
Institution "North Caucasus FARC"

EDITOR IN CHIEF:

Kulintsev V.V.

Doctor of Agricultural Sciences
(Russia)

**MEMBERS OF THE
EDITORIAL BOARD:**

Agronomy:

Astafyev V.L.

Doctor of Tech. Sciences,
professor (Kazakhstan)

Godunova E.I.

Doctor of Agricultural Sciences,
professor (Russia)

Dridiger V.K.

Doctor of Agricultural Sciences,
professor (Russia)

Eroshenko F.V.

Doctor of Biological Sciences (Russia)

Kovtun V.I.

Doctor of Agricultural Sciences (Russia)

Kravtsov V.V.

Doctor of Agricultural Sciences (Russia)

Kuzychenko Yu. A.

Doctor of Agricultural Sciences (Russia)

Zooengineering:

Aibazov A.-M.M.

Doctor of Agricultural Sciences,
professor (Russia)

Klimenko A.I.

Doctor of Agricultural Sciences,
professor, academician of RAS (Russia)

Miroshnikov S.A.

Doctor of Biological Sciences, professor,
corresponding member of RAS (Russia)

Molchanov A.V.

Doctor of Agricultural Sciences,
assistant professor (Russia)

Petrovich Milan

Doctor of Sciences, professor (Serbia)

Saleeva I.P.

Doctor of Agricultural Sciences,
professor, corresponding member
of RAS (Russia)

Islamov E.I.

Doctor of Agricultural Sciences (Kazakhstan)



Ветеринария:

Заерко В.И.

доктор ветеринарных наук, профессор (Россия)

Колесников В.И.

доктор ветеринарных наук, профессор
(Россия)

Оробец В.А.

доктор ветеринарных наук,
профессор (Россия)

Племяшов К.В.

доктор ветеринарных наук,
член-корреспондент РАН (Россия)

Биологические науки:

Селионова М.И.

доктор биологических наук,
профессор РАН (Россия)

Власенко Н.Г.

доктор биологических наук,
профессор, академик РАН (Россия)

Прокулевич В.А.

доктор биологических наук,
профессор (Белоруссия)

Федоров Ю.Н.

доктор биологических наук, профессор,
член-корреспондент РАН (Россия)

Ответственный за выпуск редактор:

Погодаев В.А.

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор (Россия)

Ответственный секретарь:

Бобрышова Г.Т.

кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент (Россия)

Корректор, переводчик:

Криволапова А.И.

Технический редактор:

Шевченко Г.Г.

Адрес издательства:

356241, Ставропольский край, Шпаковский район,
г. Михайловск, ул. Никонова, 49 (Россия)
Тел: (8652)611-773, (86553)2-32-98,
факс:(86553)2-32-97

Адрес типографии:

355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 15
Тел. 8(8652) 71-81-22 (Россия)

Регистрационный номер ПИ № ФС77-73300

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных технологий и массо-
вых коммуникаций (РОСКОМНАДЗОР)

Veterinary Science:

Zaerko V.I.

Doctor of Veterinary Sciences,
professor (Russia)

Kolesnikov V.I.

Doctor of Veterinary Sciences, professor
(Russia)

Orobets V.A.

Doctor of Veterinary Sciences,
professor (Russia)

Plemyashov K.V.

Doctor of Veterinary Sciences,
corresponding member of RAS (Russia)

Biological Sciences:

Selionova M.I.

Doctor of Biological Sciences,
professor of RAS (Russia)

Vlasenko N.G.

Doctor of Biological Sciences, professor,
academician of RAS (Russia)

Prokulevich V.A.

Doctor of Biological Sciences,
professor (Republic of Belarus)

Fedorov Yu.N.

Doctor of Biological Sciences,
professor, corresponding
member of RAS (Russia)

Editor responsible for the issue

Pogodaev V.A.

Doctor of Agricultural Sciences,
professor (Russia)

Responsible Secretary:

Bobryshova G.T.

Candidate of Agricultural Sciences,
assistant professor (Russia)

Corrector, translator:

Krivilapova A.I.

Technical editor:

Shevchenko G.G.

Publisher address:

356241, Stavropol Territory, Shpakovsky district,
Mikhailovsk, 49 Nikonov Street (Russia)
Tel: (8652)611-773; (86553) 2-32-98;
fax: (86553) 2-32-97

Address of the printing office:

355017, Stavropol, 15 Zootechnicheskoy
Tel: (8652) 71-81-22 (Russia)

Registration number ПИ № ФС77-73300

It is registered by Federal Service for Supervision
in Sphere of Communications, Information Tech-
nologies and Mass Communications
(ROSKOMNADZOR)



СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ

Дридигер В.К. СОСТОЯНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МИНИМИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПРЯМОМУ ПОСЕВУ	8
Агеев А.А., Анисимов Ю.Б., Вражнов А.В., Калюжина Е.Л. МИНИМИЗАЦИЯ ПОЧВООБРАБОТКИ В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ	17
Антонов С.А. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЛЬЕФА АГРОЛАНДШАФТОВ	22
Беляков А.М., Назарова М.В. ИССЛЕДОВАНИЯ И ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА В УСЛОВИЯХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕЕ ВКЛАД В ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ СБАЛАНСИРОВАННЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ	28
Волошенкова Т.В. УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЧВ К РАЗРУШЕНИЮ ВЕТРОМ В АГРОЛЕСОЛАНДШАФТАХ НА ФОНЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ NO-TILL	35
Гилев С.Д., Цымбаленко И.Н., Копылов А.Н., Ефремов В.П., Ионина Н.В. ТЕХНОЛОГИЯ БЕЗ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ИССЛЕДОВАНИЯХ КУРГАНСКОГО НИИСХ	40
Горянин О.И. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРЯМОГО ПОСЕВА В ЗАВОЛЖЬЕ	46
Дридигер В.К., Белобров В.В., Стукалов Р.С., Юдин С.А., Кутовая О.В., Гаджиумаров Р.Г. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА В ЗОНЕ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ	51
Женченко К.Г., Турин Е.Н., Гонгало А.А., Зубоченко А.А. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА В КРЫМУ	59
Кузина Е.В., Немцев С.Н. ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ЗЕРНОПАРОВОМ СЕВООБОРОТЕ НА ЧЕРНОЗЕМАХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ	65
Ленточкин А.М., Ухов П.А. СРАВНЕНИЕ NO-TILL И МИНИМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ КУЛЬТУР И ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ	71
Солонкин А.В., Болдырь Д. А., Селиванова В.Ю. ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL В УСЛОВИЯХ АРИДНОЙ ЗОНЫ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ	77
Турусов В.И., Гармашов В.М. ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР ЗЕРНОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЮГОВОСТОКА ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОЙ ПОЛОСЫ	85



CONTENT

AGRONOMY

Dridiger V.K. STATE OF RESEARCH ON MINIMIZATION OF TILLAGE AND DIRECT SOWING	8
Ageev A.A., Anisimov Yu.B., Vrazhnov A.V., Kalyuzhina E.L. TILLAGE MINIMIZATION IN ADAPTIVE LANDSCAPE AGRICULTURE OF THE SOUTHERN TRANS-URALS	17
Antonov S.A. THE RATIONALE FOR THE SELECTION OF EARTH REMOTE SENSING DATA FOR DIGITAL RELIEF MODELING OF THE AGROLANDSCAPES	22
Belyakov A.M., Nazarova M.V. RESEARCH AND EXPERIENCE ON THE APPLICATION OF DIRECT SEEDING TECHNOLOGY IN THE CONDITIONS OF THE VOLGOGRAD REGION AND ITS CONTRIBUTION TO THE FORMATION OF ECOLOGICAL BALANCED AGROLANDSCAPES	28
Voloshenkova T.V. RESISTANCE OF SOILS TO DESTRUCTION BY WIND IN AGROFOREST LANDSCAPES AGAINST THE BACKGROUND OF THE NO-TILL FARMING SYSTEM	35
Gilev S.D., Tsymbalenko I.N., Kopylov A.N., Efremov V.P., Ionina N.V. TECHNOLOGY WITHOUT TILLAGE IN THE RESEARCH OF THE KURGAN RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE	40
Goryanin O.I. INTENSIFICATION OF DIRECT SOWING IN THE VOLGA REGION	46
Dridiger V.K., Belobrov V.V., Stukalov R.S., Yudin S.A., Kutovaya O.V., Gadzhumarov R.G. RESEARCH RESULTS OF DIRECT SOWING TECHNOLOGY IN THE UNSTABLE HUMIDIFICATION ZONE OF THE STAVROPOL TERRITORY	51
Zhenchenko K.G., Turin E.N., Gongalo A.A., Zubochenko A.A. RESULTS OF STUDYING DIRECT SOWING TECHNOLOGY IN THE CRIMEA	59
Kuzina E.V., Nemtsev S.N. RESULTS OF THE STUDY OF DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS IN GRAIN-FALLOW CROP ROTATION ON CHERNOZEMS OF THE MIDDLE VOLGA REGION	65
Lentochkin A.M., Ukhov P.A. COMPARISON OF NO-TILL AND MINIMAL TILLAGE WHEN GROWING INTER-PLANTED CROPS AND SPRING WHEAT	71
Solonkin A.V., Boldyr D.A., Selivanova V.Yu. STUDY OF NO-TILL TECHNOLOGY IN THE CONDITIONS OF THE ARID ZONE OF THE LOWER VOLGA REGION	77
Turusov V.I., Garmashov V.M. PRODUCTIVITY OF A GRAIN HOED CROP ROTATION UNDER DIFFERENT METHODS OF TILLAGE IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH-EAST OF THE CENTRAL CHERNOZEM ZONE	85



ВСЕРОССИЙСКОЕ КООРДИНАЦИОННОЕ СОВЕЩАНИЕ В СЕВЕРО-КАВКАЗСКОМ ФНАЦ

В июле 2019 года в ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» состоялось Всероссийское координационное совещание на тему: **«Методология исследований по проблемам минимизации обработки почвы и прямого посева»**. Организаторами мероприятия выступили научный совет Секции земледелия, мелиорации, водного и лесного хозяйства отделения сельскохозяйственных наук РАН по направлению исследований «Адаптивно-ландшафтное земледелие», ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» и ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева».

В работе координационного совещания приняли участие учёные 20 научных центров, институтов и сельскохозяйственных вузов из 16 регионов страны (Академия биоресурсов и природопользования Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского), АНЦ «Донской», ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, ВНИИ кукурузы, Ижевская ГСХА, Кабардино-Балкарский НИИСХ, Кубанский ГАУ, Нижне-Волжский НИИСХ, НИИСХ Крыма, НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева, Прикаспийский АФНЦ, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Самарский НИИСХ, Санкт-Петербургский ГАУ, Ставропольский ГАУ, Удмуртский НИИСХ, Ульяновский НИИСХ, ФАНЦ Дагестана, ФНЦ Агроэкологии, Челябинский НИИСХ).

На пленарном заседании были заслушаны 25 научных докладов и выступлений, в которых доложены результаты проведённых исследований по минимизации обработки почвы. Участниками заседания высказано мнение о необходимости дальнейшего расширения и углубления таких исследований с применением прямого посева сельскохозяйственных культур в различных регионах Российской Федерации. Научный поиск проводить по единой методологии и методикам, что позволит проанализировать и систематизировать полученные данные, подготовить научно-практические рекомендации. Для этого проводить координацию исследований, которую возложить на Северо-Кавказский ФНАЦ.

На второй день участники координационного совещания посетили два хозяйства, расположенных в засушливой зоне Ставропольского края. ЗАО «Прасковья» Будённовского района много лет работает по рекомендованной научными учреждениями системе земледелия, основой которой являются короткоротационные 2-3-польные полевые севообороты с чистым паром: чистый пар – озимая пшеница, чистый пар – озимая пшеница – озимый ячмень. Продемонстрированы поля чистого пара и обсуждена технология их содержания, а также показаны поля озимой пшеницы, возделываемые по чистому пару, и рассказана их технология.

В СПК «Архангельский» этого же района с площадью пашни 16 тыс. га все культуры пять лет возделывают без обработки почвы (технология No-till). Были показаны поля озимой пшеницы, гороха, нута, подсолнечника, горчицы, гречихи, льна масличного, которые возделываются в двух шестипольных полевых плодосменных севооборотах без чистого пара: озимая пшеница – горох, нут – озимая пшеница – подсолнечник – озимая пшеница – лён масличный (горчица, гречиха). После объезда полей участники семинара продолжительное время задавали вопросы руководителям и главным агрономам хозяйств и интересовались особенностями севооборотов и технологий возделывания сельскохозяйственных культур в представленных системах земледелия.



Участники конференции в Северо-Кавказском ФНАЦ



Обсуждение технологии чистого пара
в ЗАО «Прасковья»



Ознакомление с технологией возделывания озимой пшеницы по чистому пару



Поле нута по технологии прямого посева в СПК «Архангельский»



Обсуждение проблем современного земледелия



АГРОНОМИЯ

DOI: 10.25930/0372-3054/001.5.12.2019

УДК: 631.42: 631.58: 001.891

**СОСТОЯНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО
МИНИМИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПРЯМОМУ ПОСЕВУ**

В.К. Дридигер

В настоящее время во многих регионах страны сложилась катастрофическая ситуация с плодородием почвы, что отрицательно сказывается на урожайности возделываемых культур. Одной из основных причин тому является повсеместная механическая (чаще всего отвальная) обработка почвы, которая вызывает проявление ветровой и водной эрозий. В мировом земледелии наиболее эффективным способом борьбы с этими явлениями признана минимизация, или полный отказ от обработки почвы (технология No-till, технология прямого посева) с оставлением на поверхности растительных остатков предшествующих растений. В нашей стране технологию возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы начали изучать в отдельных институтах, в которых получена довольно интересная информация, но её явно недостаточно для глубоких и научно обоснованных выводов и рекомендаций производству. В то же время во многих научных учреждениях технологию прямого посева рассматривают как способ обработки почвы, и при его изучении на фоне различных способов обработки опытный участок не обрабатывают и называют его «нулевой обработкой». При этом гербициды сплошного действия не применяют и на «нулевой обработке» всё зарастает сорняками.

Технологию же прямого посева не изучают, и рекомендации по её эффективно-му освоению не издаются. Поэтому внедрение этой технологии в производство происходит стихийно, что приводит к допущению грубейших ошибок при её освоении, снижению урожайности и колоссальным материально-техническим и финансовым потерям. Для решения этой сложной и многогранной задачи необходимо исследования по минимизации обработки почвы с применением прямого посева проводить в различных регионах страны по единой методологии и методикам с комплексным анализом и систематизацией полученных данных, подготовкой и написанием научно-практических рекомендаций. Для этого нужна Комплексная программа научных исследований с её государственной поддержкой и координацией исследований одним из научных центров, который отвечал бы за разработку и реализацию Программы.

Ключевые слова: обработка почвы, технология, прямой посев, No-till, исследования, программа

**STATE OF RESEARCH ON MINIMIZATION OF TILLAGE
AND DIRECT SOWING**

V. K. Dridiger

Currently, a catastrophic situation with soil fertility has developed in many regions of the country, which negatively affects the yield of cultivated crops. One of the main reasons for this is the widespread mechanical (most often moldboard) tillage, which causes the manifestation of wind and water erosion. In world agriculture, the most effective way to deal with these phenomena minimization, or complete rejection of tillage (No-till technology, direct sowing technology) was recognized with the remains of previous plants remaining on the sur-



face. In our country, the technology of cultivating agricultural crops without tillage began to be studied in individual institutes, in which rather interesting information was obtained, but it is clearly not enough for deep and scientifically sound conclusions and recommendations for production. At the same time, in many scientific institutions, the technology of direct sowing is considered as a method of tillage, and when it is studied against the background of various methods of cultivating, the experimental plot is not cultivated and is called "zero cultivation". At the same time, herbicides of continuous action are not treated and on "zero cultivation" everything becomes overgrown with weeds.

The technology of direct seeding is not studied, and recommendations for its effective development are not published. Therefore, the introduction of this technology into production takes place spontaneously, which leads to the grossest mistakes in its development, yield reduction and enormous material, technical and financial losses. To solve this complex and many-sided task, it is necessary to conduct studies to minimize tillage using direct sowing in different regions of the country according to a unified methodology and techniques with a comprehensive analysis and systematization of the data, preparation and writing of scientific and practical recommendations. To do this, we need a Comprehensive research program with its state support and coordination of research by one of the research centres that would be responsible for the development and implementation of the Program.

Key words: tillage, technology, direct sowing, No-till, research, program

Введение. Величайшим прорывом в области земледелия было изобретение плуга, ставшего спасителем человечества от угрозы голода, потому что он хорошо разделял целинные и залежные земли, эффективно боролся с сорняками и создавал на поверхности рыхлый слой, в который легко можно было заделывать семена. Всё это благоприятно сказалось на росте урожайности возделываемых культур. Однако отвальная обработка вызвала разрушение структуры почвы и её распыление, и при увеличившейся площади обработки остро стали проявляться ветровая и водная эрозии, уносящие самый плодородный слой, что привело к потере плодородия почвы и, как следствие, снижению урожайности и эффективности ведения растениеводства.

Широко известны пыльные бури 30-х годов прошлого столетия, которые охватили огромные территории США и Канады, нанесли огромный ущерб экономике этих стран и сделали непригодными для земледелия большие площади ранее плодородных земель. В 60-е годы разразились ужасные пыльные бури на отвально обработанных целинных и залежных землях Северного Казахстана и юга Западной Сибири.

Поэтому проблема обработки почвы является одной из самых острых и дискуссионных на протяжении всей истории ведения земледелия, и с времён изобретения плуга человечество ищет пути минимизации обработки почвы, чему посвящены работы многих учёных в нашей стране и за рубежом.

Результаты исследований и их обсуждение. Основоположником научного обоснования минимизации обработки почвы в мире признан наш соотечественник Иван Евгеньевич Овсинский, разработавший «Новую систему земледелия» [1], изданную в 1911 году. Им предложено отказаться от плуга и проводить только мелкую (на 5 см) обработку почвы, для чего им же были изобретены специальные орудия, перемешивавшие растительные остатки с верхним слоем почвы, которые являлись пищей для микроорганизмов. При этом он очень важную роль отводил биологическому саморыхлению почвы под воздействием мезофауны, основными представителями которой являются дождевые черви.



В 1942 году появилась и стала широко известной в мире работа Эдварда Фолкнера «Безумие пахаря» [2]. Он рекомендовал почву обрабатывать специальными орудиями на глубину 7,5 см, перемешивая этот слой с растительными остатками предыдущих культур или зелёными растениями, высеваемыми специально для этой цели.

Большую работу по минимизации обработки почвы провели российские и советские учёные. Широко известно высказывание Дмитрия Ивановича Менделеева о том, что «если почву прикрыть листвой или соломой и дать ей спокойно полежать некоторое время, то она и без всякого пахания достигнет зрелости».

Оригинальную систему безотвальной обработки почвы предложил Терентий Семёнович Мальцев, который один раз в севообороте в паровом поле проводил глубокую (на 40-50 см) безотвальную обработку почвы, для чего им был изобретён безотвальный плуг. В остальные годы ротации севооборота проводил поверхностную обработку на глубину заделки семян, опять же смешивая верхний слой с растительными остатками, чем сохранял влагу и предотвращал проявление ветровой и водной эрозий [3].

Настоящим прорывом является «Почвозащитное земледелие» [4], разработанное коллективом учёных под руководством академика ВАСХНИЛ Александра Ивановича Бараева, который, в отличие от своих предшественников, предложил растительные остатки не перемешивать с почвой, а оставлять их на поверхности. Для этого им были предложены специальные орудия обработки почвы – плоскорезы, глубокорыхлители, культиваторы и сеялки, способные сеять по необработанной почве.

Научные исследования по оптимизации обработки почвы в нашей стране были продолжены, и в рамках зональных систем земледелия научными учреждениями Россельхозакадемии и сельскохозяйственными вузами были разработаны и широко освоены дифференцированные системы обработки почвы для различных почвенных и климатических условий [5-7]. Все они отражали глобальную тенденцию минимизации обработки почвы, что обусловлено поиском экологически безопасных систем обработки и требованиями производства по снижению затрат на почвообработку.

Но и этой минимизации оказалось недостаточно, так как в условиях рыночной экономики затраты на обработку почвы остались довольно высокими и, что самое главное, продолжают наблюдаться деградация и катастрофическое падение плодородия пахотных земель.

Так, например, по данным «Агрохимцентра Ставропольский», почвы Ставропольского края ежегодно теряют 0,019% гумуса, что приводит к снижению содержания в почве доступных для растений элементов питания [8]. Основной причиной потери плодородия являются ветровая и водная эрозии [9], в результате проявления которых в крае в разной степени разрушено водой и ветром 50% земель [10]. Аналогичная ситуация наблюдается во многих регионах [11-13], что негативно сказывается на урожайности возделываемых культур.

Чтобы предотвратить снижение плодородия почвы из-за её деградации, мировое земледелие перешло ко 2-му этапу минимизации обработки, когда при возделывании сельскохозяйственных культур почва вообще не обрабатывается – так называемые «технология No-till» или «Прямой посев», и площади посева по этой технологии увеличиваются. В 2008 году она в мире занимала 105-106 млн га, в настоящее время под неё по разным источникам отведено 140-150 млн га [14]. При этом в странах, где технология получила наибольшее распространение, её многие годы изучали в научных учреждениях (в Аргентине, например, 25 лет) и только после её хорошего научного



обоснования приступали к освоению в производстве.

В нашей стране эта технология начала осваиваться в производстве и распространяться в степных засушливых районах Северного Кавказа, Поволжья, Урала и Западной Сибири (рис. 1).



Рисунок 1. – Регионы освоения технологии выращивания полевых культур в системе прямого посева в Российской Федерации.

Обусловлено это тем, что в технологии с оставлением на поверхности растительных остатков предшествующих растений больше накапливается и лучше сохраняется влага в почве. Благодаря этому стало возможным в засушливых условиях получать урожаи без чистого пара [15]. Это очень важно, так как позволяет не только увеличить площади посева, но, что ещё важнее, сократить пары, которые являются основным источником проявления эрозии и снижения плодородия почвы.

Однако, при увеличивающейся площади посева по этой технологии в производстве, только отдельные научные учреждения проводят исследования по изучению технологии в системе прямого посева и получают объективную информацию.

Одними из первых в нашей стране начали её изучать в Сибирском НИИ земледелия и химизации, где установлено, что при возделывании полевых культур в системе прямого посева водно-физические свойства чернозема выщелоченного улучшаются [16], снижается банк семян сорняков в почве [17] и уменьшается засорённость посевов [18], а условия фосфорного и калийного питания сходные с рекомендованной технологией [19]. При этом урожайность яровой пшеницы по технологиям отличается несущественно [20], и они пришли к выводу, что на начальном этапе освоения технологии без удобрений не обойтись и надо подбирать сорта яровой пшеницы, устойчивые к болезням и развивающие хорошую вегетативную массу [21].

Многолетние исследования Самарского НИИСХ показали, что возделывание зерновых культур по технологии прямого посева не привело к ухудшению агрохимических, водных и биологических свойств почвы. Не возросла на фоне



применения гербицидов засорённость посевов, не отмечено ухудшения основных элементов плодородия почвы, не уменьшилась урожайность посевов [22]. При этом отмечается, что переход на технологии прямого посева должен быть строго увязан в каждом конкретном случае с почвенно-климатическими условиями, уровнем культуры земледелия, возможностями ресурсного обеспечения, наличием квалифицированных кадров специалистов и механизаторов. С точки зрения почвенных и климатических условий для освоения технологии, по мнению авторов, наиболее перспективны степные районы Среднего Заволжья, где при сохранении стерни на поле создаются благоприятные условия для накопления влаги в почве.

Очень важными для технологии No-till являются исследования ВНИИ фитопатологии, которые показали, что при правильном применении гербицидов из группы глифосатов можно, не снижая их эффективности, в разы уменьшить их расход и тем самым снизить пестицидную нагрузку на фитоценоз [23, 24].

В структурном подразделении АНЦ «Донской» Северо-Кавказском НИИМЭСХ исследования вели в севообороте: горох – яровой ячмень – соя – озимая пшеница. Установлено достоверное увеличение урожайности возделываемых по технологии прямого посева культур [25] при одновременном существенном снижении эксплуатационных затрат [26], в том числе топлива, что обеспечивает уменьшение себестоимости продукции и увеличение экономической и энергетической эффективности растениеводства [27].

В Ставропольском НИИСХ исследования ведутся с 2012 года. Установлено, что, благодаря большему накоплению и лучшему сохранению влаги в почве, по новой технологии в засушливой зоне края можно получать урожаи яровых культур и озимую пшеницу возделывать без чистого пара [28]. Благодаря растительным остаткам, почва защищена от дефляции, в ней проживают дождевые черви [29], и она не переуплотняется [30]. По урожайности только озимая пшеница обеспечивает по новой технологии достоверную прибавку урожая [31]. По остальным культурам урожайность в пределах ошибки опыта, хотя в производстве технология прямого посева обеспечивает ощутимое преимущество [32], но в севообороте нельзя два раза подряд сеять одну и ту же культуру [33] и в получаемой продукции и почве остаточного количества глифосат-кислоты не обнаружено [34].

Таким образом, в институтах получена довольно интересная информация по технологии прямого посева, но её явно недостаточно для глубоких и научно обоснованных выводов и рекомендаций производству. В то же время во многих научных учреждениях технологию прямого посева рассматривают как способ обработки почвы [35], и при его изучении на фоне различных способов обработки почвы опытный участок не обрабатывают и называют его «нулевой обработкой». При этом гербициды сплошного действия не применяют, и, естественно, на «нулевой обработке» всё зарастает сорняками.

Из-за отсутствия специальных сеялок для посева семян и внесения удобрений в необработанную почву «прямой» посев производят различными «приспособленными» сеялками: увеличивают нажатие пружин на рядовых дисковых сеялках, вместо дисков используют различные анкеры (часто собственного производства) и даже культиваторные лапы [36] и т.п.

Но такие исследования никакого отношения к технологии прямого посева не имеют, так как в первом случае «технологию» принимают за «технологический приём – способ обработки почвы», во втором не обеспечивается качественная заделка семян, а при посеве сеялками с культиваторными лапами производится сплошная обработка



почвы. По результатам таких исследований никакие заключения о положительных или отрицательных свойствах технологии прямого посева сделать невозможно, так как все они некорректны.

Кроме того, большинство исследований направлено на сравнительное изучение «нулевой обработки почвы» с другими способами обработки. Технологию же прямого посева не изучают, и рекомендации по её эффективному освоению не издаются. Поэтому внедрение технологии прямого посева в производство происходит стихийно, что приводит к допущению грубейших ошибок при её освоении, снижению урожайности и колоссальным материально-техническим и финансовым потерям. Научные же учреждения страны по разным причинам не могут вести исследования по изучению технологии, одной из которых является отсутствие денежных средств на приобретение специальной дорогостоящей сеялки для посева и внесения удобрений в необработанную почву и другой специальной техники, без которой исследования невозможны.

Задача усложняется тем, что при применении прямого посева существенно изменяются свойства почв, что приводит к изменению условий произрастания возделываемых растений, их урожайности и качества продукции, и в целом экологических и экономических условий ведения растениеводства. Поэтому исследования по минимизации обработки почвы с применением прямого посева необходимо проводить в разных почвенно-климатических зонах страны. Проводить их надо по единой методологии и методикам с комплексным анализом и систематизацией полученных данных, подготовкой и написанием научно-практических рекомендаций. Для этого, на наш взгляд, необходима Комплексная программа научных исследований с её государственным финансированием и координацией исследований одним из научных центров, который отвечал бы за разработку и реализацию Программы.

В Программе должно быть предусмотрено изучение и поиск путей дальнейшей минимизации обработки почвы с применением прямого посева, обеспечивающих рост урожайности и экономической эффективности растениеводства, сохранение и повышение почвенного плодородия в различных почвенно-климатических, экономических и экологических условиях Российской Федерации.

Для решения этой очень большой, сложной и многогранной задачи необходимо провести целый комплекс научных исследований в различных регионах страны. В первую очередь необходимо изучить, какими свойствами, особенно физическими, должны обладать почвы, чтобы на них можно было применять минимальные обработки и прямой посев. Соответственно определить типы почв, регионы их распространения, которые лучше всего подходят для применения технологии, на каких она при определённых условиях возможна, а на каких применять её не следует.

Параллельно необходимо изучить отношение сельскохозяйственных культур к плотности почвы и определить, какие растения способны произрастать на более плотных почвах, какие выдерживают кратковременное уплотнение и какие его не переносят. Одновременно следует изучить разуплотняющую способность корней растений, особенно со стержневой системой. Это очень важно для поддержания плотности почвы в оптимальном диапазоне путём включения таких растений в севообороты или их использования в качестве промежуточных почвопокровных культур.

Очень важной задачей является определение роли и значения растительных остатков, находящихся на поверхности почвы, в накоплении и сохранении влаги в



почве, засорённости посевов, распространении болезней и вредителей растений, а также их влияния на физические свойства почвы, содержание в ней элементов питания, мезофауну, микробиоту и урожайность возделываемых в системе прямого посева культур.

Так, в исследованиях американских учёных, при наличии на поверхности почвы 4,0 т/га растительных остатков кукурузы, урожайность зернового сорго увеличивалась по сравнению с отсутствием растительных остатков (17,8 ц/га) на 12,0 ц/га, при 8,0 т/га – на 19,0, при 12,0 т/га – на 22,1 ц/га и составила 39,9 ц/га [37]. То есть при наличии на поверхности почвы 8,0 т/га и более растительных остатков урожайность была в 2 и более раза выше, чем без растительных остатков. Отсюда возникает следующая задача – разработать рабочие органы сеялок, которые обеспечивали бы качественный посев и заделку удобрений в почву при наличии на её поверхности большого количества растительных остатков.

Необходимо также изучить влияние систем обработки и прямого посева на агрофизические свойства, биогенность и режим минеральных элементов питания растений в почве, а также разработать научно обоснованные севообороты, системы внесения удобрений, меры борьбы с сорняками, вредителями и болезнями. Очень важно определить их экологическую безопасность, экономическую и биоэнергетическую эффективность.

При этом не стоит задача изучения только систематического (ежегодного) прямого посева (технология No-till), задача шире – изучить возможность дальнейшей минимизации обработки почвы в севообороте в конкретных почвенных и климатических условиях, когда под одни культуры севооборота применяют отвальные или безотвальные, под другие минимальные или поверхностные обработки, а под какие-то культуры почву не обрабатывают и возделывают их по технологии прямого посева [38].

Заключение. Сложившаяся в настоящее время практика освоения технологии прямого посева в производстве без должного её научного сопровождения приводит к необоснованным затратам труда и средств, снижению урожайности возделываемых культур и банкротству сельскохозяйственных организаций. Поэтому необходимо организовать изучение путей и способов минимизации обработки почвы с применением прямого посева в различных регионах страны и координировать их одним из ведущих научных учреждений. Для реализации этих задач разработать и реализовать государственную комплексную программу научных исследований по минимизации почвообработки с применением прямого посева в различных почвенных и климатических условиях Российской Федерации. Это обеспечит научное сопровождение технологии, повысит урожайность сельскохозяйственных культур и экономическую эффективность растениеводства.

Литература

1. Овсинский И.Е. Новая система земледелия. – Пенза, 2008. 288 с.
2. Сергеев К. Эдвард Фолкнер «Безумие пахаря» //Ресурсосберегающее земледелие. 2011. № 3 (11). С. 59-62.
3. Мальцев Т.С. Новая система обработки почвы и посева. – Курган: Красный Курган, 1954. 64 с.
4. Бараев А.И. Почвозащитное земледелие.– М.: Колос, 1975. 304 с.
5. Власенко А.Н., Филимонов Ю.П., Каличкин В.К., Иодко Л.Н., Усолкин В.Т. Экологизация обработки почвы в Западной Сибири. – Новосибирск: СибНИИЗХим, 2003. 268 с.
6. Кузыченко Ю.А., Кулинцев В.В. Оптимизация систем основной обработки почвы в полевых



- севооборотах на различных типах почв Центрального и Восточного Предкавказья: монография. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2012. 168 с.
7. На пути к бесплужному земледелию /Под общей редакцией С.Д. Гилёва. – Куртамыш: ГУП «Куртамышская типография», 2015. 312 с.
8. Ситников В.Н., Егоров В.П., Есаулко А.Н., Бурлай А.В. Мониторинг плодородия почв Ставропольского края: динамика агрохимических показателей с учётом зональных особенностей почв // Агрохимический вестник. 2018. № 4. С. 8-13.
9. Антонов С.А., Есаулко А.Н., Сигида М.С., Голосной Е.В. Оценка развития процессов водной эрозии на территории агроландшафтов Ставропольского края и их влияние на продуктивность // Вестник АПК Ставрополья. 2018. № 1 (29). С. 67-72.
10. Глушко А.Я. Деградация земельного фонда Ставропольского края в условиях интенсивного земледелия // Земледелие. 2011. № 8. С. 5-7.
11. Мельников А.И., Беленева Л.Г. Состояние и динамика агрохимических показателей пахотных земель Кулундинской зоны Алтайского края //Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 5. С. 11-14.
12. Кобякова Т.И., Уфимцева Л.В. Мониторинг плодородия пахотных земель центральной и северо-западной агроклиматических зон Курганской области //Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 11. С. 5-13.
13. Кудеяров В.Н. Баланс азота, фосфора и калия в земледелии России //Агрохимия. 2018. № 10. С. 3-11.
14. Суховеркова В.Е. Агротехнологии нового поколения в США //Главный агроном. 2018. № 1-2. С. 22-25.
15. Кулинцев В.В., Дридигер В.К. Эффективность использования пашни и урожайность полевых культур при возделывании по технологии прямого посева // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 4. С. 16-18.
16. Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Коротких Н.А. Проблемы и перспективы разработки и освоения технологии No-till на черноземах лесостепи Западной Сибири //Достижения науки и техники АПК. 2013. № 9. С. 16-19.
17. Коротких Н.А., Власенко Н.Г. Динамика почвенного банка семян сорняков в зависимости от технологии возделывания сельскохозяйственных культур //Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014. № 2. С. 23-26.
18. Власенко А.Н., Коротких Н.А., Власенко Н.Г. Особенности формирования сорного компонента в посевах яровой пшеницы при внедрении технологии No-till //Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 1. С. 24-27.
19. Коротких Н.А., Власенко Н.Г. Влияние технологии No-till на содержание подвижных форм калия и фосфора в почве // Плодородие. 2015. № 3. С. 23-26.
20. Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Коротких Н.А. Перспективы технологии No-till в Сибири // Земледелие. 2014. № 1. С. 16-19.
21. Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Кудашкин П.И., Кулагин О.В. Эффективность интенсификации возделывания яровой пшеницы разных сортов в лесостепи Приобья //Земледелие. 2015. № 5. С. 31-33.
22. Корчагин В.А., Шевченко С.Н., Горянин О.И., Новиков В.Г. Прямой посев зерновых культур в степных районах Среднего Поволжья. – Самара: СамНЦ РАН, 2008. 111 с.
23. Спиридонов Ю.Я., Никитин Н.В. Глифосатсодержащие гербициды – особенности технологии их применения в широкой практике растениеводства //Вестник защиты растений. 2015. № 4 (86). С. 5-11.
24. Никитин Н.В., Спиридонов Ю.Я. Зависимость уровня гербицидной активности глифосатсодержащих препаратов от расхода рабочих растворов //Защита и карантин растений. 2016. № 1. С. 29-33.
25. Камбулов С.И., Рыков В.Б. Ноутилл всех опередил //Деловой крестьянин. 2017. № 9. С. 18-19.



26. Пахомов В.И., Рыков В.Б., Камбулов С.И. Результаты сравнительной оценки механизированных технологий возделывания зерновых культур //Зерновое хозяйство России. 2016. № 1 (43). С. 58-62.
27. Рыков В.Б., Камбулов С.И., Камбулов И.А., Шевченко Н.В., Ридный С.Д., Попов А.С. Экономическая эффективность различных технологий производства зерновых колосовых культур //Зерновое хозяйство России. 2016. № 4 (46). С. 68-71.
28. Дридигер В.К. Практические рекомендации по освоению технологии возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы в засушливой зоне Ставропольского края. – Саратов: Амирит, 2016. 82 с.
29. Дридигер В.К., Стукалов Р.С., Гаджиумаров Р.Г. Влияние технологии возделывания полевых культур на противоэрозионную устойчивость, популяцию дождевых червей и содержание гумуса в почве // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия: сб. докл. Межд. науч.-практ. конф. Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск: ФГБНУ ВНИИЗиППЭ, 2018. С. 144-148.
30. Дридигер В.К., Кулинцев В.В., Стукалов Р.С., Гаджиумаров Р.Г. Динамика изменения агрофизических свойств почвы при возделывании полевых культур по технологии No-till // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 5 (73). С. 35-38.
31. Дридигер В.К., Кашаев Е.А., Стукалов Р.С., Паньков Ю.И., Вайцеховская С.С. Влияние технологии возделывания сельскохозяйственных культур на их урожайность и экономическую эффективность в севообороте // Земледелие. 2015. № 7. С. 20-23.
32. Дридигер В.К., Невечеря А.Ф., Токарев И.Д., Вайцеховская С.С. Экономическая эффективность технологии No-till в засушливой зоне Ставропольского края //Земледелие. 2017. № 3. С. 16-19.
33. Дридигер В.К., Стукалов Р.С., Гаджиумаров Р.Г., Вайцеховская С.С. Влияние севооборота на эффективность использования пашни при возделывании полевых культур без обработки почвы // Земледелие. 2019. № 6. С. 28-32. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10607
34. Стукалов Р.С., Дридигер В.К. Влияние технологии No-till на засорённость и накопление глифосат-кислоты в почве и зерне озимой пшеницы //Новости науки в АПК. 2018. № 1 (10). С. 74-78. DOI: 10.25930/2218-855x-1-10-121128
35. Дридигер В.К. Методические подходы к изучению систем земледелия без обработки почвы //Земледелие. 2014. № 7. С. 24-27.
36. Дридигер В.К. О методике исследований технологии No-till //Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 4. С. 30-32.
37. Черепанов Г.Г. Нулевая обработка почвы: итоги исследований и опыт применения: обзорная информация /НИИТЭИагропром. –М., 1994. 44 с.
38. Кирюшин В.И., Кирюшин С.В. Агротехнологии: учебник. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. 464 с.

Дридигер Виктор Корнеевич, главный научный сотрудник лаборатории технологий возделывания сельскохозяйственных культур ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», доктор сельскохозяйственных наук, профессор; 356241, Ставропольский край, город Михайловск, улица Никонова, дом 49. Тел.: +7-962-400-65-77; E-mail: dridiger.victor@gmail.com

Dridiger Victor Korneevich, Chief Researcher of the Laboratory for technologies of cultivation of agricultural crops, Federal State Budgetary Scientific Institution «North-Caucasus Federal Agricultural Research Centre», Doctor of Agricultural Sciences, Professor; 356241, 49, Nikonov St., Mikhaylovsk, Stavropol Territory, Tel: 8-962-400-65-77; E-mail: dridiger.victor@gmail.com



DOI: 10.25930/0372-3054/002.5.12.2019

УДК: 631.512:631.58.03

МИНИМИЗАЦИЯ ПОЧВООБРАБОТКИ В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ

А.А. Агеев, Ю.Б. Анисимов, А.В. Вражнов, Е.Л. Калюжина

В настоящей работе приводится сравнительный анализ показателей плодородия чернозема выщелоченного, урожайности зерновых культур и продуктивности полевых севооборотов при отвальной, комбинированной, минимальной и нулевой системах обработки почвы в условиях Южного Зауралья. Максимальный показатель доступной влаги в почве соответствует нулевой системе обработки почвы с сохранением стерни и мульчирующего слоя из соломенной резки. Плотность сложения почвы в 0-30-см слое находилась в оптимальном диапазоне для роста и развития зерновых культур. Нулевая система обработки почвы уступает действию отвальной и комбинированной систем по условиям азотного режима питания растений в полевом севообороте, обусловленном снижением темпов минерализации органического вещества почвы. Сдерживающим и регулирующим фактором управления засоренностью посевов при минимизации обработки почвы является применение баковой смеси гербицидов различного спектра действия, включая уничтожение сорняков глифосатами до посева культур. Выявлено, что наиболее продуктивным является четырехпольный зернопаровой севооборот. По уровню рентабельности наиболее эффективной оказалась минимальная система обработки почвы, что взаимосвязано с более низкими производственными затратами на 1 га посева. Системы минимизации обработки почвы в различных полевых севооборотах обеспечивают производство качественного зерна пшеницы, соответствующего 3 классу ГОСТа и выше, при обеспечении сбалансированного питания за счет азотно-фосфорных удобрений.

Ключевые слова: зерновые культуры, система обработки почвы, минимизация, полевой севооборот, влажность почвы, плотность почвы, засоренность посевов, урожайность, продуктивность севооборота, эффективность, рентабельность

TILLAGE MINIMIZATION IN ADAPTIVE LANDSCAPE AGRICULTURE OF THE SOUTHERN TRANS-URALS

A.A. Ageev, Yu.B. Anisimov, A.V. Vrazhnov, E.L. Kalyuzhina

A comparative indices analysis of leached chernozem fertility, grain cropping capacity and productivity of field crop rotations at the moldboard, combined, minimum and zero tillage systems in the Southern Trans-Urals is considered in this article. The maximum available soil moisture indicator corresponds to zero tillage system with preservation of the stubble and the mulching layer from straw cutting. The density of soil composition in the 0-30 cm layer was in the optimal range for the growth and development of grain crops. The zero tillage system is inferior to the action of the moldboard and combined systems under the conditions of the nitrogen regime of plants nutrition in the field crop rotation, due to a decrease in the rate of mineralization of the soil organic matter. The limiting and regulating factor in controlling weed infestation while minimizing tillage is the use of a multipurpose mixture of herbicides, including the destruction of weeds with glyphosates before sowing crops. It has been revealed that the most productive is a four-course grain-fallow crop rotation. In terms of profit-



ability, the most effective turned out to be the minimum tillage system, which is interconnected with lower production costs per 1 hectare of sowing. Systems to minimize tillage in various field crop rotations, ensure the production of high-quality wheat grains corresponding to the 3rd class of State All-Union Standard and higher, while ensuring balanced nutrition due to nitrogen-phosphorus fertilizers.

Key words: cereal crops, tillage system, minimizing, field crop rotation, soil moisture, density of soil, weed infestation of crops, crop capacity, efficiency of crop rotation, effectiveness, profitability

Опыт мирового и отечественного земледелия свидетельствует о разнообразных аспектах и возможностях применения ресурсосберегающих технологий обработки почвы. К наиболее перспективным приемам относятся минимальная и нулевая обработки почвы. Научной основой для перехода к ресурсосберегающим технологиям служит установленная многими исследователями закономерность, что минимизация почвообработки в севообороте не ухудшает, по сравнению со вспашкой, большинство параметров почвенного плодородия [1].

Ресурсосберегающие технологии имеют сложность переходного периода, так как необходима адаптация к различным почвенно-климатическим условиям. Академик В.И. Кирюшин указывает, что в числе узловых проблем экологизации земледелия России значительный приоритет имеет развитие минимизации обработки почвы и прямого посева [2].

Длительными исследованиями Челябинского НИИСХ установлено, что на системы обработки почвы большое влияние оказывают зональные особенности природных условий. В северном лесостепном агроландшафте Челябинской области с годовым количеством осадков 400-450 мм лучшие результаты показывают отвальная и комбинированная системы обработки почвы, которые позволяют более эффективно бороться с сорной растительностью. В южном лесостепном агроландшафте (350-380 мм осадков) системы обработки почвы равнозначны. В степной засушливой зоне с выпадением 300-330 мм осадков в год преимущество имеют минимальные обработки почвы [3].

О высокой эффективности рекомендованных учёными института минимальных систем обработки почвы в степном агроландшафте свидетельствуют результаты сельскохозяйственных организаций области. «Совхоз Брединский», расположенный в этой зоне, в 2016-2018 гг. достиг урожайности зерна 1,66-2,04 т/га. Ещё более высокий результат получен в сельхозпредприятии «Подовинное» с уровнем урожайности зерновых культур 2,73-2,85 т/га при среднем показателе по Октябрьскому району 1,54-1,95 т/га. Освоение рекомендованных институтом ресурсосберегающих систем обработки почвы и технологий производства зерна позволило ФГУП «Троицкое» Челябинского НИИСХ и ООО «СиЛаЧ» Троицкого района в течение 2012-2018 гг. получать на 45-70% больше зерна с 1 га пашни, чем другие хозяйства района.

Однако, по данным Министерства сельского хозяйства Челябинской области, из имеющихся 2222 тыс. га пахотных земель по ресурсосберегающим системам почву обрабатывают на 658 тыс. га, или 29,6%, в том числе минимальную обработку применяют на 558 тыс. га (18,8%), нулевую – на 119 тыс. га (5,4%).

Поэтому для более эффективного использования систем обработки почвы необходимо научное обоснование дальнейшей минимизации обработки почвы и применения прямого посева в севооборотах с различным чередованием культур. В связи с этой целью наших исследований было изучено и выявлено наиболее эффективные системы обработки почвы в различных полевых севооборотах с соблюдением почвозащитных



требований и рационального использования биоклиматических ресурсов Южного Зауралья.

Объекты и методика исследований. Исследования проводили в 2013-2018 гг. в стационарном полевом опыте, заложенном в 1976 году на опытном поле ФГБНУ «Челябинский НИИСХ». В опыте, согласно классификации В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова [4], изучаются четыре системы обработки почвы:

1. Отвальная обработка (вспашка) – контроль.
2. Комбинированная обработка – сочетание безотвальной обработки и вспашки один раз за ротацию севооборота.
3. Минимальная (плоскорезная) обработка.
4. Нулевая – без обработки почвы.

Все системы обработки почвы изучаются в четырёх полевых севооборотах со следующим чередованием культур:

1. Зернопаровой – чистый пар-яровая пшеница-горох-яровой ячмень (чистый пар – 25 %, зерновые культуры – 75%).
2. Плодосменный – яровой рапс-яровая пшеница-горох-яровая пшеница (масличные – 25 %, зерновые культуры – 75%).
3. Зернопаротравяной – чистый пар-озимая рожь-горох-яровая пшеница-однолетние травы-яровой ячмень (чистый пар – 16%, кормовые культуры – 17%, зерновые – 67 %).

Во всех изучаемых севооборотах вносится $N_{20-30}P_{20-35}$ кг/га пашни, которые дифференцируются под отдельные культуры в зависимости от технологии их возделывания и размещения в севообороте. При нулевой системе обработки почвы дополнительно на 1 га севооборотной площади вносится 15 кг д.в. азота.

Климат зоны проведения исследований континентальный. Сумма активных температур составляет $2205^{\circ}C$, за вегетационный период (май-сентябрь) выпадает 271 мм осадков, ГТК = 1,3. Погодные условия в годы проведения исследований были различными. ГТК составил в 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 и 2018 гг. соответственно 1,5; 1,4, 1,7; 1,3; 1,1 и 1,3.

Почва опытного участка чернозем выщелоченный маломощный среднесуглинистый с содержанием гумуса 6,9-7,3%. Общая площадь делянок первого порядка 2800 м², второго порядка – 700 м², учётная – 124 м², повторность четырёхкратная, размещение вариантов рендомизированное.

В исследованиях использовались общепринятые методики по определению агрофизических свойств и агрохимических показателей почвы, засоренности посевов и учета урожайности культур [5, 6].

Результаты исследований. На выщелоченных малогумусных чернозёмах лесостепных агроландшафтов Южного Зауралья при ограниченном количестве осадков лучшие условия для получения высоких урожаев складываются при более интенсивных обработках почвы, а её расход происходит более рационально на мелких плоскорезных и нулевых вариантах. За шестилетний период наблюдений в опыте весенние запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы под культурами полевого севооборота характеризуются как удовлетворительные при максимальном показателе при нулевой системе обработки с оставлением на поверхности почвы растительных остатков возделываемых культур (табл. 1).



Таблица 1 – Влияние систем обработки почвы на свойства чернозема выщелоченного (среднее за 2013-2018 гг.)

Система обработки почвы	Показатель			
	содержание продуктивной влаги в слое 0-100 см, мм	плотность почвы в слое 0-30 см, г/см ³	содержание нитратного азота в слое 0-40 см, мг/кг	биологическая активность почвы, %
Отвальная	125	1,14	13,0	42,9
Комбинированная	128	1,13	11,5	42,5
Минимальная	122	1,14	11,2	37,9
Нулевая	130	1,15	10,2	36,7

Плотность почвы в 4-польном зернопаровом севообороте во время приобретения ею равновесного состояния находилась в оптимальном диапазоне (1,1-1,2 г/см³) для роста и развития зерновых культур по всем системам обработки почвы. Это свидетельствует о высокой устойчивости черноземных почв к уплотнению, что согласуется с данными ученых Западной Сибири [7].

При этом снижение интенсивности обработки от вспашки до нулевой уменьшало микробиологическую активность почвы с 42,9 до 36,7%, что снижало содержание нитратного азота в почве из-за меньшей минерализации органического вещества и приводило к ухудшению азотного питания возделываемых растений. Аналогичную ситуацию наблюдали в своих исследованиях С.Д. Гилев с коллегами [8]. Поэтому при минимальных и нулевых обработках почвы для улучшения азотного питания растений необходимо применять компенсирующие дозы азотных удобрений и возделывать полевые культуры в плодосменных севооборотах с включением бобовых культур.

В изучаемых севооборотах засорённость посевов всех возделываемых по различным способам обработки почвы культур по удельной массе сорняков в фитоценозе была ниже порога вредоносности (10%), что обеспечивалось применением баковых смесей высокоэффективных гербицидов во время вегетации растений и внесением глифосата в допосевной период.

Установлено, что наиболее высокая эффективность получена в полевых севооборотах с 75%-ным насыщением зерновыми культурами. Минимальная система обработки почвы в зернопаровом севообороте обеспечила получение 2,25 т зерновых единиц с 1 га пашни с рентабельностью 217% и коэффициентом энергетической эффективности 3,6 ед., что свидетельствует о её конкурентоспособности в земледелии Южного Зауралья (табл. 2).

Во все годы исследований при возделывании яровой пшеницы по чистому пару и по лучшим непаровым предшественникам и обеспечении сбалансированного питания за счет применения азотно-фосфорных удобрений зерно по хлебопекарным качествам соответствовало 3-му, а в отдельные годы 2-му классу с содержанием белка 13,1-18,8%, клейковины – 26,1-34,1%.



Таблица 2 – Эффективность систем обработки почвы в полевых севооборотах Южного Зауралья (среднее за 2013-2018 гг.)

Севооборот	Система обработки почвы	Урожайность, т/га	Выход зерновых единиц, т/га пашни	Рентабельность, %	КЭЭ*
Зернопаровой	отвальная	3,32	2,48	182	3,7
	комбинированная	3,25	2,43	205	3,8
	минимальная	3,02	2,25	217	3,6
	нулевая	2,98	2,23	146	3,7
НСР ₀₅		0,37			
Плodosменный	отвальная	2,34	2,51	154	2,8
	комбинированная	2,29	2,45	163	2,8
	минимальная	2,08	2,23	152	2,5
	нулевая	2,09	2,24	101	2,6
НСР ₀₅		0,4			
Зернопаро- травяной	отвальная	3,36	2,54	175	3,4
	комбинированная	3,28	2,47	181	3,3
	минимальная	3,06	2,30	179	3,3
	нулевая	3,06	2,33	118	3,5
НСР ₀₅		0,32			

*Примечание: КЭЭ – коэффициент энергетической эффективности

Заключение. Совершенствование систем обработки почвы в полевых севооборотах Южного Зауралья связано с минимизацией и переходом к прямому посеву при благоприятных агроэкологических и хозяйственных условиях. Выявлено, что наиболее продуктивным является четырехпольный зернопаровой севооборот, где по уровню рентабельности лидирует минимальная система обработки почвы. Таким образом, минимальная обработка почвы, сокращая производственные затраты, позволяет получать устойчивые сборы зерна и повысить экономическую эффективность.

Литература

1. Орлова Л.В. Организационно-экономические основы и эффективность сберегающего земледелия. – Самара: ООО «Элайт», 2009. 204 с.
2. Кирюшин В.И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. 2018. №3. С.3-8.
3. Вражнов А.В. Адаптивная интенсификация систем земледелия на Южном Урале: монография. – Челябинск: ЧГАУ, 2002. 272 с.
4. Кирюшин В.И., Иванов А.Л. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство. – М.: «Росинформагротех», 2005. 784 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
6. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследований физических свойств почв и грунтов. – М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
7. Холмов В.Г., Юшкевич Л.В. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири: монография. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. 369 с.
8. Ресурсосберегающие способы обработки почвы в адаптивно-ландшафтном земледелии Зауралья / Под общей редакцией С.Д. Гилева. – Куртамыш: ГУП «Куртамышская типография», 2010. 194 с.



Агеев Анатолий Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе, ведущий научный сотрудник лаборатории агроландшафтного земледелия, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ», 456404, Челябинская область, Чебаркульский район, п. Тимирязевский, ул. Чайковского, 14. Тел. 89049726881, E-mail: ageev.aa62@mail.ru

Анисимов Юрий Борисович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией агроландшафтного земледелия, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ», 456404, Челябинская область, Чебаркульский район, п. Тимирязевский, ул. Чайковского, 14. Тел. 89193122329, E-mail: anisimov.1964@bk.ru

Вражнов Александр Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник лаборатории агроландшафтного земледелия, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ», 456404, Челябинская область, Чебаркульский район, п. Тимирязевский, ул. Чайковского, 14. Тел. 89823134064, E-mail: chniish2@mail.ru

Калюжина Елена Леонидовна, научный сотрудник лаборатории агроландшафтного земледелия, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ», 456404, Челябинская область, Чебаркульский район, п. Тимирязевский, ул. Чайковского, 14. Тел. 83516871744, E-mail: chniish2@mail.ru

Ageev Anatoly Alexandrovich, Cand. Sci. (Agriculture), Deputy Director for Science, Leading Researcher of the Agrolandscape Agriculture Laboratory, Chelyabinsk Research Institute of Agriculture. 456404, 14 Chaikovskiy street, Timiryazevskiy village, Chebarkulskiy district, Chelyabinsk region, Tel. 89049726881, E-mail: ageev.aa62@mail.ru

Anisimov Yuri Borisovich. Cand. Sci. (Agriculture), Head of the Agrolandscape Agriculture Laboratory, Chelyabinsk Research Institute of Agriculture. 456404, 14 Chaikovskiy street, Timiryazevskiy village, Chebarkulskiy district, Chelyabinsk region, Tel. 89193122329, E-mail: anisimov.1964@bk.ru

Vrazhnov Alexander Vasilyevich. Doktor of Agriculture, Corresponding Member of RAS, Chelyabinsk Research Institute of Agriculture. 456404, 14 Chaikovskiy street, Timiryazevskiy village, Chebarkulskiy district, Chelyabinsk region, Tel. 89823134064, E-mail: chniish2@mail.ru

Kalyuzhina Elena Leonidovna, Researcher, Laboratory of Agrolandscape Agriculture, Chelyabinsk Research Institute of Agriculture. 456404, 14 Chaikovskiy street, Timiryazevskiy village, Chebarkulskiy district, Chelyabinsk region, 14. Tel. 89514736003, E-mail: chniish2@mail.ru

DOI: 10.25930/0372-3054/003.5.12.2019

УДК: 528.88:004.942

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЛЬЕФА АГРОЛАНДШАФТОВ

С.А. Антонов

Ставропольский край является одним из ведущих аграрных регионов России. Высокая интенсификация сельскохозяйственного производства на фоне изменения климата приводит к деградации земель сельскохозяйственного назначения. Используемая в Ставропольском крае система земледелия имеет объективные недостатки, которые необходимо корректировать в рамках перехода к адаптивно-ландшафтным системам земледелия, для разработки которых необходимо провести агроэкологическую типизацию земель агроландшафтов. В данной статье представлено научное обоснование выбора стереоскопической оптической и интерферометрической радиолокационной космической съемки, а также геоинформационных технологий для цифрового моделирования рельефа агроландшафтов. Современные цифровые модели рельефа (World DEM, NextMap World 10, ALOS AW3D, SRTM и ASTER) имеют различные характери-



стики, сравнение которых позволит выбрать наиболее подходящую из них для моделирования рельефа агроландшафтов. Наиболее оптимальными из представленных моделей являются ASTER и SRTM, которые распространяются под свободной лицензией. Так, например, расчет среднего уклона пашни Труновского района по модели ASTER составил $7,48^\circ$, а по модели SRTM – $0,68^\circ$. Полученные результаты свидетельствуют о более высокой достоверности модели рельефа, полученной по данным модели SRTM, несмотря на ее среднее пространственное разрешение (90 м). Установлено, что экспозиция склона не является показательной для характеристики точности модели. Цифровые модели рельефа, обладающие высоким пространственным разрешением, возможно использовать для характеристики рельефа агроландшафтов с учетом пространственного положения полевых защитных лесных полос, поскольку они идентифицируются как локальные возвышения и должны быть устранены путем использования поправочных коэффициентов.

Ключевые слова: цифровая модель рельефа, агроландшафт, система земледелия, уклон местности, SRTM, ASTER

THE RATIONALE FOR THE SELECTION OF EARTH REMOTE SENSING DATA FOR DIGITAL RELIEF MODELING OF THE AGROLANDSCAPES

S.A. Antonov

Stavropol Territory is one of the leading agrarian regions of Russia. The high intensification of agricultural production against the background of the climate change leads to agricultural lands degradation. The farming system used in the Stavropol Territory has objective shortcomings that need to be corrected as part of the transition to adaptive landscape farming systems, for the developing of which it is necessary to carry out agroecological typification of the agrolandscapes. This article presents the scientific rationale for the choice of stereoscopic optical and interferometric radar satellite survey, as well as geographic information technologies for digital modeling relief of the agrolandscapes. Modern digital relief models (World DEM, NextMap World 10, ALOS AW3D, SRTM and ASTER) have different characteristics, a comparison of which will allow you to choose the most suitable one for modeling the relief of agrolandscapes. The most optimal of the presented models are ASTER and SRTM, which are distributed under a free license. So, for a example, the calculation of the arable land average slope in the Trynovsky district according to the ASTER model was $7,48^\circ$, and according to the SRTM model it was $0,68^\circ$. The results obtained indicate a higher reliability of the relief model obtained according to the SRTM model, despite its average spatial resolution (90 m). It was found that the exposure of the slope is not indicative for estimate of the model accuracy. Digital terrain models with high spatial resolution can be used to characterize the relief of agrolandscapes taking into account the spatial position of the forest shelterbelts, since they are identified as local elevations and must be eliminated by using correction factors.

Key words: digital relief model, agrolandscape, farming system, slope, SRTM, ASTER

Введение. Современная демографическая ситуация в мире создает необходимость обеспечения продовольственной безопасности. Важную роль в вопросе обеспечения продовольственной безопасности играют сельскохозяйственные регионы. Однако интенсификация сельскохозяйственного производства и современные тенденции изменения климата приводят к значительной деградации земельных ресурсов.

В Ставропольском крае преобладают земли сельскохозяйственного назначения



(91% территории), из них 88% территории занимают сельскохозяйственные угодья, которые характеризуются высокой степенью распаханности (69%), что ограничивает возможность использования новых земель в производстве. Почвенно-климатические условия на территории Ставропольского края разнообразны и меняются с востока на запад от крайне засушливых до достаточно влажных в районе предгорий Северного Кавказа.

На территории края выделяются 2 основных типа почв: каштановые – 3,5 млн га и черноземные – 3,1 млн га [1, 2].

Активное развитие современных геоинформационных технологий и дистанционного зондирования Земли позволяет разрабатывать научно обоснованные подходы для перехода к адаптивно-ландшафтным системам земледелия, которые основаны на агроэкологической типизации земель. В основу проведения типизации земель должны быть положены методы математического моделирования с наложением пространственных данных [3].

Основным источником высотных координированных данных являются топографические карты, полевые данные и материалы космической съемки. Каждый из указанных источников имеет свои особенности, накладывающие определенные ограничения на их получение и использование. Наиболее универсальным и достоверным источником данных о рельефе местности являются материалы космической съемки, полученные с различных спутников.

Материал и методы исследования. Объектом исследования является рельеф Труновского района Ставропольского края. Предметом исследования являются морфометрические характеристики рельефа Труновского района. Основными источниками данных о рельефе являются стереоскопическая оптическая и интерферометрическая радиолокационная космическая съемки. Сравнение проводилось на основе цифровых моделей рельефа: World DEM, NextMap World 10, ALOS AW3D, SRTM и ASTER [4, 5, 6].

Основными методами исследования являются методы дистанционного зондирования Земли (дешифрирование, геометрическая и радиометрическая коррекции, моделирование) и методы ГИС-технологий (оверлей (наложение), создание мозаик, морфометрический анализ (расчет уклона и экспозиции склона), зональная статистика).

Результаты исследований и их обсуждение. Для получения информации о рельефе нами были рассмотрены наиболее распространенные цифровые модели рельефа (ЦМР), характеристики которых представлены в таблице 1. Каждая из представленных моделей рельефа имеет свои особенности: способ распространения, площадь покрытия, пространственное разрешение, точность и другие.

Таблица 1 – Цифровые модели рельефа, полученные на основе данных дистанционного зондирования Земли

Название	Распространение	Покрытие	Размер ячейки
World DEM	Коммерческая основа	Весь земной шар	12x12 м.
NextMap World 10	Коммерческая основа	Весь земной шар	10x10 м.
ALOS AW3D	Коммерческая основа	Весь земной шар	5x5 м (2,5x2,5 м)
SRTM	Свободный доступ	60°с.ш. – 56°ю.ш.	90x90 м.
ASTER	Свободный доступ	83°с.ш. – 83°ю.ш.	30x30 м.



Из представленных в таблице ЦМР наилучшей точностью и наибольшим охватом территории обладает модель ALOS AW3D. Данная модель позволяет получать детальную характеристику особенностей рельефа территории. Главным недостатком этой модели и моделей WORLD DEM, NextMap World 10 является распространение их на коммерческой основе. Так, например, стоимость цифровой модели рельефа ALOS AW3D на территории Труновского района будет превышать 1 млн рублей (в ценах 2019 г.). В связи с этим в дальнейшей работе мы проводили сравнение ЦМР SRTM и ASTER как наиболее доступных и обладающих достаточной точностью для решения задач агроэкологической типизации земель агроландшафтов.

Цифровые модели рельефа SRTM и ASTER представляют собой непрерывные растровые поверхности высотных отметок. Особенности территории Труновского района Ставропольского края являются: относительно небольшой перепад высот, наличие характерных оврагов и высокая сельскохозяйственная освоенность (77% территории занимает пашня), наличие каркаса из полей защитных лесных полос, предназначенного для защиты от ветровой эрозии (рис. 1, рис. 2).

При помощи методов ГИС-технологий были созданы карты уклонов местности и экспозиции склонов на базе ЦМР SRTM и ASTER. Уклоны местности были ранжированы по определенным интервалам, которые представляют собой основу при проведении агроэкологической типизации земель.

В результате статистической обработки пространственных данных уклона местности были получены результаты, которые значительно различаются по данным анализируемых ЦМР (табл. 1).

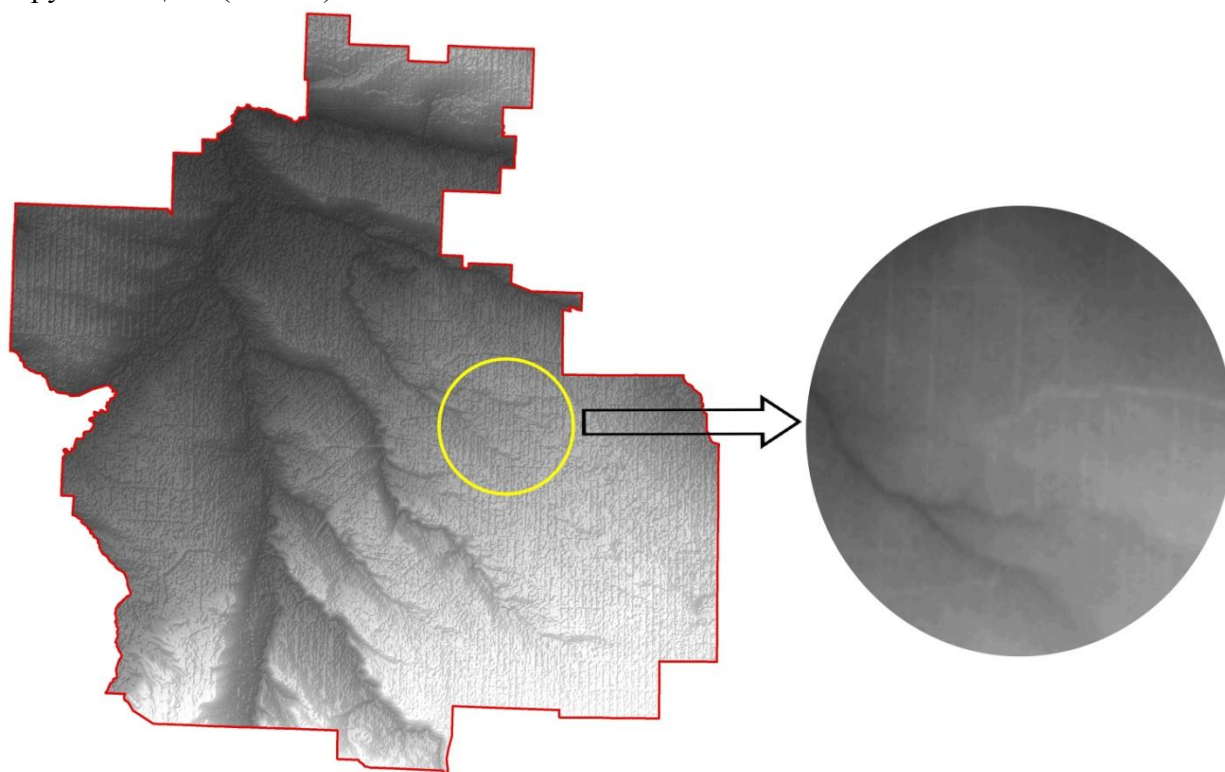


Рисунок 1. Цифровая модель рельефа SRTM.

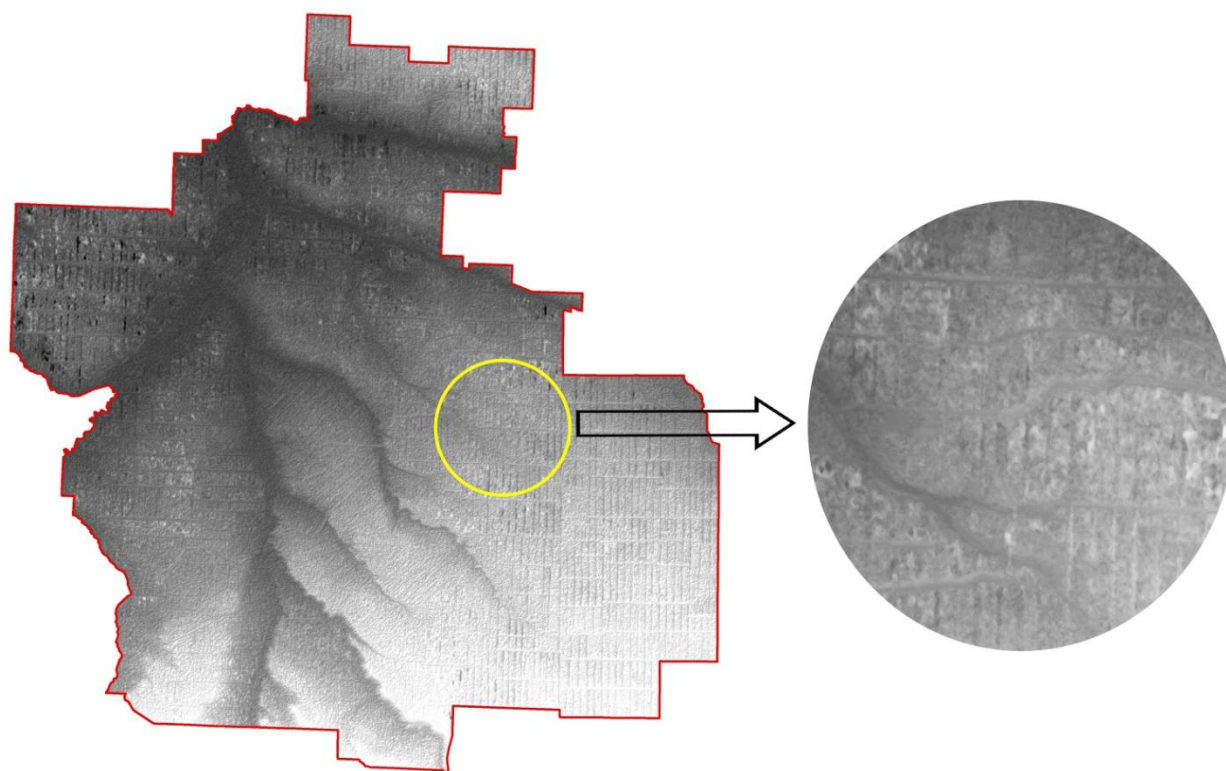


Рисунок 2. Цифровая модель рельефа ASTER.

Таблица 2 – Соотношение площади территории Труновского района с различными уклонами по данным ЦМР SRTM и ASTER

Уклон местности	ЦМР SRTM	ЦМР ASTER
<1°	84	3
1°-3°	14	15
3°-5°	1	21
5°-7°	1	18
>7°	0	43

По данным модели SRTM, средний уклон местности Труновского района составляет $0,68^\circ$, тогда как по модели ASTER он гораздо больше – $7,48^\circ$. Объективность и достоверность данных, полученных по ЦМР ASTER, вызывает сомнение, поскольку такой значительный уклон местности делает ее малопригодной для возделывания продукции растениеводства с высокой вероятностью развития водной эрозии. Однако, по данным дистанционного мониторинга, пашня Труновского района характеризуется слабым проявлением водной эрозии, суммарная протяженность эрозионных размылов составляет 450 км, при интенсивности 9,7 м/га, что является одним из самых низких показателей в Ставропольском крае [7].

Соотношение площадей по выбранным интервалам уклонов подтверждает высокую достоверность данных, полученных на основе ЦМР SRTM. Согласно данным SRTM, в Труновском районе преобладают земли с уклоном менее 1° (84% территории), а эрозионно-опасный уклон $>5^\circ$ представлен только на 1% территории. При этом, по данным модели ASTER, ситуация абсолютно противоположная – преобладает уклон



>7° (43% территории), а оптимальных для возделывания продукции растениеводства земель (уклон <1°) всего 3%.

Пространственный анализ экспозиции склонов по двум ЦМР показал неоднозначность результатов (табл. 3). По данным SRTM, в Труновском районе больше всего земель северной экспозиции (20%), а по данным ASTER – южной экспозиции (15%). Практически полное совпадение по площадям показали земли восточной и западной экспозиций. Использование экспозиции склона не позволяет провести оценку достоверности цифровой модели рельефа.

Таблица 3 – Распределение площади территории Труновского района с разными экспозициями, по данным ЦМР SRTM и ASTER

Экспозиция	ЦМР SRTM	ЦМР ASTER
Северная	20%	14%
Северо-восточная	17%	14%
Восточная	11%	13%
Юго-восточная	6%	12%
Южная	8%	15%
Юго-западная	6%	9%
Западная	8%	8%
Северо-западная	17%	9%
Плоские участки	7%	6%

Заключение. На основании анализа полученных результатов можно отметить, что для ЦМР, обладающих высоким пространственным разрешением и вертикальной точностью (например ASTER), необходимо учитывать объекты, расположенные на территории исследования. Так, для территории Труновского района характерно наличие каркаса из лесных полейзащитных полос, которые в моделях с высоким разрешением идентифицируются как локальные возвышения рельефа. Из-за этого происходит некорректный расчет уклона и экспозиции склонов. Аналогичная ситуация может наблюдаться и для ЦМР SRTM, но локальные возвышения рельефа в большинстве случаев нивелируются точностью модели SRTM.

При проведении агроэкологической типизации земель в рамках разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия оптимальной является модель SRTM с пространственным разрешением 90 м. Для использования моделей с более высоким пространственным разрешением (SRTM 30 м) необходимо проводить создание поправочных слоев, которые нивелируют влияние объектов, обладающих значительной высотной характеристикой (например, полейзащитные лесные полосы).

Литература

1. Кулинцев В.В., Годунова Е.И., Желнакова Л.И. и др. Система земледелия нового поколения Ставропольского края: монография. – Ставрополь, 2013. 520 с.
2. Куприченков М.Т. и др. Земельные ресурсы Ставрополья и их плодородие. СНИИСХ. – Ставрополь, 2002. 320 с.
3. Антонов С.А. Анализ влияния особенностей рельефа на развитие процессов линейной водной эрозии на пашне Ставропольского края //Известия ОГАУ. №3. 2019. С. 30-33.
4. Мальцев К.А. Морфометрический анализ рельефа республики Татарстан средствами геоинформационных технологий //Современные аспекты экологии и экологического образования: Тез. докл. Всерос. научн. конф. 19-29 сентября 2005 г. – Казань: Изд-во Казанского университета, 2005. С. 362-364.



5. Dobos E. et al. Use of combined digital elevation model and satellite radiometric data for regional soil mapping // Geoderma. 2000. Vol. 97. P. 367-391.
6. EarthExplorer Home USGS [Электронный ресурс]: Официальный сайт: Федеральная геологическая служба США. – [Режим доступа]: <https://earthexplorer.usgs.gov/> – Загл. с экрана (дата обращения: 12.05.2019 г.)
7. Антонов С.А., Есаулко А.Н., Сигида М.С., Голосной Е.В. Оценка развития процессов водной эрозии на территории агроландшафтов Ставропольского края и их влияние на продуктивность // Вестник АПК Ставрополья. 2018. №1(29). С.67-73. DOI: 10.25930/vmg3-j684.

Антонов Сергей Анатольевич, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией ГИС-технологий ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Российская Федерация, Ставропольский край, г. Михайловск, Тел.: +79034093827, E-mail: santosb@mail.ru

Antonov Sergey Anatolevich, Cand. of Geographical Sciences, Leading Researcher, Head of the Laboratory of GIS technologies, Federal State Budgetary Scientific Institution «North Caucasus Federal Agricultural Research Centre», Russia, Mikhailovsk, Stavropol Territory. Tel.: +79034093827, E-mail: santosb@mail.ru

DOI: 10.25930/0372-3054/004.5.12.2019

УДК: 631.11:631.617

ИССЛЕДОВАНИЯ И ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА В УСЛОВИЯХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕЕ ВКЛАД В ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ СБАЛАНСИРОВАННЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ

А.М. Беляков, М.В. Назарова

В статье излагаются результаты исследований применения технологии прямого посева в условиях сухостепной зоны темно-каштановых почв Волгоградской области, и на примере 2-х хозяйствующих субъектов (АО «Усть-Медведицкое» и КФХ Шкарупелова С.В.) представлены позитивные результаты по улучшению почвенного плодородия. Так, площадь пашни с высокой и средней обеспеченностью почвы подвижным фосфором (P_2O_5) с 466 га в 2008 году выросла до 6040 га в 2018 году, или с 4,8 до 63% от всей площади пашни, обеспеченность калием (K_2O) – до 98% в первом хозяйстве в зоне темно-каштановых почв, и во втором, в зоне черноземных почв, прирост гумуса за первые 5 лет составил 0,04%, за 13 лет – 0,49%. При этом площадь с высокой обеспеченностью гумуса выросла до 50,4% площади пашни, с низкой упала с 63% в 2003 году до 17,5% в 2018 году. Также обеспеченность почв подвижным фосфором выросла существенно: средняя – с 52,0 до 69,4%, высокая – с 15,0 до 24,2%, а низкая упала с 33 до 6,4%.

Наряду с обобщением опыта использования новой технологии в различных почвенно-климатических условиях проведена оценка влияния различных агротехнологий на формирование экологически сбалансированных агроландшафтов по системе критериев. В результате исследований установлено, что агроландшафт, сформированный под влиянием технологии прямого посева, по ряду экологических показателей (возврату элементов питания, сохранению водно-физических свойств почвы, накоплению органического вещества, противодействию проявлений водной и ветровой эрозий) имеет существенные преимущества, но уступает другим технологиям по воспроизводству продукции с единицы площади.



Ключевые слова: ландшафт, агроландшафт, агротехнологии, земледелие, почва, плодородие, макроэлементы, эрозия, дефляция, деградация

**RESEARCH AND EXPERIENCE ON THE APPLICATION
OF DIRECT SEEDING TECHNOLOGY IN THE CONDITIONS OF THE
VOLGOGRAD REGION AND ITS CONTRIBUTION TO THE FORMATION
OF ECOLOGICAL BALANCED AGROLANDSCAPES**

A.M. Belyakov, M.V. Nazarova

The article presents the results of studies on the application of direct sowing technology in the conditions of the dry steppe zone of dark chestnut soils in the Volgograd region, and on the examples of 2 economic entities (Ust-Medveditskoye JSC and Shkarupelova S.V. Peasant farm) positive results are presented to improve soil fertility. Thus, the area of arable land with high and medium supply of soil with mobile phosphorus (P_2O_5) from 466 hectares in 2008 increased to 6,040 hectares in 2018, or from 4,8 to 63% of the total arable land, and the provision with potassium (K_2O) increased to 98%, in the first farm in the dark chestnut zone and in the second farm, in the chernozem soil zone, the increase in humus in the first 5 years was 0,04%, and over 13 years, 0,49%. At the same time, the area with a high degree of humus increased to 50,4% of the arable land, and with low degree fell from 63% in 2003 to 17,5% in 2018. Also, the supply of soils with mobile phosphorus has grown significantly: the average from 52,0 to 69,4%, the high from 15,0 to 24,2%, and the low fell from 33 to 6,4%.

Along with generalizing the experience of using the new technology in various soil and climatic conditions, the impact of various agricultural technologies on the formation of ecologically balanced agricultural landscapes was evaluated according to a system of criteria.

As a result of research, it was established that the agrolandscape formed under the influence of direct sowing technology, according to a number of environmental indices (return of nutrients, preservation of water-physical properties of the soil, accumulation of organic matter, counteraction to the manifestations of water and wind erosion) has significant advantages, but is inferior to other technologies for the reproduction of products per unit area.

Key words: landscape, agrolandscape, agrotechnologies, arable farming, soil, fertility, macroelements, erosion, deflation, degradation

Введение. Одна из основных задач аграрной науки текущего периода состоит в эффективном использовании почвенно-климатических ресурсов аграрных территорий (ландшафтов, административных районов, регионов), что предполагает разработку систем рационального землепользования на новых ландшафтных принципах и теории адаптивного сельского хозяйства [1, 2].

Зависимость состояния агроландшафтов и ландшафтов от систем земледелия и агротехнологий очевидна и неоспорима [3, 4, 5], и в этой связи технология прямого посева актуальна как новый ресурсосберегающий подход в использовании земельных ресурсов [6].

Целью исследований являлось изучение особенности применения технологии прямого посева в условиях Волгоградской области и оценка ее вклада в формирование экологически сбалансированных агроландшафтов.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований являлась технология прямого посева в различных агроклиматических условиях Волгоградской области и вклад различных видов агротехнологий в сбалансированность агроландшафтов сухо-



степной зоны темно-каштановых почв. Использовались стационарные площадки землепользований АО «Усть-Медведицкое», КФХ Исаева В.В. Серафимовичского района и СПК «Черенский» Клетского района, КФХ Шкарупелова Киквидзенского района.

Полевые опыты, сопутствующие наблюдения и учёты проводили по методикам ВНИИ агролесомелиорации, ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, ФНЦ агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения, методам дистанционного зондирования и мониторинга.

Результаты исследований и их обсуждение. Волгоградская область отличается высокой почвенно-климатической контрастностью от южных и обыкновенных черноземов на севере до светло-каштановых почв на юге, имеет 8,1 млн га сельскохозяйственных угодий, где пашня занимает 5,6 млн га. Распаханность территории достигает 70%.

Климат региона засушливый, годовое количество осадков на юге 270 мм и на севере области 400 мм, ГТК – 0,4-0,8. Характерны частые засухи, количество суховейных дней достигает до 36. Такие почвенно-климатические условия позволяют выращивать зерновые культуры, подсолнечник, на орошении овощи, на чём и специализируется Сельскохозяйственное производство области.

В 1960-1980 годы в регионе сложилась парозерновая и парозернопропашная системы земледелия, где в структуре посевных площадей основное место занимали зерновые культуры (пшеница, рожь, ячмень, просо, кукуруза, горох), подсолнечник, бахчевые, однолетние и многолетние травы. Озимая пшеница занимала до 30% посевных площадей.

В начале 80-х годов прошлого столетия научными учреждениями разработана и предложена производству зональная система «сухого» земледелия Волгоградской области, в которой доля чистого пара от площади пашни составляла 20-24%. Сохранялась сбалансированная пропорция между зерновыми и кормовыми культурами, последнее поле в севооборотах отводилось подсолнечнику, который занимал от посевной площади 6-8%. Чистый пар стабилизировал влагообеспеченность почвы в засушливые годы и гарантировал посев озимых культур в сухое лето. Данная система обеспечивала стабильный валовой сбор зерновых культур на уровне 3,0-3,5 млн т, рост валовых сборов масличных, кормовых и овощных культур [7]. В настоящее время в Волгоградской области продукции растениеводства производится общей стоимостью 88,5 млрд руб., в основном за счет производства зерна – до 4,0 млн т, семян подсолнечника – до 921 тыс. т и овощей – более 900 тыс. т, что подтверждает принципы интенсификации и необходимость адаптивного ведения земледелия.

Однако системные засухи последних лет показали несостоятельность данного способа использования земель сельскохозяйственного назначения, так как не обеспечивалась растущая потребность в продуктах питания и создавалась экологическая напряженность, в основном на чистых парах, где проявляется ветровая и водная эрозии, приводящие к снижению почвенного плодородия.

В связи с этим большой интерес у производителей вызвала технология прямого посева, в теоретическое обоснование которой большой вклад внесли отечественные ученые И.Е. Овсинский (1902), Н.М. Тулайков (1938) и ряд зарубежных авторов, однако в России должной научной проверки она не получила.

Тем не менее в начале 2000-х годов технология прямого посева начала распространяться на юге России. Причиной тому стали рост тарифов на энергоносители (в 3-4 раза по отношению к 80-90-м годам), вызвавший увеличение себестоимости сельскохозяйственной продукции, появление гербицидов нового поколения сплошного и избира-



тельного действия, стимуляторов роста, биопрепаратов и микроудобрений. За последние 15-20 лет существенно изменился парк машин в сельском хозяйстве. На смену металлоемким, энергозатратным тракторам и сельскохозяйственным машинам пришли высокопроизводительные и, в большинстве случаев, комбинированные агрегаты. Появился опыт из Южной Америки по противодействию водной и ветровой эрозиям, что в корне изменило технологическую политику в земледелии.

В настоящее время в Волгоградской области технологию прямого посева используют ряд хозяйств, таких как КФХ Кажгалиева С.В., КФХ Ишкина А.В., КФХ Бахмутова В.В., ООО «Лозное», АО «Усть-Медведицкое», АО «Раздолье», СПК Карповский, ООО «Гелио-Пакс» и другие, с площадью посева 290-310 тыс. га.

АО «Усть-Медведицкое» Серафимовичского района с 2012 года на средне- и тяжелосуглинистых темно-каштановых почвах работает по технологии прямого посева на всей площади пашни (10137 га). Благодаря сокращению расхода ГСМ почти в 2 раза, существенному уменьшению количества работников и экономии средств по другим расходам, хозяйство за годы применения новой технологии увеличило объёмы применения удобрений в 2 раза – с 42 до 84 кг д. в. на 1 га пашни (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние технологии на динамику производственно-экономических показателей ОАО «Усть-Медведицкое»

Показатель	Классические технологии				Технология прямого посева						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Расход ГСМ, л/га	62	61	63	48	32	30	26	28	28	28	32
Число работающих, чел.	149	128	108	110	84	62	56	48	45	45	48
Внесено удобрений, т	381	326	318	336	322	346	337	352	460	470	862
Пашни со средним и высоким содержанием фосфора, га	466	667	1069	3022	3617	4120	5891	6040	7120	7220	7840
Урожайность озимой пшеницы, т/га	2,50	1,93	1,24	1,45	1,62	1,87	1,86	1,80	2,2	2,8	1,97
Урожайность сафлора, т/га	-	-	-	1,41	1,70	1,43	1,27	1,68	1,45	1,41	0,98

Увеличение объёмов внесения удобрений и возврат всех растительных остатков в почву позволили существенно улучшить пищевой режим почвы. Площадь пашни с высокой и средней обеспеченностью почвы подвижным фосфором (P_2O_5) с 466 га в 2008 году выросла до 6040 га в 2015 году, или с 4,8 до 63% от площади всей пашни, а обеспеченность калием (K_2O) возросла до 98%.

Смена технологий позволила расширить ассортимент возделываемых культур. Если ранее растениеводство базировалось на освоении короткоротационных севооборотов с чистым паром, то в технологии прямого посева, наряду с озимой пшеницей, в севообороты стали включать яровую твердую пшеницу, нут, сафлор, лен масличный, кориандр и рыжик. При этом урожайность озимой пшеницы по непаровым предшественникам возросла с 1,78 т/га в среднем за 2008-2011 годы до 2,02 т/га в последние 7 лет (2012-2018 гг.), когда применяли технологию прямого посева.



Другим примером успешного применения технологии прямого посева является КФХ Шкарупелова С.В. Киквидзенского района в зоне южных черноземов. В этом хозяйстве прирост гумуса за первые 5 лет работы по этой технологии составил 0,04%, за 13 лет – 0,49%, при этом площадь с высокой обеспеченностью гумуса выросла до 50,4% площади пашни, а с низкой уменьшилась с 63% в 2003 году до 17,5% в 2016 году (табл. 2).

Таблица 2 – Динамика изменения показателей плодородия почвы при применении технологии прямого посева в КФХ Шкарупелова С.В.

Показатель	Год		
	2003	2008	2013-2018
Обследуемая площадь пашни, га	5908	6067	5010
Содержание гумуса в почве, %	3,60	3,64	4,09
Обеспеченность почвы гумусом, % от площади			
- низкая	63,0	45,2	17,5
- средняя	20,5	16,0	32,1
- высокая	16,5	38,8	50,4
Обеспеченность почвы подвижным фосфором, %			
- низкая	33,0	12,8	6,4
- средняя	52,0	75,6	69,4
- высокая	15,0	11,6	24,2
Урожайность пшеницы, т/га	3,6	4,0-4,5	5,6

Существенно улучшилась обеспеченность почв подвижным фосфором. Площадь пашни со средним содержанием этого элемента выросла с 52 до 69,4%, высоким – с 15,0 до 24,2%, при одновременном сокращении площади с низкой обеспеченностью – с 33 до 6,4%. В целом площадь пашни со средней и высокой обеспеченностью почвы подвижным фосфором увеличилась с 3928 га в 2003 году до 5091 га в 2008 году. Всё это позволило увеличить урожайность озимой пшеницы с 3,6 т/га в начале освоения технологии до 4,0-4,5 т/га через 5 лет работы и до 5,6 т/га в настоящее время (после 13 лет).

Таким образом, технология прямого посева, при правильном ее применении, позволяет не только стабилизировать плодородие почв южных черноземов, но и увеличить содержание в них гумуса, существенно снизить эрозионные процессы и обеспечить получение стабильно высоких урожаев зерновых и масличных культур.

Позитивной стороной технологии прямого посева является более тесная гармония хозяйственной деятельности человека с окружающей природой, сокращение затрат на производство сельскохозяйственной продукции и существенный рост производительности труда.

Негативной стороной новой технологии является нестабильность посевов озимой пшеницы, когда в конце лета и начале осени (август-сентябрь) складываются засушливые условия, верхний слой почвы (0-10 см) пересыхает и для семян создаются неблагоприятные условия увлажнения для появления всходов, нормального их роста и развития. Подтверждением такого явления было сухое лето 2013 года, засушливое лето и осень 2014 года, когда в хозяйстве не смогли выполнить запланированный объем сева озимых.

Для изучения влияния агротехнологий на формирование экологически сбалансированных агроландшафтов нами проведены исследования в АО «Усть-Медведицкое», КФХ Исаева В.В. Серафимовичского и СПК «Черенский» Клетского районов, расположенных в зоне темно-каштановых почв с сильно расчлененным релье-



ефом местности. При оценке экологического состояния исследуемых агролесоландшафтов учитывали следующие показатели: площадь землепользования, посева и чистого пара, урожайность зерновых и масличных культур, расчлененность рельефа, проявление водной эрозии и дефляции почвы, наличие песков и солонцов, коэффициент выпашанности, общая лесистость территории (в том числе доля ЗЛП, овражно-балочные леса, лесные массивы), состояние полегающих лесных насаждений (ПЗЛН), содержание влаги в метровом слое почвы весной и к уборке урожая, количество химических обработок и применения удобрений, тип основной обработки почвы, тип севооборота, плотность сложения почвы к уборке, соотношение интерзональных почв к зональным, общая сбалансированность агролесоландшафта (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние агротехнологий на сбалансированность агроландшафтов хозяйств сухостепной зоны Волгоградской области

Показатели	Тип агротехнологий		
	классическая	комбинированная	технология прямого посева
Площадь землепользования, га	21972	20150	15360
Площадь посева, га	10176	9890	10137
Площадь чистого пара, га	5424	3610	-
Урожайность озимой пшеницы, т/га	3,41	4,60	1,97
Расчлененность рельефа, %	25,9	29,7	30,6
Проявление водной эрозии почвы / дефляции в 2015 г., %	16,8/24,6	10,2/10,2	3,1/0,08
Наличие интерзональных почв (пески, солонцы), %	18,0	28,0	22,0
Коэффициент выпашанности, ед.	0,71	0,67	0,66
Общая лесистость территории, %	4,21	4,18	3,47
в т.ч. доля ЗЛП	2,70	2,80	2,20
Характеристика ПЗЛН (возраст, рядность, состояние), ЛМО	40 лет, 4 р. – 3а	40 лет, 4-5 р. – 3а	40 лет, 4 р. – 3а
Весенние запасы влаги в метровом слое почвы, мм	138	132	128
Запасы влаги в метровом слое почвы к уборке, мм	18	28	42
Число химических обработок, шт.	3	4	6
Тип основной обработки почвы	отвал с плугом	комбинации	без обработки
Уровень применения удобрений, кг д.в./га (т)	26 (405)	47 (634)	84 (860)
Тип севооборота, число полей, шт.	ЗПП/3 ^х п	ЗПП/3 ^х п	ЗМ/4 ^х п
Плотность сложения почвы в посевах озимой пшеницы весной в слое 0,0-0,6 м, г/см ³	1,14	1,14	1,20
Общая сбалансированность агролесоландшафта, шкала в баллах	2 несбалансирован	3 средне-сбалансирован	3 среднесбалансирован

Примечание: ЗПП – зернопаропропашный севооборот; ЗМ – зерномасличный севооборот; ЛМО – лесомелиоративная оценка

Установлено, что агроландшафт, сформированный под влиянием технологии прямого посева, по ряду экологических показателей (возврату элементов питания, со-



хранению водно-физических свойств почвы, накоплению органического вещества, противодействию проявлениям водной и ветровой эрозий) имеет существенные преимущества, но уступает другим технологиям по воспроизводству продукции с единицы площади. Классическая технология (с применением отвальной обработки почвы и высокой долей чистого пара) обеспечивает стабильное производство сельскохозяйственной продукции, но уступает технологии прямого посева и комбинированному варианту по ряду экологических требований и влиянию на почвенное плодородие. Комбинированная технология занимает промежуточное положение.

Заключение. Комплексная оценка показывает, что на сбалансированность агроландшафта высокое влияние оказывают агротехнологии как основной инструмент хозяйственной деятельности человека. Технологии возделывания сельскохозяйственных культур способны снижать воздействие на посевы засух, суховеев, дефляции и эрозии почв, обеспечивают создание благоприятных условий продукционного процесса агрофитоценозов с учетом зонального аспекта и таким образом формируют агроландшафт и систему использования земельных ресурсов. Прямой посев имеет ряд технологических и экономических преимуществ по сравнению с другими технологиями, поэтому он имеет право на творческое применение в условиях Волгоградской области и других регионах Нижнего Поволжья.

Литература

1. Кирюшин В.И. Развитие представлений о функциях ландшафтов в связи с задачами оптимизации природопользования // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. 2015. № 80. С. 16-25.
2. Усовершенствованные теоретические основы формирования экологически сбалансированных агроландшафтов / Н.П. Масютенко [и др.]. – Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2015. 63 с.
3. Беляков А.М. Методы исследования и оценка состояния агроландшафтов сухостепной зоны Волгоградской области // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. География. Геология. 2018. Том 4(70). №3. С. 102-108.
4. Беляков А.М., Назарова М.В. Агроландшафты и технологии засушливого земледелия // Научно-агрономический журнал. 2018. №1(102). С. 35-39.
5. Гостев А.В., Пыхтин И.Г., Нитченко Л.Б., Плотников В.А., Пыхтин А.И. Система оценки экологической сбалансированности агроландшафта и степени соответствия используемой в нем системы земледелия // Земледелие. 2017. №8. С. 3-7.
6. Овсинский И.Е. Новая система земледелия. – М.: Книга по Требованию, 2012. 303 с.
7. Системы земледелия Нижнего Поволжья: Учебное пособие / Сухов А.Н [и др.]. – Волгоград: Изд-во ВГСХА «НИВА», 2007. 344 с.

Беляков Александр Михайлович, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории исследования агролесоландшафтов и адаптивных систем земледелия ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН», 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, 97. Тел. +79272551674, E-mail: dokbam49@mail.ru

Назарова Марина Владимировна, младший научный сотрудник лаборатории исследования агролесоландшафтов и адаптивных систем земледелия ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН», 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, 97. Тел. +79610646927, E-mail: mn1967@list.ru

Belyakov Alexander Mikhailovich, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher of the Laboratory for Research on Agroforestry Landscapes and Adaptive Agriculture Systems of the Federal Research Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, 400062, 97, University avenue, Volgograd. Tel. +79272551674, E-mail: dokbam49@mail.ru



Nazarova Marina Vladimirovna, Junior Researcher, Laboratory for Research on Agroforestry Landscapes and Adaptive Farming Systems of the Federal Research Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, 400062, 97, University avenue, Volgograd. Tel. +79610646927, E-mail: mn1967@list.ru

DOI: 10.25930/0372-3054/005.5.12.2019

УДК: 631:11.634:93

УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЧВ К РАЗРУШЕНИЮ ВЕТРОМ В АГРОЛЕСОЛАНДШАФТАХ НА ФОНЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ NO-TILL

Т.В. Волошенкова

В сети лесных полос степной зоны Нижнего Поволжья изучена сезонная динамика структуры верхнего (0-5 см) слоя почвы на фоне системы земледелия No-till. Установлено, что открытая поверхность южных карбонатных черноземов дефляционно опасна в любое время года. Выявлены два пика распыления – ранней весной и перед уборкой зерновых культур. В первый период содержание частиц диаметром менее 1 мм составило 33-47%, во второй – 60-61%. Полезащитные лесные полосы снижали распыление почвы в зоне до 10-15 высот насаждений (Н) почти в 2 раза. Южные карбонатные черноземы генетически предрасположены к выдуванию, поэтому их необходимо защитить экраном из растительных остатков. Система земледелия No-till имеет преимущество, так как позволяет всю стерню оставить на поверхности поля, особенно при уборке методом очеса растений. При этом остается около 4 т/га растительных остатков озимой пшеницы. К весне ее количество сокращается в 2 раза, а после посева яровых культур остается всего около 25% от первоначального количества. Поэтому система No-till будет наиболее эффективна в комплексе с полезащитными лесными полосами.

Ключевые слова: система земледелия No-till, дефляция, структура почвы, пожнивные остатки, лесные полосы

RESISTANCE OF SOILS TO DESTRUCTION BY WIND IN AGROFOREST LANDSCAPES AGAINST THE BACKGROUND OF THE NO-TILL FARMING SYSTEM

T.V. Voloshenkova

In the network of the forest shelterbelts in the steppe zone of the Lower Volga region, the seasonal dynamics of the structure in the upper (0-5 cm) soil layer was studied against the background of the No-till farming system. It has been established that the open surface of the southern carbonate chernozems is deflationary threat at any time of the year. Two peaks of dispersion were revealed: in the early spring and before harvesting of grain crops. In the first period, the content of particles with a diameter of less than 1 mm was 33-47%, in the second it was 60-61%. The field-protecting forest belts reduced the soil dispersion in the zone to 10-15 plantation heights (H) almost 2 times. Southern carbonate chernozems are genetically predisposed to blowing, so they need to be protected by a screen from plant debris. The No-till farming system has the advantage of allowing the entire stubble to be left on the surface of the field, especially when harvesting by plant combing. At the same time, about 4 tons/hectare of winter wheat stubble remains. By spring, its number is reduced by 2 times, and after the sow-



ing spring crops only about 25% of the initial amount remains. Therefore, the No-till system will be most effective in combination with field-protecting forest shelterbelts.

Key words: No-till farming system, deflation, soil structure, stubble, forest shelterbelts

Введение. Одним из ведущих факторов потери почвенного плодородия и, как следствие, снижения эффективности сельскохозяйственного производства является дефляция. В конце 70-х годов прошлого столетия из-за разрушения почв ветром терялось около 27 млн т зерна пшеницы [1]. На сегодняшний день в России недобор продукции растениеводства в зерновом эквиваленте составляет 13,2 млн т [2]. Юго-восток европейской территории России наиболее часто подвергается разрушительному действию пыльных бурь из-за своего географического расположения на стыке циклонов и антициклонов, вызывающих резкое усиление ветра [3]. В связи с этим вопрос ветроустойчивости поверхности почв и методов ее повышения весьма актуален.

Объекты и методы исследования. Исследования проводились в 2015-2018 гг. в зоне степи Волгоградской области на базе фермерских хозяйств, возделывающих сельскохозяйственные культуры по системе земледелия No-till. Объекты наблюдения – поля в межполосных пространствах сети защитных лесных насаждений. Главная порода – ясень зеленый (*Fraxinus lanceolata*). Высота полос в период исследований варьировала в пределах 7-10 м. В почвенном покрове преобладали черноземы южные карбонатные разной мощности тяжелосуглинистые и глинистые. В течение года на различных расстояниях от лесных полос изучали структуру верхнего слоя почвы (0-5 см) с использованием метода сухого просеивания по Н.И. Саввинову [4]. Дефляционную опасность почвы оценивали по содержанию частиц диаметром менее 1 мм в слое 0-5 см [5]. Одновременно определяли количество растительных остатков на поверхности почвы [6].

Результаты исследований и их обсуждение. В осенне-зимне-весенний период под действием погодных факторов почва подвергается многократным циклам «замораживания-оттаивания», «увлажнения-высушивания», что способствует разрушению крупных почвенных агрегатов и вследствие этого увеличению распыленности [7]. Вследствие этого наблюдается значительная сезонная изменчивость содержания фракции диаметром менее 1 мм, и существенное влияние на этот показатель оказывают полезащитные лесные насаждения (рис. 1).

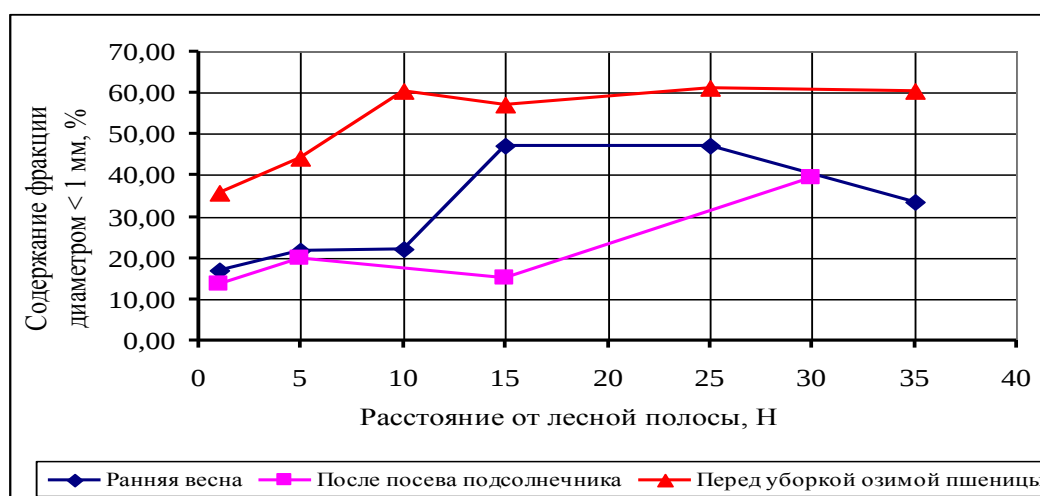


Рисунок 1 – Сезонная динамика распыления почвы в межполосном пространстве.



В ранневесенний период содержание «пылящей» фракции изменялось по межполосному пространству в достаточно широких пределах. В зоне до 10-12 высот насаждений (Н) от лесной полосы оно составило 17,1-22,3%. Вне этой зоны распыленность возрастала до 33-47%, то есть почти достигала верхнего предела дефляционной устойчивости почв. Причиной такой дифференциации является отложение снежных шлейфов у лесных полос. Оно способствовало уменьшению частоты и амплитуды колебаний температуры в зимний период, а также повышению влажности почвы, что положительно отразилось на связности почвенных агрегатов и снизило распыленность почвы.

Весенне-летнее мелиоративное влияние лесных полос и дополнительное увлажнение почвы за счет выпадения осадков привело к дальнейшему снижению количества дефляционно опасной фракции. В фазе всходов подсолнечника в зоне 0-15 Н оно составило 13,6-19,7%, а за ее пределами – 39,3%.

При иссушении почвы в процессе роста и развития агроценозов наблюдался обратный процесс. Распыление почвы резко увеличилось, достигнув максимума перед уборкой озимой пшеницы. В этот момент содержание фракции диаметром менее 1 мм составило 35,7-61,3%. При этом положительное воздействие лесных полос сохранялось, хотя протяженность зоны влияния несколько сократилась. На существование двух пиков распыления (в марте-апреле и в период от уборки сельхозкультур до следующей обработки) для открытых черноземов Северного Кавказа указывали в свое время П.С. Трегубов и Г.И. Васильев [8], однако влияние лесных полос они не учитывали.

Нужно отметить, что при иссушении почвы распыление южных карбонатных черноземов проявлялось настолько сильно, что обнаруживалось невооруженным взглядом.

Анализ почвенных кернов из пробуренных скважин показал, что если в фазе колошения озимой пшеницы нижняя граница распыленного слоя наблюдалась на глубине 10-20 см, то в предуборочный период она опускалась до 30 см.

В связи с тем, что южные карбонатные черноземы дефляционно опасны в любое время года, их необходимо защитить экраном из пожнивных остатков. Считается, чтобы предотвратить выдувание, необходимо оставить на поверхности почвы 200-300 шт/м² стоячей стерни озимой пшеницы при высоте ее среза 15-20 см [9, 10] или 0,5-2,4 т/га [8] растительных остатков.

Система земледелия No-till, где почва не обрабатывается, позволяет накопить и сохранить мощный экран из растительных остатков. В этом отношении хорошие результаты получаются при уборке зерновых колосовых культур очесывающими жатками, когда практически вся стерня остается на поверхности поля. Общая масса ее составляет около 4 т/га (рис. 2).

После посева подсолнечника их количество по сравнению с ранневесенним периодом снизилось до 0,73-1,52 т/га (42,4-57,6% от первоначального количества). Этого могло бы хватить для предотвращения выдувания, но только при небольших скоростях ветра, высокой устойчивости поверхности почвы и жестком скреплении с ней стерни. Однако к весне стерня становится рыхлой, ломкой, легко падает, частично заделывается в почву в полосе прохода высевающих аппаратов. В результате этого защитные свойства экрана из растительных остатков резко уменьшаются. Поэтому при напряженном ветровом режиме для предотвращения выдувания необходимо применять систему земледелия No-till в комплексе с защитными лесными насаждениями.



Рисунок 2 – Стерневой экран после уборки озимой пшеницы методом очеса растений.

К весне под действием климатических факторов и естественного разложения количество пожнивных остатков уменьшилось до 1,70-2,43 т/га (рис. 3).



Рисунок 3 – Сохранность стернового экрана в ранневесенний период после уборки предшествующей озимой пшеницы методом очёса растений.

Кроме того, эффективность других сельскохозяйственных культур меньше, чем стерни пшеницы, и для защиты поверхности почвы их требуется гораздо больше. Данных по количеству пожнивных остатков других культур на фоне системы No-till недо-



статочны, что требует проведения дополнительных исследований.

Заключение. 1. Открытая поверхность южных карбонатных черноземов Нижнего Поволжья дефляционно опасна в любое время года, даже на фоне системы земледелия No-till с ее минимальным воздействием сельскохозяйственных орудий на почву. Содержание дефляционно опасной фракции в ранневесенний период составило 33-47%, в период перед уборкой зерновых – 59-62%.

2. Лесные полосы, смягчая колебания зимних температур и повышая влажность почвы в весенне-летний период, способствуют уменьшению распыления почвы в зоне своего влияния.

3. Система земледелия No-till позволяет сохранить на поверхности почвы защитный экран из растительных остатков, но при высоких скоростях ветра она будет наиболее эффективна в комплексе с лесными полосами.

Литература

1. Dregne H.E. Desertification: man's abuse of the land //J. of Soil and Water Conservation, 1978. Vol. 33. No 1. P. 11-14.
2. Кулик К.Н. и др. Полезащитное лесоразведение: значение, состояние, пути выхода из кризиса //Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 1. С. 24-27.
3. Сажин А.Н., Кулик К.Н., Васильев Ю.И. Погода и климат Волгоградской области. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2010. 306 с.
4. Методы агрофизических исследований почв Средней Азии / ответ. ред. С. Н. Рыжов. – Ташкент: СоюзНИХИ, 1973. 132 с.
5. Долгилевич М.И., Васильев Ю.И., Сажин А.Н. и др. Методические указания по размещению полезащитных лесных полос в районах с активной ветровой эрозией. – М: ВАСХНИЛ, 1984. 59 с.
6. Долгилевич М.И., Васильев Ю.И., Сажин А.Н. Методика изучения комплекса лесомелиоративных и агротехнических приемов защиты почв от ветровой эрозии. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1977. 72 с.
7. Васильев Ю.И., Сергеева И.С. Влияние температурных характеристик климата и их динамики на структуру различных по типу и разновидности почв /Роль и место агролесомелиорации в современном обществе: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию ВНИАЛМИ, г. Волгоград, 10-13 октября 2006 г. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2007. С. 53-61.
8. Трегубов П.С., Васильев Г.И. Некоторые особенности развития процессов ветровой эрозии на Северном Кавказе //Эрозия почв озера Байкал и меры борьбы с ней. – Улан-Удэ, 1977. С 30-35.
9. Вешко Э.И., Рыжиков Д.П., Бураков В.И. Оценка ветроустойчивости поверхности обыкновенного чернозема Донецкой области с помощью аэродинамической установки ПАУ-3 //Ветровая эрозия и плодородие почв. – М.: Колос, 1976. С. 59-65.
10. Гортлевский А.А. Ветроустойчивость карбонатных черноземов Кубани и пути ее повышения //Земледелие: Сб. науч. тр. Краснодарского НИИСХ. – Краснодар, 1975. Вып. 8. С. 173-182.
11. Chupil W.S., Woodruff N.P. and Siddoway F.N. How to control soil blowing //U.S. Department of agriculture, Farmer's bulletin. 1961. No. 2169. 16 p.

Волошенкова Татьяна Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией оценки экологического состояния агроценозов ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», ул. Никонова, 49, г. Михайловск, Ставропольский край, 356241, Россия, E-mail: tvoloshenkova@yandex.ru.

Voloshenkova Tatyana Vladimirovna, Candidate of Agricultural Sciences, Chief Researcher, Head of the Laboratory for assessment of the ecological state of agrocenoses, FSBSI «North Caucasus Federal Agricultural Research Centre», 49, Nikonov St., Mikhailovsk, Stavropol Territory, 356241, Russia, E-mail: tvoloshenkova@yandex.ru



DOI: 10.25930/0372-3054/006.5.12.2019

УДК: 633:631.51

ТЕХНОЛОГИЯ БЕЗ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ИССЛЕДОВАНИЯХ КУРГАНСКОГО НИИСХ

С.Д. Гилев, И.Н. Цымбаленко, А.Н. Копылов, В.П. Ефремов, Н.В. Ионина

Представлен материал преимущественно методического плана по изучению систем земледелия без обработки почвы в условиях Зауралья. Научно-исследовательская работа ведется на базе Курганского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. В зернопаровом, зерновом севооборотах и при бессменном возделывании пшеницы изучаются и совершенствуются технологии производства зерна яровой пшеницы, гороха, раннеспелой кукурузы на базе трёх систем обработки почвы: традиционной (глубокая отвальная), минимальной (мелкая поверхностная) и нулевой (без обработки почвы). В системе без обработки почвы посев яровой пшеницы и других культур проводится сеялкой СКП-2,1, оборудованной тонкими анкерными сошниками, минимально нарушающими стерневой покров. Нормы посева снижены на 10-15% по сравнению с технологией традиционного посева. Для уничтожения зимующих и ранних однолетних сорняков проводится предпосевная обработка почвы глифосатсодержащими гербицидами, в период вегетации – химическая прополка посевов баковыми смесями гербицидов, в том числе противозлаковыми. В конце каждой ротации четырёхпольного зернопарового севооборота в четвёртом поле на контрольных вариантах и на фоне N_{40} в слое почвы 0-20 см определяется численность и динамика микроорганизмов различных физиологических групп, их реакция на способы обработки, удобрения и погодные условия (лаборатория ВНИИ органических удобрений и торфа). С 2018 года проводится учет степени заселённости почвы фитопатогенами, их динамика. В качестве методов исследований используется флотация и микроскопирование почвенных образцов (лаборатория почвенных экспертиз «Самара-АРИС»). Результаты учёта урожайности, сопутствующие исследования и наблюдения свидетельствуют, что в центральной лесостепной зоне Зауралья на среднесуглинистых чернозёмах технология без обработки почвы по уровню производства зерна не уступает традиционной. В северо-западной зоне, более увлажнённой, с тяжелосуглинистыми почвами, на начальном этапе исследований этой технологии (2014-2018 гг.) по урожайности яровой пшеницы преимущество имеет традиционная технология.

Ключевые слова: без обработки почвы, стерневой фон, гербициды, микроорганизмы, фитопатогены, технология, урожайность

TECHNOLOGY WITHOUT TILLAGE IN THE RESEARCH OF THE KURGAN RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE

S.D. Gilev, I.N. Tsymbalenko, A.N. Kopylov, V.P. Efremov, N.V. Ionina

The presented material is primarily of a methodological plan for the study of agricultural systems without tillage in the conditions of the Trans-Urals. Research work is being carried out on the basis of the Kurgan Research Institute of Agriculture – branch of the FSBSI the Ural Branch of the RAS. In grain-fallow, grain crop rotation and permanent cultivation of wheat, the technologies for the production of spring wheat, peas, and early-maturing corn are studied and improved on the basis of three tillage systems: traditional (deep moldboard), minimum (surface) and zero (without tillage). In the system without tillage, the sowing of spring



wheat and other crops is carried out with SKP-2,1 seeder equipped with thin anchor coulters that minimally break the stubble cover. Seeding rates are reduced by 10-15% compared to traditional seeding technology. For the destruction of wintering and early annual weeds, pre-sowing treatment of soil with glyphosate-containing herbicides is carried out, during the growing season, chemical weeding of crops with multipurpose mixtures of herbicides, including anti-cereal is carried out. At the end of each rotation of the four-field grain-fallow crop rotation in the fourth field, on the control variants and against the background of N_{40} in the soil layer of 0-20 cm is determined the number and dynamics of microorganisms of different physiological groups, their reaction to processing methods, fertilizers and weather conditions (laboratory of the Institute of Organic Fertilizers and Peat). Since 2018, the degree of soil settlement by phytopathogens and their dynamics has been taken into account. As research methods flotation and microscopy of soil samples are used (Samara-ARIS Soul Expertise Laboratory). The results of accounting for crop yields, related studies and observations indicate that in the Central forest-steppe zone of the Trans-Urals on medium-loamy chernozems the technology without tillage in terms of grain production is not inferior to traditional technology. In the North-Western zone, more humid, with heavily loamy soils, at the initial stage of this technology research (2014-2018), on the yield of spring wheat, the traditional technology has an advantage.

Key words: without tillage, stubble background, herbicides, microorganisms, phytopathogens, technology, yield

Введение. «Пионерами» освоения влагосберегающих технологий в Курганской области, которая занимает основную территорию Зауралья, являются основатели Шадринского опытного поля (1914 г.) В.Н. Варгин, А.О. Чазов, а также руководитель первых полевых экспериментов в условиях северо-западной зоны Зауралья В.К. Крутиховский. Для сохранения влаги при обработке паровых полей они уже в 30-е годы прошлого столетия вместо дискового луцильника использовали четырехлемешник без отвала, в меньшей степени иссушающий почву [1].

Позднее большой вклад в изучение и решение проблем сохранения влаги, улучшения плодородия курганских почв внёс Т.С. Мальцев [2]. Разработанная им почвоохранная бесплужная технология, в которой глубокие безотвальные рыхления почвы в паровых полях пятипольного севооборота в разной степени сочетались с мелкими мульчирующими обработками, нашла широкое применение на Алтае, в Казахстане, во многих других регионах бывшего Советского Союза.

Курганский НИИСХ является преемником идей и разработок В.Н. Варгина, А.О. Чазова, В.К. Крутиховского и Т.С. Мальцева. В доперестроечный период на опытных полях института в основных природных зонах области, различающихся по климатическим и агроландшафтным условиям, были развёрнуты стационарные опыты по обработке почвы, в схему которых входили и приёмы, разработанные этими учёными. Учитывая современную тенденцию земледелия – переход от глубоких отвальных обработок почвы к мелким и даже полному отказу от механических приёмов, институт переориентировал сельскохозяйственную тематику исследований на всестороннее системное изучение приёмов минимизации, разработку на их основе почвозащитных, энергосберегающих технологий возделывания зерновых и других культур.

Материал и методы. Климат Курганской области характеризуется недостаточным увлажнением, периодически повторяющимися засушливыми явлениями и выраженной континентальностью. Годовая сумма осадков в центральной природной зоне



составляет 370-389 мм, за вегетационный период – 190-195 мм, в северо-западной соответственно 435-468 и 230-250 мм. Контрастные климатические условия повторяются ежегодно и являются естественной предпосылкой для перехода на бесплужные приемы обработки почвы, способствующие более рациональному использованию атмосферных осадков и почвенной влаги.

В центральной природной зоне исследования проводили на чернозёме выщелоченном среднесуглинистом с содержанием гумуса 4,0-5,2% (по Тюрину), кислотность, близкая к нейтральной. Обеспеченность подвижными соединениями фосфора средняя, обменного калия высокая.

В стационарном опыте, заложенном на базе двух севооборотов: зернопарового (пар-пшеница-пшеница-пшеница), зернового (пшеница-кукуруза-пшеница) и бессменном возделывании пшеницы, – изучается эффективность двух технологий возделывания зерновых культур без основной обработки почвы. Первая предусматривает посев по стерне сеялкой-культиватором СКП-2,1, оборудованной стрельчатыми сошниками (минимальная), как технология, получившая наиболее широкое применение в хозяйствах Курганской области. Вторая – без обработки почвы (No-till) с использованием для посева сеялки СКП-2,1, оборудованной узкими анкерными сошниками, минимально нарушающими стерневой покров и обеспечивающими надёжную глубину заделки семян в необработанную почву. Контролем является традиционная технология, где под все культуры севооборотов и под бессменную пшеницу проводится отвальная обработка на глубину 22-24 см. В зернопаровом севообороте во время подготовки химического пара по технологии No-till проводятся две обработки гербицидами Ураган форте или Дефолт + препараты, содержащие сульфонилмочевину (Ларен и другие).

В этой же технологии за 5-6 дней до посева культур делянки обрабатываются общеистребительными гербицидами, а во время кушения пшеницы, независимо от технологии возделывания, проводится химическая прополка баковой смесью, состоящей из гербицида Элант премиум или другого препарата, в который в качестве действующего вещества входят 2,4-Д и противозлаковый гербицид Пума супер 100 или Аксиал. На посевах гороха применяется гербицид Фюзилад, при появлении вредителей посевы гороха опрыскиваются инсектицидами.

Азотные удобрения вносятся на фоне высокой обеспеченности подвижным фосфором путем врезания в верхний слой почвы в активном режиме сеялкой СЗ-3,6 непосредственно перед посевом в трёх дозах: в севооборотах 15, 30, 45, под бессменную пшеницу – 20, 40, 60 кг д.в./га.

Посев проводится в оптимальные сроки: горох – в первой, пшеница и кукуруза – в третьей декаде мая. Норма высева пшеницы в технологии No-till 4,0, на минимальной и отвальной системах обработки – 5,0, гороха – 1,5 млн/га, кукурузы – 70 тыс/га всхожих семян. Для посева используются допущенные к использованию сорта: яровая пшеница селекции института Терция или Зауралочка, горох Аксайский усатый 55, гибрид кукурузы Кубанский 102СВ. Уборка урожая производится комбайном «Сампо-500», оборудованным измельчителем и распылителем соломы по полю. Высота скашивания 18-20 см.

В конце каждой ротации четырёхпольного зернопарового севооборота на фоне N_{40} и на делянках без удобрений проводится мониторинг почвенной биоты. В слое почвы 0-20 см определяются численность и динамика микроорганизмов различных физиологических групп, их реакция на способы обработки почвы, удобрения и гидротермические условия. Анализ почвенных образцов проводили в лаборатории Всероссийского НИИ органических удобрений и торфа.



С 2018 года изучаются приёмы биологической защиты растений. Они включают обработку пожнивных остатков весной до посева микробиологическим препаратом «Стерня12», протравливание семян пшеницы с добавлением биофунгицида Фитоспорин-АС и применение в баковой смеси фитоспорина при обработке посевов гербицидами в фазе кущения и фунгицидами во время налива зерна.

В качестве дополнительных и сопутствующих наблюдений определяли заражённость растительных остатков весной в зернопаровом севообороте и на бессменной пшенице. В это же время проводили микробиологический анализ почвы в слое 0-20 см, в которой определяли численность основных физиологических групп микроорганизмов: аммонифицирующие, амилолитические, целлюлозоразлагающие, нитрификаторы и микромицеты.

Исследования проводили также в северо-западной зоне Зауралья, где большая часть почв чернозёмы (66,8%), в том числе выщелоченные, составляют 43,9%, обыкновенные солонцеватые – 18,4%. По гранулометрическому составу свыше 60% почв тяжелосуглинистые, с высокой влагоудерживающей способностью. Такие почвы в отдельные годы весной накапливают в метровом слое до 200 мм продуктивной влаги.

Этот регион является родиной и постоянным местом работы Т.С. Мальцева. До настоящего времени исследований по проблемам нулевой (без обработки) почвы здесь не проводили. Однако ускоренная минимизация почвообработки в условиях производства стала причиной корректировки отдельных вариантов «мальцевского» стационарного опыта, заложенного с его участием в 70-е годы прошлого столетия. В 2012 году вместо глубокого безотвального рыхления во всех полях пятипольного зернопарового севооборота ввели комбинированный пар (две механические обработки и одно опрыскивание глифосатсодержащим гербицидом), в остальных полях севооборота – без основной обработки.

Энергонасыщенный вариант «мальцевской схемы» – осенняя отвальная обработка на глубину 22-25 см и летнее глубокое безотвальное рыхление парового поля до 30 см, в остальных полях чередование вспашки и глубокого рыхления заменили химическим паром (две обработки глифосатом) и без основной обработки в остальных полях. Сопутствующие учёты и наблюдения аналогичны проводимым в центральной лесостепной зоне.

Краткие результаты исследований. Установлено некоторое преимущество нулевой технологии в центральной лесостепной зоне на среднесуглинистых чернозёмах, особенно в годы с недостаточным увлажнением. Стерневые фоны весной были лучше обеспечены продуктивной влагой. В среднем по зернопаровому севообороту в метровом слое преимущество перед глубоко обработанной почвой составляло 25-27 мм.

Не наблюдалось серьёзных проблем и с уплотнением выщелоченного среднесуглинистого чернозёма. При минимальных и нулевых обработках в засушливые годы плотность слоя почвы 0-30 см увеличивалась до 1,29-1,33 г/см³, во влажные годы почва разуплотнялась до оптимальных значений, характерных для этого подтипа чернозёма (табл. 1).

В зернопаровом севообороте более благоприятные условия для развития биоценоза почвы сложились при нулевой системе обработки, где в 2014 году микробная биомасса была на 26% больше, чем при вспашке. В 2018 году микробиологические процессы усиливались на фоне азотных удобрений, что в своих исследованиях наблюдали и другие учёные [3, 4].



Таблица 1 – Влияние системы обработки почвы и гидротермических условий на плотность слоя почвы 0-30 см выщелоченного среднесуглинистого чернозёма в полях зернопарового севооборота, г/см³

Система обработки почвы	Пшеница по пару		Вторая пшеница	
	2016 год (засушливый)	2017 год (влажный)	2016 год (засушливый)	2017 год (влажный)
Традиционная отвальная	1,26	1,27	1,21	1,20
Минимальная, 6-8 см	1,29	1,27	1,31	1,26
Нулевая	1,33	1,30	1,26	1,21

Главным критерием оценки эффективности систем обработки и в целом технологий является урожайность возделываемых культур и выход продукции с гектара пашни. В среднем за ротацию зернопарового севооборота в центральной зоне области технология без обработки почвы по урожайности пшеницы не уступала традиционной, но незначительное преимущество традиционной технологии наблюдается в зерновом севообороте, тогда как внесение до 40 кг/га азота сглаживает эти показатели (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние севооборота и технологии на урожайность пшеницы и выход зерна с 1 га пашни в центральной зоне, 2015-2018 гг.

Технология	Зернопаровой		Зерновой		Бессменная пшеница	
	Без удобрений	N ₄₀	Без удобрений	N ₄₀	Без удобрений	N ₄₀
Урожайность пшеницы, ц/га						
Традиционная	17,0	20,5	16,2	18,4	12,5	14,0
Минимальная	15,8	18,9	15,7	19,0	11,0	14,5
Нулевая	16,2	20,4	14,3	16,9	10,3	13,4
НСР _{0,5}	0,9	1,2	1,3	1,8	0,8	1,3
Выход зерна с 1 га пашни, ц						
Традиционная	12,8	15,4	19,7	23,0	12,5	14,0
Минимальная	11,9	14,2	19,1	24,9	11,0	14,5
Нулевая	12,2	15,3	17,9	22,4	10,3	13,4

Бессменная пшеница лучше использует почвенное плодородие на вариантах глубокой отвальной обработки. На фоне удобрений уровни урожайности пшеницы и выхода зерна с гектара пашни между системами обработки почвы выравниваются.

В северо-западной зоне на тяжелосуглинистых чернозёмах урожайность озимой пшеницы в среднем за 2014-2018 гг. по химическому пару с внесением азотного удобрения снизилась на 4,5 ц/га по сравнению с отвальной обработкой и на 3,9 ц/га по сравнению с комбинированной системой обработки почвы (табл. 3).

На фоне применения средств защиты от листостебельных инфекций (удобрения + фунгицид) снижение составило соответственно 3,9 и 3,6 ц/га. Первая и вторая пшеницы, возделываемые в системе комбинированного пара, по урожайности были на уровне глубокой вспашки, так как механическая обработка почвы в паровом поле создавала лучшие условия аэрации, улучшала влагообеспеченность и нитратный режим почвы.



Таблица 3 – Влияние систем обработки и средств химизации на урожайность яровой пшеницы в северо-западной зоне, ц/га, 2014-2018 гг.

Пшеница по пару			Вторая пшеница		
Способ обработки пара	N ₄₀	N ₄₀ + фунгицид	Способ обработки под вторую пшеницу	N ₄₀	N ₄₀ + фунгицид
Отвальный, 22-25 см	24,5	29,6	Отвальный, 22-25 см	19,6	25,6
Комбинированный, две механические + гербицид	23,9	29,3	Без осенней обработки	19,3	25,8
Химический, две обработки гербицидами	20,0	25,7	Без обработки, прямой посев	18,8	23,4
НСР _{0,5}	1,8	1,8	НСР 0,5	1,9	1,9

Заключение. Технология без обработки почвы, применяемая в зернопаровых и зерновых севооборотах центральной лесостепной зоны Зауралья на среднесуглинистых выщелоченных черноземах, не снижает урожайность яровой пшеницы и производство продукции с 1 га пашни.

В северо-западной зоне Зауралья на тяжелосуглинистых черноземах система без обработки почвы усугубила проблемы, связанные с почвенно-климатическими особенностями данной зоны: замедлилось прогревание тяжелосуглинистых почв, снизилась и до того низкая нитрификационная активность почвенных микроорганизмов, увеличилась влагоудерживающая способность почв.

Литература

1. Крутиховский В.К. Борьба с засухой на чернозёме лесостепи в Зауралье (по данным Шадринского опытного поля). – Куртамыш, ГУП «Куртамышская типография», 2011. 30 с.
2. Мальцев Т.С. Насущные вопросы земледелия в лесостепном Зауралье. Вопросы земледелия. Избранное. – М: Агропромиздат, 1985. С. 56-61.
3. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. – М.: Наука, 1972. 342 с.
4. Данилова А.А. Почвенно-микробиологические исследования в Сибирском научно-исследовательском институте земледелия и химизации // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. №1. С. 95-103.

Гилев Сергей Дмитриевич, кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель Курганского НИИСХ – филиала ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН», 641325, Курганская область, Кетовский район, с. Садовое, ул. Ленина, 9. Тел. (352-31) 57-354; 57-389, info@kurganniish.ru.

Цымбаленко Иван Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории земледелия Курганского НИИСХ – филиала ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН», 641325, Курганская область, Кетовский район, с. Садовое, ул. Ленина, 9. Тел. (352-31) 57-354; 57-389, info@kurganniish.ru.

Копылов Артем Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории земледелия Курганского НИИСХ – филиала ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН», 641325, Курганская область, Кетовский район, с. Садовое, ул. Ленина 9, Тел. (352-31) 57-354; 57-389, info@kurganniish.ru.

Ефремов Владимир Петрович, старший научный сотрудник лаборатории земледелия Курганского НИИСХ – филиала ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-



исследовательский центр Уральского отделения РАН», 641325, Курганская область, Кетовский район, с. Садовое, ул. Ленина, 9. Тел. (352-31) 57-354; 57-389, info@kurganniish.ru.

Ионина Наталья Валерьевна, старший научный сотрудник лаборатории земледелия Курганского НИИСХ – филиала ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН», 641325, Курганская область, Кетовский район, с. Садовое, ул. Ленина, 9. Тел. (352-31) 57-354; 57-389, info@kurganniish.ru.

Gilev Sergey Dmitrievich, Candidate of Agricultural Sciences, Head of Kurgan Research Institute of Agriculture – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences”, 641325, 9, Lenin str., Sadovoye village, Ketovsky district, Kurgan region. Tel. (35231) 57-354; 57-389, info@kurganniish.ru.

Tsybalenko Ivan Nikolaevich, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher in the Laboratory of agriculture, the Kurgan Research Institute of Agriculture – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences”, 64641325, 9, Lenin str., Sadovoye village, Ketovsky district, Kurgan region. Tel. (35231) 57-354; 57-389, info@kurganniish.ru.

Kopylov Artem Nikolaevich, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher in the Laboratory of agriculture, the Kurgan Research Institute of Agriculture – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences”, 641325, 9, Lenin str., Sadovoye village, Ketovsky district, Kurgan region. Tel. (35231) 57-354; 57-389, info@kurganniish.ru.

Efremov Vladimir Petrovich, Senior Researcher of the Kurgan Research Institute of Agriculture – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences”, 641325, 9, Lenin str., Sadovoye village, Ketovsky district, Kurgan region. Tel. (35231) 57-354; 57-389, info@kurganniish.ru.

Ionina Natalia Valerievna, Senior Researcher of the Kurgan Research Institute of Agriculture – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences”, 641325, 9, Lenin str., Sadovoye village, Ketovsky district, Kurgan region. Tel. (35231) 57-354; 57-389, info@kurganniish.ru.

DOI: 10.25930/0372-3054/007.5.12.2019

УДК: 631.58(470.40/43)

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРЯМОГО ПОСЕВА В ЗАВОЛЖЬЕ

О.И. Горянин

Представлены результаты исследований в зернопаропропашном севообороте (2011-2017 годы) по изучению влияния технологий прямого посева на водно-химические свойства почвы, урожайность и эффективность возделывания яровой твёрдой пшеницы на чернозёме обыкновенном Среднего Поволжья. Предшественник культуры – соя. Изучали пять технологий (вариантов) с различным уровнем интенсификации в сравнении с традиционной технологией (контроль). Длительное применение прямого посева не ухудшало водно-химических свойств почвы по сравнению с традиционной технологией. Применение Бионекс Кеми и аммиачной селитры на фоне прямого посева, обеспечивая более рациональный расход влаги и питательных веществ, способствовало повышению урожайности на 0,14-0,30 т/га (9,6-20,5%). Наибольшая прибавка урожая от средств интенсификации получена на варианте с прямым посевом и совместным применением удобрений и инсектицидов – 0,55 т/га (37,7%). Дополнительные затраты на применение средств интенсификации окупались прибавкой урожая. При этом максимальный условный чистый доход получен на вариантах с применением ин-



сектицидов (4, 6 варианты) – 8682,1-9593,6 руб/га, что на 2841,8-4053,3 руб/га (48,7-64,3%) больше контроля и на 721,4-3466,6 руб/га (9,1-61,5%) показателей на остальных вариантах. На основании проведённых исследований для повышения эффективности и получения качества зерна на уровне требуемых показателей предлагается технология прямого посева с комплексным применением защиты растений от болезней вредителей и сорняков, предпосевного внесения азотных удобрений N_{30} или препарата Бионекс Кемии в период кушения.

Ключевые слова: прямой посев, яровая твёрдая пшеница

INTENSIFICATION OF DIRECT SOWING IN THE VOLGA REGION

O.I. Goryanin

The results of research in grain-fallow tillage crop rotation (2011-2017) to study the impact of direct sowing technologies on the water-chemical properties of the soil, yield and efficiency of spring durum wheat cultivation on ordinary chernozems in the Middle Volga region are presented. The precursor of the culture is soya bean. We studied five technologies (variants) with different levels of intensification in comparison with traditional technology (control). Long-term use of direct seeding did not worsen the water-chemical properties of the soil compared to traditional technology. Application of Bionex Kemi and ammonium nitrate against the background of direct seeding, providing a more rational consumption of moisture and nutrients, contributed to increased yields by 0,14-0,30 tons/hectare (9,6-20,5%). The greatest increase in yield from the means of intensification was obtained on the variant with direct sowing and combined application of fertilizers and insecticides, i.e. 0,55 tons/hectare (37,7%). Additional costs for the application of intensification means paid off with the increase in yield. At the same time, maximum nominal net income was obtained on the variants with application of insecticides (4, 6 variations) – 8682,1-9593,6 rubles/hectare, which is 2841,8-4053,3 rubles/hectare (48,7-64,3%) more than the control and by 721,4-3466,6 rubles/hectare (9,1-61,5%) of the indices in other variants. On the basis of the conducted study to improve the efficiency and quality of grain at the level of the required indices, the technology of direct sowing with the complex use of plant protection from pests and weeds, pre-sowing application of N_{30} nitrogen fertilizers or Bionex Kemi drug during tillering is proposed.

Key words: direct sowing, durum spring wheat

Введение. В сложившихся природно-экономических условиях главным направлением производства растениеводческой продукции в России является ресурсоэнерго-экономичность. Проведённые исследования в различных регионах страны показали, что самым перспективным путём решения этого вопроса является внедрение и освоение технологий прямого посева и производственных систем No-till [1-6].

При этом слабое освоение таких технологий и систем связано с недостаточным и некомплексным подходом при их научном и теоретическом обосновании [3]. Поэтому целью наших исследований является изучение влияния средств интенсификации технологий прямого посева на водно-химические свойства почвы, урожайность и эффективность возделывания яровой твёрдой пшеницы и предложение производству наиболее перспективных из них.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили на яровой твёрдой пшенице в шестипольном зернопаропропашном севообороте. На чернозёме обычно-



венном по предшественнику соя в 2011-2017 годы изучали шесть технологий (вариантов) возделывания этой культуры с различным уровнем интенсификации:

1. Вспашка на глубину 22-24 см + протравливание семян + гербицид (Секатор турбо) по вегетации культуры (контроль).
2. Прямой посев АУП-18.05 + протравливание семян + гербицид (Секатор турбо) по вегетации культуры (Фон).
3. Фон + Бионекс Кеми, Фитоспорин.
4. Фон + Бионекс Кеми, Фитоспорин + инсектициды (Децис Профи – двукратно).
5. Фон + внесение аммиачной селитры перед посевом (N_{30}).
6. Фон + внесение аммиачной селитры перед посевом (N_{30}) + инсектициды (Децис Профи – двукратно).

Повторность опыта 3-кратная, площадь делянок 550 м^2 . Полученные данные обрабатывали на ЭВМ (Программа AGROS ver. 2.09.). Экономическую эффективность рассчитывали общепринятыми методами.

За исключением 2017 года, когда ГТК за май-август составил 0,94, во все годы исследований отмечались засушливые погодные условия, но они и в пределах нормы (ГТК–0,45-0,74).

Результаты исследований и их обсуждение. При наблюдениях за запасами продуктивной влаги в метровом слое почвы во время появления всходов яровой пшеницы были выявлены высокие показатели – 164,4 мм на вспашке, 162,7-167,1 мм при прямом посеве, которые не зависели от применяемых способов основной обработки почвы и средств интенсификации.

Прямой посев в засушливых условиях Заволжья не ухудшал водный режим почвы по сравнению со вспашкой и в послеуборочный период. Наибольшие запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы выявлены при прямом посеве (интенсивный фон) – 44,3 мм, что на 4,1 мм (10,2%) больше вспашки.

Применение удобрений и инсектицидов с прямым посевом обеспечило более рациональный расход влаги на получение урожая – $1264\text{--}1271\text{ м}^3/\text{т}$, что на $173\text{--}198\text{ м}^3/\text{т}$ (13,6-15,7%) меньше, чем при внесении биопрепаратов и аммиачной селитры в фазе кушения. На естественном плодородии фоне (без применения средств интенсификации) получены наибольшие коэффициенты водопотребления – $1586\text{--}1713\text{ м}^3/\text{т}$.

При высоком и очень высоком содержании подвижных фосфатов и обменного калия основным элементом, оказывающим влияние на урожайность яровых культур, является азот [7]. В наших исследованиях во время появления всходов яровой твердой пшеницы содержание нитратного азота в почве без применения средств интенсификации (естественный фон плодородия – 1-3 варианты) не зависело от изучаемых технологий и составило 28,2-30,2 мг/кг. Предпосевное внесение аммиачной селитры обеспечило увеличение его содержания при прямом посеве на 17,1-18,4 мг/кг (58,0-65,2%). За вегетационный период происходило потребление питательных веществ растениями, в том числе и азота, и соответственно снижение их количества.

Но лучший водный и азотный режимы почвы при прямом посеве с применением азотных удобрений обеспечили более благоприятные условия для роста и развития растений, что привело и к большему потреблению азота по сравнению с первыми тремя вариантами, где азотные удобрения не вносили. Вследствие этого содержание нитратного азота после уборки пшеницы по всем вариантам прямого посева изменялось не существенно и составило 18,0-31,3 мг/кг почвы, при значениях на вспашке 23,9 мг/кг.



Содержание нитратов в послеуборочный период при традиционной технологии находилось в существенной зависимости от погодных условий периода вегетации яровой пшеницы. Коэффициент корреляции между содержанием элемента и количеством осадков и ГТК июня составил от -0,98** до -0,99** соответственно. На технологии прямого посева (3, 4 варианты) выявлена обратная связь с количеством осадков вневегетационного периода сентябрь-апрель ($r = -0,90^* \dots 0,96^{**}$).

Применение Бионекс Кеми и аммиачной селитры на фоне прямого посева, обеспечивая более рациональный расход влаги и питательных веществ, способствовало повышению урожайности на 0,14-0,30 т/га, или на 9,6-20,5% (табл.1).

Таблица 1 – Влияние технологии и средств интенсификации на урожайность яровой твёрдой пшеницы (среднее за 2011-2017 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
1. Вспашка (контроль)	1,62	-	-
2. Прямой посев (Фон)	1,46	-0,16	-9,9
3. Фон + Бионекс Кеми, Фитоспорин	1,60	-0,02	-1,2
4. Фон + Бионекс Кеми, Фитоспорин + инсектицид	1,84	0,22	13,6
5. Фон + внесение аммиачной селитры (N ₃₀)	1,76	0,14	8,6
6. Фон + внесение аммиачной селитры (N ₃₀) + инсектицид	2,01	0,39	24,1
НСР ₀₅	0,17	-	-

Изменившиеся климатические условия с повышением температурного режима, особенно в зимние месяцы, способствуют увеличению численности вредителей. Вследствие этого наибольшая прибавка урожая от средств интенсификации получена на прямом посеве с применением удобрений и инсектицидов – 0,55 т/га (37,7%).

Улучшение минерального питания растений при прямом посеве увеличивает не только урожайность, но и повышает хлебопекарные качества зерна яровой твёрдой пшеницы, увеличивая содержания белка в нём в среднем за годы исследований на 0,5-1,0%. При этом количество клейковины при традиционной технологии со вспашкой составило 32,6%, прямом посеве – 30,6-33,5%.

Расчёты экономической эффективности показали перспективность применения прямого посева яровой твёрдой пшеницы. Без применения средств интенсификации за счёт снижения производственных затрат на 15% условный чистый доход, по сравнению с контролем, возрастал на 286,7 руб/га, или 4,9% (табл. 2).

При этом наблюдается и высокая окупаемость средств интенсификации, когда максимальный условный чистый доход обеспечивает применение инсектицидов – 8682-9593 руб/га, что на 2842-4053 руб/га (48,7-64,3%) больше, чем на вспашке и на 721-3467 руб/га (9,1-61,5%) выше показателей остальных вариантов опыта.



Таблица 2 – Влияние технологии и средств интенсификации на экономическую эффективность яровой твёрдой пшеницы (среднее за 2011-2017 гг.)

Вариант	Стоимость продукции, руб/га	Производственные затраты, руб/га	Условный чистый доход, руб/га	Рентабельность, %
1. Вспашка (контроль)	14387	8547	5840	68,3
2. Прямой посев (Фон)	13464	7337	6127	83,5
3. Фон + Бионекс Кеми, Фитоспорин	14926	7798	7128	91,4
Фон + Бионекс Кеми, Фитоспорин + инсектицид	17143	8461	8682	102,6
5. Фон + аммиачная селитра	16174	8214	7960	96,9
Фон + аммиачная селитра + инсектицид	18464	8871	9593	108,1

Заключение: При возделывании яровой твёрдой пшеницы перспективно применение технологии прямого посева, при которой дополнительные затраты на применение средств интенсификации окупаются прибавкой урожая, обеспечивая получение наибольшего условного чистого дохода и рентабельности производства зерна с высокими технологическими качествами.

Литература

1. Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Коротких Н.А. Проблемы и перспективы разработки и освоения технологии No-till на чернозёмах лесостепи Западной Сибири //Достижения науки и техники АПК. 2013. № 9. С.16-19.
2. Дридигер В.К., Невечеря А.Ф., Токарев И.Д., Вайцеховская С.С. Экономическая эффективность технологий No-till в засушливой зоне Ставропольского края //Земледелие. 2017. №3. С. 16-19.
3. Концепция формирования современных ресурсосберегающих комплексов возделывания зерновых культур в Среднем Поволжье /науч. ред., сост. В.А. Корчагин. 2-е изд., перераб. и доп. – Самара, 2008. 88 с.
4. Нарушев В.Б., Косолапов Д.С., Одинокоев Е.В. Влияние прямого посева на плодородие почвы и продуктивность полевых культур в степном Поволжье //Плодородие. 2013. №5 (74). С. 6-8.
5. Дорошко Г.Р., Шабалдас О.Г., Зайцев В.К., Бородин Д.Ю. Прямой посев полевых культур и его эффективность // Земледелие. 2013. № 8. С. 20-23.
6. Чекаев Н.П., Власова Т.А., Кочмина Е.О. Изменение агрофизических показателей чернозёма выщелоченного и урожайности яровой пшеницы в условиях внедрения технологий No-till //Нива Поволжья. 2015. №2 (35). С. 74-79.
7. Чуб М.П., Пронько В.В., Ярошенко Т.М. и др. Эффективность длительного применения удобрений в агроценозах степной зоны Саратовского Поволжья в условиях аридного климата //Бюллетень Географической сети опытов с удобрениями. – М.: ВНИИА, 2014. Вып. 15. 56 с.

Горянин Олег Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела земледелия и новых технологий, Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН, 446254, Самарская область, п.г.т. Безенчук, ул. К.Маркса, 41. Тел. (8-846-76) 2-11-40: gorjanin.oleg@mail.ru

Goryanin Oleg Ivanovich, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher of the Department of agriculture and new technologies, SSRAI – branch of SamSC RAS, 41, K. Marx street., Bezenchuk settl., Samara region, 446254. Tel. (8-846-76) 2-11-40. E-mail: gorjanin.oleg@mail.ru



DOI: 10.25930/0372-3054/008.5.12.2019

УДК: 631.582:631.16:631.58

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНОЛОГИИ
ПРЯМОГО ПОСЕВА В ЗОНЕ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ**

В.К. Дридигер, В.В. Белобров, Р.С. Стукалов, С.А. Юдин,
О.В. Кутовая, Р.Г. Гаджиумаров

Целью проведенных в 2013-2019 гг. исследований было изучить влияние технологии прямого посева на водные, физические, химические, биологические свойства почвы и урожайность возделываемых культур на черноземе обыкновенном зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Исследования проводили в севообороте: соя – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза. Все культуры возделывали по рекомендованной научными учреждениями технологии с обработкой почвы и по технологии прямого посева, где почву не обрабатывали (прямой посев). Установлено, что возделывание полевых культур без обработки почвы не приводит к её переуплотнению, а некоторое уплотнение под соей и подсолнечником во время сильной атмосферной и почвенной засухи наблюдалось по обеим технологиям, но угнетения растений не отмечено. Наличие на поверхности необрабатываемой почвы 3,5-4,5 т/га растительных остатков предшествующих растений обеспечивает большее накопление и лучшее сохранение влаги в почве, и во время вегетации в технологии прямого посева в метровом слое, в среднем за 7 лет исследований, содержалось 80 мм продуктивной влаги, что на 17 мм, или 25% больше, чем по рекомендованной технологии. В технологии прямого посева в почве обитает в 4,4 раза больше дождевых червей, почва здесь ветроустойчивая и не подвержена проявлениям ветровой и водной эрозий, наблюдается тенденция к увеличению в ней содержания гумуса. Урожайность возделываемых культур без внесения удобрений по рекомендованной технологии с обработкой почвы выше, чем при прямом посеве. Внесение удобрений выравнивает урожайность подсолнечника и сои, а озимая пшеница и кукуруза обеспечивают достоверное увеличение таковой при прямом посеве, по сравнению с рекомендованной технологией, на 0,84 и 0,28 т/га, или на 19,0 и 7,4%.

Ключевые слова: технология, прямой посев, растительные остатки, плотность почвы, дождевые черви, урожайность

**RESEARCH RESULTS OF DIRECT SOWING TECHNOLOGY
IN THE UNSTABLE HUMIDIFICATION ZONE OF THE
STAVROPOL TERRITORY**

V.K. Dridiger, V.V. Belobrov, R.S. Stukalov, S.A. Yudin, O.V. Kutovaya,
R.G. Gadzhiumarov

The purpose of the conducted in 2013-2019 research was to study the effect of direct sowing technology on the water, physical, chemical, biological properties of the soil and the yield of cultivated crops on ordinary chernozem in the unstable humidification zone of the Stavropol Territory. The research was carried out in the crop rotation: soya bean – winter wheat – sunflower – corn. All crops were cultivated according to the technology recommended by scientific institutions with tillage and by direct sowing technology, where the soil was



not cultivated (direct sowing). It was established that cultivation of field crops without tillage does not lead to its re-compaction, and some compaction under soya bean and sunflowers during severe atmospheric and soil drought was observed using both technologies, but plant inhibition was not noted. The presence on the soil surface without tillage of 3,5-4,5 tons/hectare of plant residues from previous plants provides greater accumulation and better conservation of moisture in the soil, and during the growing season with the direct sowing technology in a meter layer, an average of 7 years of research contained 80 mm of productive moisture, which is 17 mm, or 25% more than in the recommended technology. In direct sowing technology, 4,4 times more earthworms live in the soil, the soil here is wind-resistant and not susceptible to the manifestation of wind and water erosion, and there is a tendency to increase the humus content in it. Productivity of cultivated crops with fertilizing according to the recommended technology with tillage is higher than with direct sowing. Fertilizing evens the yield of sunflower and soya bean, and winter wheat and corn provide a significant increase of such in direct sowing compared to the recommended technology by 0,84 and 0,28 tons/hectare, or by 19,0 and 7,4%.

Key words: technology, direct sowing, plant residues, soil compaction, earthworms, yield

Введение. В мировом земледелии всё большее распространение получает технология возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы (технология No-till, прямой посев) [1], что обусловлено повышением экономической эффективности ведения растениеводства за счёт увеличения урожайности возделываемых культур и уменьшения производственных затрат [2, 3], а также способностью технологии защитить почву от эрозии и предотвратить снижение её плодородия [4, 5].

В нашей стране эту технологию начали внедрять в производстве, и большее распространение она получила в степных районах Северного Кавказа, Поволжья, Урала и Западной Сибири [6], однако научные данные о её влиянии на почву, окружающую среду и экономику сельскохозяйственного производства до настоящего времени отсутствуют, или их очень мало и они противоречивы.

В связи с этим целью наших исследований было изучить влияние технологии прямого посева на водные, физические, химические, биологические свойства почвы и урожайность возделываемых культур на черноземе обыкновенном зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

Объекты и методы исследований. Полевые опыты проводили на экспериментальном поле ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», которое расположено в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края с годовым количеством осадков 560-630 мм и интенсивностью солнечной инсоляции 3200-3600 °С эффективных температур [7].

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный мощный тяжелосуглинистый на лессовидных карбонатных суглинках с равновесной плотностью в пределах 1,10-1,30 г/см³. Перед закладкой опыта содержание гумуса в слое почвы 0-20 см было низким и составляло 3,87%, содержание подвижного фосфора и обменного калия (по Мачигину) – средним (18,7 и 245 мг/кг), реакция почвенного раствора нейтральная – pH = 6,32.

По метеорологическим условиям годы проведения опытов были характерными для зоны, но отличались по количеству осадков. При среднем их годовом количестве 560 мм, в 2013, 2014 и 2017 годы выпало соответственно 652, 626 и 659 мм, в 2015,



2016 и 2018 годы – 528, 501 и 549 мм.

Исследования проводили в севообороте: соя – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза. Все культуры возделывали по рекомендованной научными учреждениями технологии с обработкой почвы и по технологии прямого посева, где почву не обрабатывали. Оба севооборота в пространстве развернуты всеми полями.

Основная обработка почвы по рекомендованной технологии под сою, кукурузу и подсолнечник состояла из лущения стерни в 2 следа и зяблевой вспашки на глубину 20-22 см. Под озимую пшеницу проводили двукратную обработку дисковой бороной (6-8 и 8-10 см) и предпосевную культивацию. По технологии прямого посева обработку почвы не проводили, но за 5-7 дней до посева яровых культур деланки опрыскивали глифосатсодержащим гербицидом, перед посевом озимой пшеницы (после сои) гербициды не применяли.

На одной половине деланок под все культуры обоих севооборотов удобрения не вносили, на второй половине применяли рекомендованные научными учреждениями дозы минеральных удобрений. Их доза под сою составила $N_{35}P_{45}K_{30}$, под подсолнечник – $N_{32}P_{32}K_{32}$, которые вносили в рядки при посеве. Под озимую пшеницу применяли $N_{90}P_{60}K_{60}$ – при посеве и весной – подкормка 88 кг/га аммиачной селитры. Доза удобрений под кукурузу составила $N_{64}P_{32}K_{32}$, которую вносили при посеве, и опрыскиванием растений через 4 недели после появления всходов растворёнными в воде 70 кг/га мочевины.

Посев озимой пшеницы и сои по рекомендованной технологии проводили рядовой дисковой сеялкой СЗ-3,6, подсолнечника и кукурузы – пропашной сеялкой Оптима. По технологии прямого посева все культуры высевали сеялкой Gimetal, которая приспособлена для посева и внесения удобрений по необработанной почве.

В опыте определяли плотность почвы (методом цилиндров) и содержание продуктивной влаги термостатно-весовым методом по методике Б.А. Доспехова с коллегами [8]. Ветроустойчивость почвы определяли по методике Е.И. Шиятого [9], количество дождевых червей в почве – по М.С. Гилярову [10], содержание подвижного фосфора в почве – в 1%-ной углеаммонийной вытяжке по Мачигину [11]. Учет урожая всех культур проводили методом механизированной уборки комбайном Сампо-130 с последующим пересчетом урожайности на стандартную влажность и чистоту. Повторность опыта 3-кратная, площадь деланки 300, учетная – 90 м².

Результаты исследований и их обсуждение. В рекомендованной технологии при зяблевой отвальной обработке почвы все растительные остатки предшествующих культур заделывались в почву, поэтому осенью, зимой, весной и до появления всходов яровых культур растительные остатки на поверхности почвы отсутствовали. Только после двукратной обработки почвы дисковыми орудиями во время посева озимой пшеницы оставалось от 0,36 до 0,65 т/га растительных остатков предшествующей сои.

В технологии прямого посева, где почва не обрабатывалась, перед посевом яровых культур весной на её поверхности было 3,5-4,5 т/га растительных остатков предшествующих растений, что составляло 53-73% от их первоначального количества, так как часть из них была разложена микроорганизмами в период от уборки предшественника до посева следующей культуры севооборота. Только соя во время посева озимой пшеницы сохранялась полностью, так как от её уборки до посева проходило всего 10-15 дней. Но количество её растительных остатков было существенно меньше других культур – 1,6-2,8 т/га [12].

Растительные остатки на поверхности почвы, их количество и высота среза во



время уборки оказали в технологии прямого посева существенное влияние на водные, физические, химические и биологические свойства почвы и, в конечном итоге, на урожайность возделываемых культур. Зимой в среднем за годы исследований в технологии прямого посева накапливалось в 2,0-3,0 раза больше снега, чем на обработанной по рекомендованной технологии почве.

Растительные остатки озимой пшеницы, подсолнечника и кукурузы накапливали 23-30 см снега, после сои его было меньше, что обусловлено низким её срезом при уборке, тогда как слой снега составлял 12-13 см.

В технологии прямого посева глубина снежного покрова зависела от количества растительных остатков (коэффициент корреляции (r) = 0,444), и ещё большее влияние оказывала их высота (r = 0,611), которая зависит от высоты скашивания при уборке. Поэтому больше всего снега (30 см) накапливали растительные остатки подсолнечника, который убирают на высоте 80-85 см, и меньше всего его было после сои – 15 см, которую из-за низкого прикрепления бобов к стеблю, убирали на низком срезе. По этой причине озимую пшеницу в технологии прямого посева следует скашивать на высоте 25-30 см, а ещё лучше зерновые колосовые культуры убирать методом очёса растений с оставлением на поверхности поля всех растительных остатков без их измельчения и распыления [13].

При этом в технологии прямого посева снег таял на 8-12 дней дольше, чем на обработанной по рекомендованной технологии почве. Кроме большего количества снега, этому способствовали растительные остатки, которые, имея светлую окраску, отражали солнечные лучи и создавали затенение, тогда как черный фон обработанной почвы способствовал более быстрому нагреванию поверхности и ускорял снеготаяние.

Кроме этого, растительные остатки, затеняя поверхность почвы и отражая солнечные лучи, снижали интенсивность физического испарения влаги из почвы в течение всего периода от уборки предшественника до полного затенения поверхности почвы растениями следующей культуры севооборота. Поэтому во время вегетации изучаемых культур в технологии прямого посева в метровом слое почвы в среднем за 7 лет исследований содержалось 80 мм продуктивной влаги, что на 17 мм, или 25% больше, чем по рекомендованной технологии. При этом, опять же, на содержание влаги в почве существенное влияние оказали растительные остатки предшествующих культур.

Самое большое их количество оставляла озимая пшеница и, благодаря её высокому скашиванию при уборке, их количество перед посевом подсолнечника, являющегося следующей культурой севооборота, составляет 3,75 т/га. Их равномерное распределение по площади делянки позволяет по технологии прямого посева сохранить к моменту цветения подсолнечника на 26 мм, или 56,5% больше влаги, чем в обрабатываемой по рекомендованной технологии почве.

Под другими культурами различия в содержании продуктивной влаги в метровом слое почвы в пользу прямого посева были существенно меньше и составили от 11,9 до 20,5%, что обусловлено существенно меньшим количеством растительных остатков сои и подсолнечника. Кукуруза же оставляет самое большое количество листостебельной массы – 7,85 т/га. Но её листья, составляющие большую долю, очень быстро разлагаются микроорганизмами, и к посеву сои их остаётся 4,2 т/га, главным образом стеблей, которые не обеспечивают равномерное закрытие поверхности делянки, что и является причиной непроизводительных потерь влаги из почвы за счёт физического испарения с её поверхности.

Важным показателем физического состояния почвы является её плотность сложения, особенно в корнеобитаемом слое почвы. В наших исследованиях плотность



двадцатисантиметрового слоя почвы, в котором размещается и развивается корневая система растений, во время колошения озимой пшеницы и цветения подсолнечника и кукурузы по рекомендованной технологии в среднем за 2013-2019 гг. составила 1,20-1,23 г/см³, по технологии прямого посева она была немного выше – 1,24-1,26 г/см³. Под соей почва была более уплотнённой по обеим технологиям – 1,30 и 1,32 г/см³, что, видимо, обусловлено особенностью корневой системы её растений. По обеим технологиям под всеми возделываемыми культурами (за исключением сои) плотность почвы была в пределах оптимальных значений для черноземных почв [14], и визуального угнетения растений по обеим технологиям во все годы проведения опытов не замечено, о чём свидетельствуют наблюдения и учёты биометрических показателей растений во время вегетации.

В отдельные годы по обеим технологиям наблюдалось некоторое уплотнение почвы под соей и иногда под подсолнечником. Такие явления происходили во время сильной атмосферной и почвенной засухи и, видимо, были связаны с особенностями стержневой корневой системы этих культур, не способной противостоять уплотнению почвы во время засухи. Об этом свидетельствует снижение плотности почвы после выпадения осадков, что наблюдалось в период полной спелости возделываемых растений.

Растительные остатки оказали существенное влияние на развитие почвенной биоты, биологическую активность почвы, её химические свойства и эрозионную устойчивость [15]. Во все годы исследований дождевых червей, обитающих в верхнем двадцатисантиметровом слое, в необрабатываемой почве было существенно больше, чем в обрабатываемой. В среднем за 7 лет в рекомендованной технологии их было 7, в технологии прямого посева 31 шт/м², или в 4,4 раза больше (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние технологии возделывания полевых культур на количество дождевых червей в слое почвы 0-20 см, шт/м²

Технология	Культура	Год						Среднее
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Рекомендованная	соя	6	5	0	0	9	3	4
	озимая пшеница	16	15	14	10	12	18	15
	подсолнечник	2	4	3	0	5	12	5
	кукуруза	2	3	4	0	7	16	6
	среднее	7	7	5	2	8	12	7
No-till	соя	86	26	52	90	32	30	53
	озимая пшеница	30	18	25	18	27	20	24
	подсолнечник	72	27	25	15	18	28	31
	кукуруза	14	10	12	30	24	16	18
	среднее	50	20	29	38	25	25	31

В обеих технологиях обитал один вид дождевых червей (*Aporrectodea caliginosa*), и основное их количество (72-75 %) обитало в верхнем десятисантиметровом слое почвы, что говорит о её чистоте и экологической безопасности. При этом во все годы исследований большее количество дождевых червей наблюдалось после кукурузы и озимой пшеницы (под соей и подсолнечником), оставляющих больше всего растительных остатков. После сои и подсолнечника (под озимой пшеницей и кукурузой), оставляющих намного меньше побочной продукции, дождевых червей было в 2-3 раза меньше. То есть наличие и количество дождевых червей, обитающих в почве, пря-



мую зависит от массы растительных остатков, находящихся на её поверхности.

Наблюдения показали, что обработка почвы приводит к увеличению численности микроорганизмов, переводящих азот и углерод в доступную для растений форму – аэробных аммонификаторов и целлюлозолитиков. На вспаханных полях активен процесс денитрификации, приводящий к потере азота из почвы. Также при этом типе почвенной обработки увеличивалось количество актиномицетов, особенно при использовании минеральных удобрений, что связано со способностью большинства этих микроорганизмов развиваться при повышенных концентрациях солей.

В технологии прямого посева повышается активность анаэробных целлюлозолитиков и наблюдается максимальная численность азотфиксаторов, развивающихся как в аэробных, так и в анаэробных условиях, а также амилолитиков (особенно при внесении удобрений), способных использовать для роста не только белковые, но и минеральные формы азота непосредственно из почвы.

При длительном применении вспашки численность всех культивируемых микроорганизмов несколько увеличивается, чему способствует лучшая аэрированность пахотного слоя. При этом поля, возделываемые с использованием традиционной обработки почвы, содержат сравнительно меньшую долю фитопатогенных микромицетов, чем поля, где применяется прямой посев. С другой стороны, повышение биологического разнообразия делает исследуемую почву под прямым посевом более устойчивой к факторам внешней среды, а уменьшение активности некоторых групп микроорганизмов приближает свойства почвы к консервативным природным черноземным почвам.

Выявлено 63 вида микроскопических грибов, которые относятся к 35 родам из 2 отделов. Общая численность микромицетов составляла до $3,2 \times 10^3$ КОЕ/г почвы, и наибольшее их количество отмечено в обрабатываемой почве под соей вне зависимости от внесения удобрений и кукурузой без удобрений.

Фитопатогенные микромицеты были минорным компонентом сообщества во всех вариантах опыта независимо от технологии, внесения удобрений и выращиваемой культуры и обладали крайне низкой численностью (от $2,0 \times 10^1$ до $8,0 \times 10^1$ КОЕ/г почвы). Они представлены видами: *Alternaria tenuissima*, *Cladosporium* spp., *Cochliobolus lunatus*, *Fusarium poae*, *F. solani*, *Humicola fuscoatra*, *Phoma exhigua*, *Ph. herbarum*, *Stachybotrytis chartarum*, *Verticillium tenerum*. Анализ α -разнообразия микромицетов показал увеличение индекса Шеннона в удобренных вариантах независимо от культуры и способа обработки почвы.

В технологии прямого посева, благодаря наличию растительных остатков и лучшей почвенной структуры, обеспечивается высокая ветроустойчивость, тогда как обработанная по рекомендованным технологиям почва с отсутствием пожнивных остатков является сильно неветроустойчивой и подвержена проявлению ветровой и водной эрозий.

Всё это сказалось на содержании гумуса в почве. При возделывании сельскохозяйственных культур по технологии прямого посева за первую ротацию четырёхпольного плодосменного севооборота содержание органического вещества в слое обыкновенного чернозема 0-10 и 10-20 см увеличилось на 0,02 и 0,05%, тогда как по традиционной технологии произошло снижение этого показателя на 0,04 и 0,02%. Оба показателя находятся в пределах ошибки опыта, но прослеживается тенденция, указывающая на возможность в технологии прямого посева сохранять и улучшать плодородие почвы.

Технологии возделывания и обработка почвы оказали существенное влияние на распределение подвижного фосфора по почвенным слоям. В отвально обрабатываемой по рекомендованной технологии почве содержание этого элемента в слоях 0-10 и 10-20



см было одинаковым, тогда как в технологии прямого посева в верхнем слое доступного для растений фосфора было достоверно больше, чем в слое 10-20 см. Однако это не приводило к угнетению возделываемых в опыте растений в течение всех лет наблюдений, особенно при внесении удобрений. Поэтому достоверного уменьшения урожайности на удобренном фоне не наблюдалось. При этом самую большую прибавку урожая обеспечивали озимая пшеница и кукуруза, которые по технологии прямого посева в среднем за семь лет исследований достоверно увеличили урожайность, по сравнению с рекомендованной технологией, на 0,84 и 0,28 т/га, или на 19,0 и 7,4%. Однако без внесения удобрений наблюдалось снижение урожайности всех культур по новой технологии, а по озимой пшенице и кукурузе оно было математически доказуемо (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние технологии возделывания и удобрений на урожайность культур севооборота, т/га
(среднее за 2013-2019 гг.)

Технология	Культура	Удобрения	Урожайность	Прибавка от	
				технологии	удобрений
Рекомен- дованная	соя	без удобрений	1,51	-	-
		удобрения	1,49	-	-0,02
	озимая пшеница	без удобрений	2,59	-	-
		удобрения	4,42	-	1,83
	подсол- нечник	без удобрений	1,62	-	-
		удобрения	1,87	-	0,25
	кукуруза	без удобрений	3,15	-	-
		удобрения	3,79	-	0,64
No-till	соя	без удобрений	1,43	-0,08	-
		удобрения	1,46	-0,03	0,03
	озимая пшеница	без удобрений	2,44	-0,15	-
		удобрения	5,26	0,84	2,82
	подсол- нечник	без удобрений	1,55	-0,07	-
		удобрения	1,93	0,06	0,38
	кукуруза	без удобрений	,73	-0,42	-
		удобрения	4,07	0,28	1,34
НСР _{0,95} для технологий			0,13	-	-
НСР _{0,95} для удобрений			0,18	-	-
НСР _{0,95} для частных средних			0,24	-	-

Внесение минеральных удобрений приводило к росту урожайности всех культур, кроме сои. Однако прибавка урожая от их применения по технологии прямого посева была больше, чем по рекомендованной технологии. При этом самый большой прирост урожайности от внесённых удобрений по этой технологии обеспечили озимая пшеница и кукуруза – 2,82 и 1,34 т/га, что на 0,99 и 0,70 т/га больше, чем по рекомендованной технологии.

Заключение. Возделывание сельскохозяйственных культур по технологии прямого посева не приводит к переуплотнению чернозема обыкновенного зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Наличие на поверхности почвы растительных остатков по этой технологии обеспечивает лучшее накопление и сохранение влаги в почве, повышение её устойчивости к ветровой и водной эрозиям, увеличение популя-



ции дождевых червей и повышение почвенного плодородия. Урожайность возделываемых культур без внесения удобрений по рекомендованной технологии с обработкой почвы выше, чем при прямом посеве. Внесение удобрений выравнивает урожайность подсолнечника и сои, а озимая пшеница и кукуруза обеспечивают достоверное увеличение таковой при прямом посеве по сравнению с рекомендованной технологией.

Литература

1. Суховеркова В.Е. Агротехнологии нового поколения в США //Главный агроном. 2018. № 1-2. С. 22-25.
2. Пахомов В.И., Рыков В.Б., Камбулов С.И. Результаты сравнительной оценки механизированных технологий возделывания зерновых культур //Зерновое хозяйство России. 2016. № 1 (43). С. 58-62.
3. Дридигер В.К., Невечеря А.Ф., Токарев И.Д., Вайцеховская С.С. Экономическая эффективность технологии No-till в засушливой зоне Ставропольского края //Земледелие. 2017. № 3. С. 16-19.
4. Кроветто К.Л. Прямой посев (no-till). – Самара, 2013, 206 с.
5. Власенко А.Н., Филимонов Ю.П., Каличкин В.К., Иодко Л.Н., Усолкин В.Т. Экологизация обработки почвы в Западной Сибири. – Новосибирск: СибНИИЗХим, 2003. 268 с.
6. Дридигер В.К. Почвозащитная роль технологий возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы //Инновационные направления в химизации земледелия и сельскохозяйственного производства: матер. Всерос. науч.-практ. конф. с межд. участием и Всерос. школы молодых учёных в Белгородском ФАНЦ, 19-21 июня 2019 года. – Белгород: ООО «Принт», 2019. С. 299-305.
7. Антонов С.А. Тенденции изменения климата и их влияние на земледелие Ставропольского края // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. №4 (66). С. 43-46.
8. Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. – М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.
9. Шиятый Е.И. Методы оценки ветроустойчивости поверхности почвы и определение ширины полос при полосном размещении культур //Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных опытов по земледелию и растениеводству. – Целиноград: ВНИИ зернового хозяйства, 1968. С. 3-8.
10. Гиляров М.С. Методы почвенно-зоологических исследований. – М.: Наука, 1975. 29 с.
11. ГОСТ 26205-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. Технические требования. Введ. 1993-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1992. 9 с.
12. Дридигер В.К. Практические рекомендации по освоению технологии возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы в засушливой зоне Ставропольского края. – Саратов: Амирит, 2016. 82 с.
13. Дридигер В.К., Ридный С.Д., Дрёпа Е.Б., Фусточенко А.Ю. Использование уборки зерновых культур методом очёса растений //Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе: сб. науч. тр. – Ставрополь: СтГАУ, 2011. С. 168-170.
14. Петрова Л.Н., Дридигер В.К., Кашаев Е.А. Влияние технологий возделывания сельскохозяйственных культур на содержание продуктивной влаги и плотность почвы в севообороте //Земледелие. 2015. №5. С. 16-18.
15. Дридигер В.К., Стукалов Р.С., Гаджиумаров Р.Г. Влияние технологии возделывания полевых культур на противозерозионную устойчивость, популяцию дождевых червей и содержание гумуса в почве //Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия: сб. докл. Межд. науч.-практ. конф. Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2018. С. 144-148.



Дридигер Виктор Корнеевич, главный научный сотрудник лаборатории технологий возделывания сельскохозяйственных культур ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», доктор сельскохозяйственных наук, профессор. 356241, Ставропольский край, город Михайловск, улица Никонова, дом 49. Тел.: +7-962-400-65-77; E-mail: dridiger.victor@gmail.com

Белобров Виктор Петрович, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, межинститутский отдел по изучению черноземных почв, ФГБНУ почвенный институт им. В.В. Докучаева, 119017, г. Москва, Пыжевский пер. 7, строение 2, E-mail: Belobrovvp@mail.ru

Стукалов Роман Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией обработки почв, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, 356241, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, д. 49. Тел.: 8-909-752-88-46

Юдин Сергей Анатольевич, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, межинститутский отдел по изучению черноземных почв, ФГБНУ почвенный институт им. В.В. Докучаева, 119017, г. Москва, Пыжевский пер. 7, строение 2. E-mail: yudin_sa@esoil.ru

Кутовая Ольга Владимировна, ведущий научный сотрудник отдела биологии и биохимии почв ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», кандидат сельскохозяйственных наук; 119017 город Москва, Пыжевский переулок, дом 7, строение 2. Тел.: 8-926-226-53-65; E-mail: langobard@mail.ru

Гаджиумаров Расул Гаджиумарович, младший научный сотрудник лаборатории технологий возделывания сельскохозяйственных культур ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», 356241, Ставропольский край, город Михайловск, улица Никонова, дом 49. Тел.: +7-928-335-18-99. E-mail: rasul_agro@mail.ru

Dridiger Victor Korneevich, Chief Researcher of the Laboratory for technologies of cultivation of agricultural crops, Federal State Budgetary Scientific Institution «North-Caucasus Federal Agricultural Research Centre», Doctor of Agricultural Sciences, Professor; 356241, 49, Nikonov St., Mikhaylovsk, Stavropol Territory, tel. 8-962-400-65-77. E-mail: dridiger.victor@gmail.com

Belobrov Viktor Petrovych, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher of the Intercollegiate Department for the Study of the Chernozem Soils of FSBSI Soil Institute named after V.V. Dokuchaev, 119017, 7, Pyzhevsky, Moscow. E-mail: Belobrovvp@mail.ru

Stukalov Roman Sergeevich, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of soil tillage, Federal State Budgetary Scientific Institution «North-Caucasus Federal Agricultural Research Centre», 356241, 49, Nikonov St., Mikhaylovsk, Stavropol Territory, Russia, tel. 8-909-752-88-46

Yudin Sergey Anatolyevich, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, the Intercollegiate Department for the Study of the Chernozem Soils, FSBSI Soil Institute named after V. V. Dokuchaev, 119017, 7, Pyzhevsky, Moscow. E-mail: yudin_sa@esoil.ru

Kutovaya Olga Vladimirovna, Leading Researcher of Department of Soil Biology and Biochemistry, Candidate of Agricultural Sciences, FSBSI Soil Institute named after V. V. Dokuchaev, 119017, 7, Pyzhevsky, Moscow, tel 8-926-226-53-65, E-mail: langobard@mail.ru

Gadzhiumarov Rasul Gadzhiumarovich, Junior Researcher of the Laboratory for technologies of cultivation of agricultural crops, Federal State Budgetary Scientific Institution «North-Caucasus Federal Agricultural Research Centre», 356241, 49, Nikonov St., Mikhaylovsk, Stavropol Territory, tel. +7-928-335-18-99. E-mail: rasul_agro@mail.ru

DOI: 10.25930/0372-3054/009.5.12.2019

УДК: 631.58

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА В КРЫМУ

К.Г. Женченко, Е.Н. Турин, А.А. Гонгало, А.А. Зубоченко

Исследования проводились в 2017–2018 гг. в стационарном опыте, заложенном в Крыму. Среднегодовое количество осадков в данной зоне равно 413 мм. Сред-



негодовая температура воздуха 10,4 °С. Почва опытного участка – чернозем южный малогумусный на лессовидных легких глинах. Изучали два севооборота: 1) чистый пар – озимая пшеница – лен масличный – озимый ячмень – сорго зерновое, где все культуры возделывали по традиционной технологии; 2) вместо чистого пара высевали горох, и все культуры возделывали по технологии прямого посева. В технологии прямого посева в осенне-зимнее время в метровом слое почвы накапливается и сохраняется к посеву яровых культур существенно больше влаги, чем по традиционной технологии. Урожайность озимой пшеницы по традиционной технологии была достоверно выше, чем по технологии прямого посева, что обусловлено лучшей обеспеченностью почвенной влагой при посеве по чистому пару, чем по гороху в технологии прямого посева. Урожайность и качество получаемой продукции озимого ячменя, льна масличного и сорго по обеим технологиям одинаковые, что говорит о возможности избежать снижения урожайности возделываемых культур в первые годы освоения технологии прямого посева. В зерне озимой пшеницы, полученном по традиционной технологии, содержалось больше протеина и клетчатки, тогда как по прямому посеву в зерне было больше крахмала, его масса, натура и стекловидность были больше, чем по традиционной технологии. Но все различия между технологиями (кроме содержания протеина и натуры зерна) были несущественны.

Ключевые слова: традиционная технология, прямой посев, продуктивная влага, урожайность, качество продукции

RESULTS OF STUDYING DIRECT SOWING TECHNOLOGY IN THE CRIMEA

K.G. Zhenchenko, E.N. Turin, A.A. Gongalo, A.A. Zubochenko

The studies were conducted from 2017 to 2018 at the stationary experiment in the Crimea. The long-term average annual precipitation in this zone is 413 mm. The average annual temperature is 10,4° C. The soil of the experimental plot is southern low humus chernozem on loess like light clays. We studied two crop rotations: 1) bare (unsown) fallow – winter wheat – oil flax – winter barley – grain sorghum (all crops were cultivated using traditional technology); 2) peas were sown instead of bare fallow and all crops were cultivated using direct sowing technology. In direct sowing technology in autumn and winter, much more moisture is accumulated in one-meter layer of soil and retained for sowing spring crops than by traditional technology. The yield of winter wheat by traditional technology was significantly higher than by direct sowing technology, which is due to the better availability of soil moisture when sowing on bare fallow than by peas in direct sowing technology. The yields and quality of the obtained products of winter barley, oil flax and sorghum are the same for both technologies, which indicates the possibility of avoiding a decrease in the yield of cultivated crops in early years for the development of direct sowing technology. The grain of winter wheat, obtained by traditional technology, contained more protein and fiber, while by the direct sowing, the grain contained more starch, its weight, grain unit and vitreousness were more than by traditional technology. But all the differences between the technologies (except for the protein content and grain unit) were not significant.

Key words: traditional technology, direct sowing, productive moisture, yield, product quality

Введение. В современном аграрном производстве необходимо осваивать новые энерго- и ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных куль-



тур, которые способны обеспечить рост урожайности и качества продукции, снизить её себестоимость, сохранять и повышать плодородие почвы. Особенно остро эта проблема стоит в Крыму, где при недостаточном увлажнении воздуха и почвы наблюдается дальнейшая аридизация климата за счёт постоянного повышения среднегодовых температур воздуха при неизменяющемся количестве осадков.

В таких климатических условиях большой научный и практический интерес вызывает технология No-till (система земледелия прямого посева, технология без обработки почвы), при которой исключаются все виды обработок почвы под полевые культуры. Специальными сеялками производят посев в необработанную почву по пожнивным остаткам предшествующих культур, находящихся на поверхности почвы [1–4]. Эта технология довольно широко распространена во многих странах мира: Аргентина, Бразилия, Австралия, Канада и др. [5].

Однако в Крыму научных исследований по изучению системы прямого посева проведено недостаточно. В связи с этим целью наших исследований было изучить влияние технологии возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы на продуктивную влажность почвы, урожайность и качество продукции в сравнении с традиционной технологией выращивания различных полевых культур.

Методика и условия исследований. Опыт по изучению двух технологий возделывания сельскохозяйственных культур (традиционной для условий Крыма с обработкой почвы и ресурсосберегающей – прямой посев в необработанную почву) был заложен в 2015 году на опытном поле ФГБНУ «НИИСХ Крыма» (с. Клепинино), расположенном в степной зоне Крыма. Климат здесь умеренно холодный, полусухой, характеризуется большими годовыми и суточными колебаниями температур. За год выпадает 413 мм осадков, среднесуточная температура воздуха 10,4 °С.

Почва опытного участка – чернозем южный малогумусный на лессовидных легких глинах. Мощность гумусового горизонта 40 см. Содержание гумуса (по Тюрину) – 2,00 %, подвижного фосфора (по Мачигину) – 4,00%, обменного калия – 400 мг/кг почвы. Гранулометрический состав крупнолегкоглинистый пылевато-иловатый.

Исследования проводили в двух севооборотах. В первом севообороте: чистый пар – озимая пшеница – лен масличный – озимый ячмень – сорго зерновое – все культуры возделывали по традиционной технологии, во втором вместо чистого пара высевали горох, и все культуры возделывали по технологии прямого посева.

В опытах перед посевом, при возобновлении вегетации озимых и перед уборкой изучаемых культур, термостатно-весовым методом определяли влажность метрового слоя почвы [6]. Учёт урожая проводили при стандартной влажности изучаемых культур [7] с последующим определением технологических качеств получаемой продукции [8].

Результаты исследований. При посеве озимой пшеницы по обрабатываемому чистому пару в слое почвы 0–20 см содержалось 13,6, в метровом слое – 58,5 мм продуктивной влаги, тогда как по прямому посеву после гороха в двадцатисантиметровом слое влага отсутствовала, в метровом слое её было всего 20,8 мм. Это обусловлено отсутствием осадков во второй половине лета и получением до посева пшеницы урожая гороха в системе прямого посева, который в процессе вегетации расходовал почвенную влагу на формирование урожая, тогда как в чёрном паре накопление влаги в почве происходило в течение года.

Во время возобновления весенней вегетации содержание влаги по обоим технологиям увеличилось, и под озимой пшеницей по обоим слоям почвы они были одинаковыми (различия в пределах ошибки опыта). То есть по традиционной технологии в



осенне-зимний период под озимой пшеницей в метровом слое почвы было накоплено 42,5 мм атмосферных осадков, тогда как по технологии прямого посева 75,5 мм, что достоверно на 33,0 мм, или на 77,6% больше. Перед уборкой по обеим технологиям количество продуктивной влаги в почве было близко к влажности завядания, по технологии прямого посева она в верхнем двадцатисантиметровом слое отсутствовала (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние технологии возделывания на содержание продуктивной влаги в почве под озимыми зерновыми культурами, мм
(среднее за 2017-2018 гг.)

Культура	Технология	Время отбора					
		посев		возобновление весенней вегетации		полная спелость	
		0–20	0–100	0–20	0–100	0–20	0–100
Озимая пшеница	традиционная	13,6	58,5	22,2	101,0	0	2,30
	прямой посев	0	20,8	20,2	96,3	2,10	8,90
НСР ₀₅		1,24	3,86	2,16	6,43	0,20	0,97
Озимый ячмень	традиционная	0	2,40	17,8	76,6	0	0
	прямой посев	0	5,10	21,9	82,0	0	0
НСР ₀₅		–	0,36	1,11	5,17	–	–

Примечание: предшественником озимой пшеницы по традиционной технологии был чистый пар, по прямому посеву – горох

Под озимым ячменём в целом закономерности по динамике содержания влаги в изучаемых слоях почвы были такими же: низкое содержание влаги при посеве, её существенное увеличение во время весеннего возобновления вегетации и отсутствие к полной спелости культуры. Но отличительной особенностью от озимой пшеницы было то, что в обеих технологиях предшественником озимого ячменя был лён масличный, поэтому различий по содержанию влаги в почве во время вегетации не наблюдалось, или они были в пределах ошибки опыта.

При посеве льна масличного и зернового сорго содержание продуктивной влаги в десяти- и двадцатисантиметровом слоях почвы по обеим технологиям было одинаковым, но в метровом слое достоверно больше её было в технологии прямого посева. Обусловлено это большим накоплением и лучшим сохранением осенне-зимних осадков по этой технологии во втором полуметре метрового слоя почвы, из которого влага меньше подвержена непродуктивному испарению с поверхности почвы и обеспечивает вегетирующие растения возделываемой культуры в самые критические периоды вегетации, когда наблюдаются почвенная и атмосферная засухи (табл. 2).

Аналогичная ситуация наблюдалась во время полной спелости возделываемых культур, но в этом случае большее содержание влаги в метровом слое обусловлено лучшим сохранением в почве выпавших в июле осадков интенсивностью 137 мм под растительными остатками, находящимися на поверхности почвы в технологии прямого посева. В то же время, при высоких температурах воздуха и почвы, наблюдавшихся в июле 2018 г., на незащищенной растительными остатками почве по традиционной технологии влага испарялась с её поверхности.



Таблица 2 – Влияние технологии возделывания на содержание продуктивной влаги в почве под яровыми культурами, мм

(среднее за 2017-2018 гг.)

Культура	Технология	Время отбора					
		посев			полная спелость		
		0–10	0–20	0–100	0–10	0–20	0–100
Лён масличный	традиционная	12,3	24,0	83,0	5,5	11,6	16,7
	прямой посев	11,8	23,4	109,0	6,9	11,6	54,3
НСР ₀₅		1,13	1,72	7,73	1,71	2,01	6,5
Сорго зерновое	традиционная	7,20	13,8	60,4	5,8	11,6	25,9
	прямой посев	7,21	13,2	76,4	6,0	12,1	35,8
НСР ₀₅		1,47	1,63	2,73	0,87	1,04	3,91
Пар	традиционная	11,0	22,0	66,5	13,0	25,6	86,7
Горох	прямой посев	13,1	25,8	111,0	0	0	11,9
НСР ₀₅		1,36	1,44	7,91	1,54	2,31	7,14

Только к моменту полной спелости гороха, возделываемого по технологии прямого посева, достоверно больше продуктивной влаги во всех изучаемых слоях почвы содержалось в чистом паре, что объясняется накоплением влаги последним и её расходом растениями гороха на формирование урожая.

По этой причине урожайность озимой пшеницы по традиционной технологии, где она возделывалась по чистому пару, составила 3,85 т/га, тогда как при её посеве после гороха в технологии прямого посева получено 3,15 т/га, что достоверно на 0,70 т/га меньше. Урожайность же льна масличного, сорго зернового и озимого ячменя по обеим технологиям была одинаковой – различия в пределах ошибки опыта (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние технологии возделывания на урожайность полевых культур

(среднее за 2017-2018 гг.)

Технология	Культура				
	горох	озимая пшеница	лён масличный	озимый ячмень	сорго зерновое
Традиционная	–	3,85	0,50	3,12	1,51
Прямой посев	0,12	3,15	0,50	2,95	1,81
НСР ₀₅	–	0,38	0,05	0,31	0,33

Примечание: предшественником озимой пшеницы по традиционной технологии был чистый пар, по прямому посеву – горох

В зерне озимой пшеницы, полученном по традиционной технологии (по чистому пару), содержалось больше протеина и клетчатки, тогда как по прямому посеву после гороха в зерне было больше крахмала, его масса, натура и стекловидность были больше, чем по традиционной технологии. Но все различия между технологиями (кроме содержания протеина и натуры зерна) были незначительными, и по итогам первого года исследований можно говорить о тенденциях по изменению хлебопекарных качеств зерна озимой пшеницы под влиянием технологий её возделывания (табл. 4).



Таблица 4 – Влияние технологии на качество зерна озимой пшеницы в 2018 г.

Технология	Содержание, %			Масса 1000 семян, г	Натура зерна, г/л	Стекло-видность, %
	протеина	клейковины	крахмала			
Традиционная	15,6	32,5	67,1	27,1	682	64,8
Прямой посев	12,6	24,5	69,4	29,2	739	69,5
НСР ₀₅	1,20	3,21	4,21	2,94	55,0	5,41

В зерне ячменя, полученном по традиционной технологии, содержалось 16,2% протеина, тогда как по технологии прямого посева его было достоверно меньше – 13,5% (НСР = 1,54%). Масса же 1000 семян по прямому посеву была немного больше – 26,7 г, чем по традиционной технологи (25,7 г), но при НСР, равном 2,84%, различия были незначительны. При этом натура зерна по обеим технологиям была одинаковой – 543 г/л.

Аналогичное наблюдается и с качеством семян льна масличного, в которых по традиционной технологии содержится 38,3% масла, а по технологии прямого посева достоверно на 2,1% (НСР = 1,92%) меньше, тогда как масса 1000 семян, наоборот, достоверно (НСР = 0,32%) больше при прямом посеве – 5,60 г против 4,05 г по традиционной технологии. Содержание же белка в зерне сорго по обеим технологиям было одинаковым и находилось в пределах 9,62-10,30%.

Заключение. 1. В технологии прямого посева в осенне-зимнее время в метровом слое почвы накапливается и сохраняется к посеву яровых культур существенно больше влаги, чем по традиционной технологии.

2. Урожайность озимой пшеницы по традиционной технологии была достоверно выше, чем по технологии прямого посева, что обусловлено лучшей обеспеченностью почвенной влагой при посеве по чистому пару, чем по гороху в технологии прямого посева.

3. Урожайность и качество получаемой продукции озимого ячменя, льна масличного и сорго по обеим технологиям одинаковые, что говорит о возможности избежать снижения урожайности возделываемых культур в первые годы освоения технологии прямого посева, на что указывают некоторые исследователи и практики [1, 5, 9].

Литература

1. Проблемы и перспективы инновационного развития сельских территорий Крыма / Коллективная монография. Под редакцией В.С. Паштецкого. – Симферополь, Издательство: ИТ "АРИАЛ", 2019. 252 с.
2. Гонгало А.А., Турин Е.Н., Женченко К.Г., Сусский А.Н. Агрофизические параметры почвы, урожайность и качество озимой пшеницы сорта Борвий при возделывании по технологии без предварительной обработки почвы в сравнении с традиционной технологией в Центральной степи Крыма // Матер. IV Межд. науч.-практ. конф. «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве» (3-5 апреля 2018 г.). – Киров: ФАНЦ Северо-Востока, 2018. С. 218-222.
3. Гонгало А.А., Турин Е.Н., Женченко К.Г. Изучение системы земледелия прямого посева в сравнении с традиционной в условиях Центральной степи Крыма // III науч.-практ. конф. профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых «Дни науки КФУ им. В.И. Вернадского» (1-3 ноября 2017 г.). – Симферополь, 2018. С. 120-125.
4. Гонгало А.А., Турин Е.Н., Женченко К.Г. Урожайность льна масличного в зависимости от технологии возделывания в степи Крыма // Сборник тезисов докладов участников Российской теоретической и научно-практической юбилейной конференции «Агробиологические основы



- адаптивно-ландшафтного ведения сельскохозяйственного производства» (посвященной 100-летию создания Академии биоресурсов и природопользования), г. Симферополь, 12-16 октября 2018 г. – Симферополь: АБиП ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», 2018. С. 46-48.
5. Dridiger V.K., Godunova E.I., Eroshenko E.V. Effect of no-till technology on erosion resistance, the population of earthworms and humus content in soil and other //Research journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences, 2018. No.(9). P. 766-780.
6. Мазиров М.А. и др. Полевые исследования свойств почв: учеб. пособие к полевой практике для студентов, обучающихся по направлению подготовки 021900 – почвоведение. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. 72 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: 2011. 315 с.
8. Петербургский А.В. Практикум по агрономической химии – М.: Изд-во с.-х. литературы, 1963. 591 с.
9. Kharchenko A.G. Main stages for no-till implementation (extended review), 2017. P. 58.

Женченко Клара Готлибовна, научный сотрудник лаборатории земледелия ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», 295034, г. Симферополь, ул. Киевская, 150. Тел.: +79781211280, E-mail: klara.zhenchenko@mail.ru

Турин Евгений Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории земледелия ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», 295034, г. Симферополь, ул. Киевская, 150. Тел.: +79781381455, E-mail: turin_e@niishk.ru

Гонгало Анна Андреевна, научный сотрудник лаборатории земледелия ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», 295034, г. Симферополь, ул. Киевская, 150. Тел.: +79787281790, E-mail: gongalo.nyura@yandex.ru

Зубоченко Алла Анатольевна, заведующая агрохимлабораторией ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», 295034, г. Симферополь, ул. Киевская, 150. Тел.: +79787459836, E-mail: zubochenko_a@niishk.ru

Zhenchenko Klara Gotlibovna, Researcher of the Laboratory of agriculture, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea 295034, Russian Federation. Tel.: +79781211280; e-mail: klara.zhenchenko@mail.ru

Turin Evgeniy Nikolaevich, Cand. Sc. (Agr.), Senior Researcher of the Laboratory of agriculture, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea 295034, Russian Federation. Tel.: +79781381455; e-mail: turin_e@niishk.ru

Anna Andreevna Gongalo, Researcher of the Laboratory of agriculture, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea 295034, Russian Federation. Tel.: +79787281790; e-mail: gongalo.nyura@yandex.ru

Zubochenko Alla Anatolievna, Head of the Agrochemical Laboratory, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea 295034, Russian Federation. Tel.: +79787459836; e-mail: zubochenko_a@niishk.ru

DOI: 10.25930/0372-3054/010.5.12.2019

УДК: 631.51

ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ЗЕРНОПАРОВОМ СЕВООБОРОТЕ НА ЧЕРНОЗЕМАХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Е.В. Кузина, С.Н. Немцев

Исследования проводились в ФГБНУ Ульяновского НИИСХ в 2011-2017 годы, расположенном в лесостепной зоне с годовым количеством осадков 360-500 мм. Почва



опытного участка была представлена слабовыщелоченным тяжелосуглинистым черноземом с содержанием гумуса 5,8%. Культуры размещали в зернопаровом севообороте: чистый пар – озимая пшеница – яровая пшеница – горох – озимая пшеница – ячмень. Изучали 4 системы обработки почвы. Отвальная система включала вспашку под все культуры севооборота на глубину 20-22 см; комбинированная система обработки почвы на переменную глубину – безотвальные мелкие обработки под озимые, глубокую вспашку под горох и безотвальное рыхление на глубину 20-22 см под остальные культуры севооборота; мелкая – на 10-12 см и нулевая – под все культуры севооборота. Пахотный слой почвы характеризовался благоприятными агрофизическими свойствами, которые практически не зависели от систем обработки почвы; так, комковато-зернистая макроструктура с размером агрегатов от 0,25 до 10 мм составила по вспашке 75,2%, по беспашотным вариантам – 75,6-76,5%. На всех системах обработки плотность почвы соответствовала оптимальному значению для роста и развития возделываемых растений (1,22-1,25 г/см³). Количество водопрочных агрегатов диаметром больше 0,25 мм было высоким и не опускалось ниже 76%. На нулевой, мелкой и комбинированной обработках в среднем по севообороту содержание продуктивной влаги составило 115,3; 119,1 и 121,5 мм, что было на уровне контроля – 115,4 мм. Большой сбор зерна с 1 га севооборотной площади обеспечила комбинированная система обработки почвы – 2,71 т. При отвальной, минимальной и нулевой обработках получено соответственно 2,65; 2,62 и 2,56 т/га.

Ключевые слова: обработка почвы, плотность сложения, агрофизические показатели, влага, биологическая активность, урожайность

RESULTS OF THE STUDY OF DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS IN GRAIN-FALLOW CROP ROTATION ON CHERNOZEMS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

E.V. Kuzina, S.N. Nemtsev

The studies were conducted at the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Ulyanovsk Research Institute of Agriculture in 2011-2017, located in the forest-steppe zone with an annual rainfall of 360-500 mm. The soil of the experimental plot was represented by weakly leached heavy loamy chernozem with a humus content of 5,8%. The crops were placed in a grain-fallow rotation: bare fallow – winter wheat – spring wheat – peas – winter wheat – barley. We studied 4 tillage systems. The moldboard system included plowing for all crop rotation crops to a depth of 20-22 cm; the combined system of tillage at a variable depth covered subsurface surface tillage for winter crops, deep plowing under peas and subsurface tillage to a depth of 20-22 cm for other crops; surface tillage by 10-12 cm and zero tillage for all crop rotation crops. The arable soil layer was characterized by favorable agrophysical properties, which were practically independent on the tillage systems: so, the lumpy-granular macrostructure with aggregate size from 0,25 to 10 mm was 75,2% for plowing, 75,6-76,5% for non-cultivating variants. On all tillage systems, the soil density corresponded to the optimal value for the growth and development of cultivated plants (1,22-1,25 g/cm³). The number of water-resistant units with a diameter greater than 0,25 mm was high and did not fall below 76%. On the zero, surface and combined cultivations, the average crop rotation content of the productive moisture was 115,3; 119,1 and 121,5 mm, which was at the control level of 115,4 mm. A larger grain harvest from 1 hectare of crop rotation area was provided by the combined tillage system (2,71 tons). When moldboard, minimal and zero tillage, we yielded, respectively, 2,65; 2,62 and 2,56 tons/hectare.



Key words: tillage, density of soil, agrophysical indices, moisture, biological activity, yield

Введение. В современной отечественной и мировой практике к наиболее перспективным почвозащитным, ресурсосберегающим приемам относятся минимальная и нулевая обработки почвы [1, 2, 3]. Минимальная обработка позволяет обеспечить уменьшение механических воздействий почвообрабатывающих машин на почву и уплотняющего действия их ходовых систем на нее, сокращение проходов агрегатов по полю. После мелкой обработки, а также после обработки прорастающих сорняков и падалицы зерновых культур гербицидами сплошного действия, при благоприятных условиях, можно применять нулевую обработку. Цель исследований провести сравнительную агротехнологическую и экономическую оценку систем обработки почвы в равнинных условиях Среднего Поволжья.

Объекты и методы исследований. Опыты закладывались на полях ФГБНУ Ульяновского НИИСХ в 2011-2017 гг. Почва опытного участка представлена слабовыщелоченным тяжелосуглинистым черноземом на желто-бурой карбонатной глине. Пахотный слой характеризуется следующими показателями: механический состав почв тяжелосуглинистый (частиц 0,01мм – 45%). Мощность гумусового горизонта 79 см, содержание гумуса 5,8%, реакция рН водной вытяжки верхнего горизонта 7,0 вниз по профилю увеличивается до 8,1. Почвы не засолены легкорастворимыми солями, сухой остаток не превышает 0,98%. Питательными веществами почва высокообеспечена.

Исследования проводили в зернопаровом севообороте со следующим чередованием культур: 1-чистый пар, 2-озимая пшеница, 3-яровая пшеница, 4-горох, 5-озимая пшеница, 6-ячмень. Изучали эффективность отвальной, комбинированной, минимальной и нулевой систем обработки почвы. Отвальная система включала вспашку на 20-22 см в чистом пару, под яровую пшеницу и ячмень, под горох – вспашку на 25 см. Комбинированная разноглубинная обработка – безотвальное рыхление на 20-22 см в чистом пару, под яровую пшеницу и ячмень; под горох – вспашка на 25 см и поверхностная обработка в занятом пару. Минимальная – мелкая обработка на глубину 10-12 см под все культуры. Нулевая – без обработки почвы, прямой посев. За контроль в опытах была принята отвальная система основной обработки почвы.

Опыты закладывались в лесостепной зоне Среднего Поволжья с умеренно континентальным климатом. По условиям увлажнения зона характеризуется неравномерным распределением осадков как по периодам года, так и во время вегетационного периода. В среднем за год выпадает от 380 до 520 мм, в том числе за апрель-октябрь 260-310 мм. Среднегодовая температура воздуха варьирует в пределах +2,7...3,8⁰С, гидротермический коэффициент 0,8-1,0.

Метеорологические условия в годы проведения исследований были контрастными. Вегетационные периоды во все годы исследований характеризовались повышенным температурным режимом. Во все годы исследований наблюдалось превышение среднегодовых температур воздуха над климатической нормой (13,5⁰С) – на 0,8-3,1⁰С. При этом 2015 и 2016 гг. были умеренно-засушливыми (осадков выпало на 4-16% ниже многолетней нормы), 2014 г. был засушливым (на 28% ниже многолетней нормы). Повышенным увлажнением отличались 2012, 2013 и 2017 года (на 37, 6 и 22% выше многолетней нормы), в 2011 году увлажнение было на уровне многолетних значений – 263 мм.

В полевых опытах методом высушивания определяли влажность и содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы на всех культурах севооборота перед



устойчивым замерзанием почвы осенью, весной и после уборки урожая. Плотность почвы определяли методом режущих колец в середине вегетации культур в слоях почвы 0-10, 10-20 и 20-30 см. Структурно-агрегатный состав почвы и коэффициент структурности – по методу Н.И. Савинова.

Биологическую активность почвы определяли методом льняных полотен – «аппликаций» по Вострову и Петровой за период инкубации посев – уборка по слоям 0-10, 10-20, 20-30 см (размер аппликаций 8x8 см). Учет урожайности проводили путем сплошного обмолота учетной площади делянки комбайном СК-5 с последующим пересчетом на стандартную влажность и чистоту.

Результаты исследований подвергали математической обработке методами дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализов на персональном компьютере с использованием программы AGROS версия 2.06. Экономическую эффективность изученных агроприемов определяли расчетно-нормативным методом по Методическим рекомендациям МСХ РСФСР. Энергетическую оценку возделывания выполняли в соответствии с методикой по энергетической оценке севооборотов и технологий выращивания сельскохозяйственных культур.

Результаты исследований и их обсуждение. Научной основой для перехода к ресурсосберегающим технологиям служит установленная закономерность – минимальная обработка почвы, применяемая в севообороте даже длительные сроки, не ухудшает по сравнению со вспашкой большинство параметров почвенного плодородия. Такие показатели, как водные свойства, пищевой режим и урожайность, оказываются близкими как по минимальной обработке, так и вспашке. Что касается водопрочных агрегатов, а этот показатель характеризует эрозионную устойчивость почвы, здесь в конце ротации возрастает роль мелкой и нулевой обработок [4].

Наши опыты подтвердили данное утверждение. Черноземы лесостепи Поволжья по генетическим особенностям обладают хорошей структурностью, поэтому интенсивность структурообразования почвы не имела существенных различий по содержанию структурных комочков в пахотном слое как на ежегодной вспашке, минимальной обработке, так и на варианте, где обработка почвы отсутствовала.

Комковато-зернистая макроструктура с размером агрегатов от 0,25 до 10 мм мало зависела от систем обработки почвы и составила по вспашке 75,2%, по беспашотным вариантам – 75,6-76,5%. Количество водопрочных агрегатов было высоким и не опускалось ниже 76%, поэтому на всех изучаемых системах обработки почвы их величины были в оптимальных пределах (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние способа обработки почвы на агрофизические свойства слоя почвы 0-30 см (среднее за 2011-2017 гг.)

Обработка почвы	Содержание			Плотность, г/см ³	Биологическая активность, %
	агрономически ценных фракций 0,25-10 мм, %	водопрочных агрегатов больше 0,25 мм, %	продуктивной влаги, мм		
Отвальная	75,2	76,9	115,4	1,23	20,2
Комбинированная	75,5	76,9	121,5	1,22	20,3
Мелкая	75,6	76,7	119,1	1,25	21,2
Нулевая	76,5	77,9	115,3	1,25	20,2



В результате повышенных температур и низкой влажности почвы в период вегетации, в большинстве из исследуемых лет, биологическая активность почвы в целом была слабой. Деструкция льняной ткани при непрерывной трехмесячной экспозиции в среднем за 2011-2017 гг. была незначительно связана с системой обработки почвы: на вспашке она составила 20,2%, на нулевой, комбинированной и минимальной обработке – 20,2-20,3-21,2%.

Различия в показаниях плотности сложения почвы по вариантам опыта были не большими. При проведении минимальной и нулевой обработок, плотность почвы составила 1,25 г/см³, на отвальной и комбинированной системах – 1,23-1,22 г/см³.

Системы обработки почвы не оказывали существенного влияния на изменение водного режима метрового слоя почвы. На нулевой, мелкой и комбинированной обработках в среднем по севообороту содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы составило соответственно 115,3; 119,1 и 121,5 мм, что было на уровне вспашки – 115,4 мм. Установлено, что за анализируемые годы в подавляющем большинстве лет стерневые фоны были лучше обеспечены продуктивной влагой по сравнению со вспашкой и способствовали сокращению ее непроизводительных потерь, созданию условий для более продуктивного использования влаги возделываемыми растениями. Мульча из растительных остатков сберегала почвенную влагу от интенсивного испарения и сохраняла ее на весь вегетационный период яровых зерновых и ко времени посева озимых культур. Острота обеспечения растений влагой уменьшалась. Кроме того, постоянные мелкие обработки, образуя мульчирующий слой из растительных остатков и почвы, создавали благоприятные условия для гумусообразования.

За ротацию севооборота значительных закономерных изменений в накоплении биогенных элементов по вариантам опыта не установлено. В период вегетации изучаемых культур их содержание в большей степени зависело от погодных условий, культур севооборота, сроков определения и в меньшей степени от способа обработки почвы. В связи с применением гербицидов по обработкам не наблюдалось существенных различий в засоренности посевов как однолетними, так и многолетними сорняками.

Большой сбор зерна с 1 га севооборотной площади обеспечила комбинированная система обработки почвы на переменную глубину (2,71 т), где сочетались мелкие безотвальные обработки под озимые, глубокая вспашка под горох и безотвальное рыхление на глубину 20-22 см под остальные культуры (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние способа обработки почвы на урожайность сельскохозяйственных культур в зернопаровом севообороте, т/га

Обработка почвы	Озимая пшеница по пару (2011-2013 гг.)	Яровая пшеница (2012-2014 гг.)	Горох (2013-2015 гг.)	Озимая пшеница (2014-2016 гг.)	Ячмень (2015-2017 гг.)	Среднее
Отвальная	3,45	2,67	2,35	2,86	1,94	2,65
Комбинированная	3,55	2,65	2,43	2,83	2,11	2,71
Минимальная	3,49	2,82	2,34	2,61	1,86	2,62
Нулевая	3,51	2,79	2,26	2,60	1,63	2,56
<i>НСР_{0,05}</i>	<i>0,051</i>	<i>0,073</i>	<i>0,056</i>	<i>0,152</i>	<i>0,107</i>	<i>0,091</i>



Близко к ней подходили отвальная и минимальная обработки, где за ротацию с 1 га севооборотной площади было получено одинаковое количество зерна – 2,65 и 2,62 т. Нулевая обработка снизила производство зерна всего на 0,09 т/га по сравнению с контролем, что было в пределах ошибки опыта.

Как было показано выше, изучаемые в опыте факторы плодородия почвы не имели существенных отличий, поэтому и различия по действию систем обработки почвы на урожайность были несущественными. Однако проведение вспашки на глубину 22 см, не приводящей к повышению урожайности культур, требовало дополнительных затрат, что увеличивало себестоимость и снижение рентабельности производства продукции. Замена вспашки ресурсосберегающими обработками при возделывании зерновых культур позволила сократить в 3-4 раза количество технологических операций при основной обработке почвы и посеве, снизить расход топлива в 1,9-3,6 раза (с 21,4 до 11,2 и 6,0 кг/га), обеспечить большую экономию прямых производственных затрат.

Заключение. Применение минимальной и нулевой систем обработки почвы с использованием комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов не ухудшает агрофизические свойства почвы, но снижает расход топлива – в 1,9-3,6 раза, затраты труда и энергии соответственно на 28-40 и 39-48% по сравнению с отвальной системой обработки почвы. Всё это обеспечивает экономические преимущества минимальной и нулевой систем обработки почвы, что определяет высокую перспективу их освоения на черноземных почвах плакорно-равнинного агроландшафта Среднего Поволжья.

Литература

1. Карпович К.И., Немцев С.Н. Ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур в черноземной лесостепи Ульяновской области // Доклады РАСХН. 2004. № 6. С. 30-33.
2. Кузина Е. В. Изменение урожайности озимой пшеницы и качества зерна в зависимости от способов основной обработки почвы и уровня удобрённости // Аграрный научный журнал Саратовского Госагроуниверситета. 2016. №11. С. 24-29.
3. Земледелие в Среднем Поволжье / Г.И. Казаков, Р.В. Авраменко, А.А. Марковский [и др.]; под ред. Г.И. Казакова. – М.: Колос, 2008. 308 с.
4. Куликова А.Х., Ерофеев С.Е. Обработка почвы в технологии возделывания яровой пшеницы // Вестник УГСХА. 2002. № 9. С. 62-71.

Немцев Сергей Николаевич, директор Ульяновского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала Самарского федерального исследовательского центра РАН, 433315, п. Тимирязевский, ул. Институтская, 19. Тел. 89272708104, E-mail: nemcev.1963@mail.ru.

Кузина Елена Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией обработки почвы, старший научный сотрудник отдела земледелия и технологий Ульяновского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала Самарского федерального исследовательского центра РАН, 433315, п. Тимирязевский, ул. Институтская, 19. Тел: 89084754010, E-mail: elena.kuzina@autorambler.ru

Nemtsev Sergey Nikolaevich, Director of the Ulyanovsk Research Institute of Agriculture – branch of the Samara Federal Research Center of RAS. 433315, 19, Institutskaya str., Timiryazevsky v. Tel. 89272708104, E-mail: nemcev.1963@mail.ru.

Kuzina Elena Viktorovna, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of soil tillage, Senior Researcher of the Department of agriculture and technology, Ulyanovsk Research Institute of Agriculture – branch of the Samara Federal Research Center of RAS, 433315, 19, Institutskaya str., Timiryazevsky v. Tel: 89084754010, E-mail: elena.kuzina@autorambler.ru



DOI: 10.25930/0372-3054/011.5.12.2019

УДК: 631.51.21: 633.11"321":631.584.4

СРАВНЕНИЕ NO-TILL И МИНИМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ КУЛЬТУР И ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

А.М. Ленточкин, П.А. Ухов

Внедрение в каждой почвенно-климатической зоне современных технологий производства сельскохозяйственной продукции, основанных на эффективных ресурсосберегающих приёмах обработки почвы, внесёт существенный вклад в программу развития сельского хозяйства Российской Федерации. Среднее Предуралье является крупным промышленным центром, в котором представлено хорошо развитое сельскохозяйственное производство. Преимущественно распространённые на данной территории дерново-подзолистые почвы характеризуются эродированностью, малогумусностью и слабой прочностью структурных агрегатов, но при хорошей влагообеспеченности вегетационного периода здесь можно получать хорошие урожаи сельскохозяйственных культур. В результате проведённых исследований было установлено, что в севообороте наилучшие результаты даёт ресурсосберегающая почвозащитная комбинированная система обработки почвы, основанная на сочетании отвальной, безотвальной и минимальной обработок под разные культуры севооборота. Определено, что в технологии выращивания яровой пшеницы после клевера лугового хорошие результаты показывают отвальная и минимальная системы обработки почвы, но наиболее эффективной является минимальная система зяблевой обработки почвы, основанная на дисковании БДТ-7 и последующей обработке комбинированным агрегатом Комбимастер 4,2. Здесь урожайность зерна яровой пшеницы составила 3,3 т/га, что статистически не отличалось от отвальной вспашки, но экономически было более выгодным. Минимальная система обработки почвы является более эффективной при выращивании озимых и яровых промежуточных культур. Технология выращивания культур методом прямого посева уступает технологии минимальной обработки почвы, что связано со значительным увеличением засорённости посевов многолетними сорными растениями на каждой последующей культуре.

Ключевые слова: обработка почвы, прямой посев, яровая пшеница, промежуточные культуры, засорённость посевов

COMPARISON OF NO-TILL AND MINIMAL TILLAGE WHEN GROWING INTERPLANTED CROPS AND SPRING WHEAT

A.M. Lentochkin, P.A. Ukhov

The introduction of modern technologies for the production of agricultural products in each soil and climatic zone which are based on efficient resource-saving methods of tillage will make a significant contribution to the Program for the Development of Agriculture of the Russian Federation. The Middle Cis-Ural region is a large industrial center, which presents well-developed agricultural industry. Sod-podzolic soils predominantly spread on this territory are characterized by erosional features, low humus-content and weak structural aggregate strength, but with good water supply during growing period, one can get good levels of crop yields. As a result of the conducted research, it was found that in a crop rotation the best results are obtained



by a resource-saving soil-protective combined soil cultivation system based on a combination of moldboard plowing, subsoil and minimum tillage for different crop rotation. It has been determined that in the technology of growing spring wheat after meadow clover, good results show both moldboard plowing and minimal tillage systems, but the most effective is the minimum system, for fall tillage, based on the BDT-7 disking and subsequent processing with the Combimaster 4,2 combined unit. Here, the grain yield of spring wheat was 3,3 tons/hectare, which was not statistically different from the variant with moldboard plowing, but it was more economically profitable. The minimum tillage system is more efficient when growing winter and spring interplanted crops. The technology of growing crops by direct seeding is inferior to the technology of minimal tillage, which is associated with a significant increase in weed infestation of crops by perennial weeds in each subsequent crop.

Key words: tillage, direct sowing, spring wheat, interplanted crops, weed infestation

Введение. Нечернозёмная зона Российской Федерации занимает более 1/6 её территории, имеет около 1/4 всей площади пашни, и здесь проживает около 1/3 населения страны. В Нечерноземье сосредоточены крупные промышленные центры страны и хорошо развито сельскохозяйственное производство. Самые крупные природные зоны Нечерноземья – южно-таёжно-лесная и лесостепная, в которых наибольшее распространение имеют дерново-подзолистые почвы.

Среднее Предуралье входит в Нечернозёмную зону и располагается в юго-восточной его части. Данная территория характеризуется значительной суммой атмосферных осадков, составляющей около 500-600 мм, из которых около половины выпадает в течение вегетационного периода. Сумма температур выше 10°C составляет около 1500-2000°C, продолжительность этого периода – до 130 сут. Данный температурный режим и достаточная влагообеспеченность позволяют успешно выращивать большинство сельскохозяйственных культур и при грамотной системе земледелия стабильно получать высокие урожаи. В связи с глобальным потеплением актуальность интенсификации сельскохозяйственного производства в Нечернозёмной зоне только возрастает.

Основной причиной невысокой урожайности в Нечерноземье являются неблагоприятные свойства почвы – низкое содержание гумуса (1,5–2,4% и очень редко 3% и более [1]), кислая реакция среды, слабая насыщенность почвенного поглощающего комплекса кальцием и магнием, невысокая структурность, высокая равновесная плотность пахотного (1,4-1,5 г/см³) и подпахотного (1,5-1,7 г/см³) слоёв, слабая прочность структурных агрегатов, пониженная биологическая активность [2, 3].

Более того, около 3/4 пахотных земель Среднего Предуралья подвержены плоскостной и линейной водной эрозиям, в результате действия которых смываются наиболее плодородные верхние слои почвы, что ещё в большей степени ухудшает её свойства. Так, с увеличением степени смыва в обрабатываемом горизонте происходит уменьшение содержания гумуса и увеличение плотности почвы. В связи с неводопрочной микро- и макроструктурой почвенных агрегатов, меньшей водопроницаемостью эродированных почв в них меньше поступает талой и дождевой воды, увеличивается доля недоступной влаги в 3-4 раза, и в результате запас продуктивной влаги сокращается в 1,5-2,0 раза. Плотность среднесмытой почвы в слое 0-10 см составляет 1,34 г/см³, а в слое почвы 10-20 см – 1,47 г/см³. У такой почвы в случае, когда в весенний период отмечается повышенное количество осадков и при относительно низких температурах, происходит изменение плотности почвы в сторону её увеличения, достигая значений 1,51 г/см³ и более [2, 4].



Известно, что оптимальная плотность пахотного слоя суглинистой дерново-подзолистой почвы для зерновых культур находится в пределах $1,1-1,3 \text{ г/см}^3$, а равновесная плотность – $1,5 \text{ г/см}^3$. Проникновение корней большинства растений в горизонты с плотностью $1,4-1,6 \text{ г/см}^3$ затруднено, их развитие угнетается; при более высоких значениях плотности рост корневой системы невозможен [5].

Поэтому для предотвращения развития водной эрозии, сохранения плодородия почвы и более полного усвоения ресурсов влаги и тепла основное внимание земледельцев в Нечернозёмной зоне должно быть уделено оптимизации свойств почвы, и в первую очередь системе её обработки, за счёт которой можно оказывать существенное влияние на водный, воздушный, тепловой и питательный режимы, а также повышение содержания органического вещества в почве, которое улучшает комплекс агрофизических и агрохимических показателей.

Исследования, ранее проведённые сотрудниками Ижевской ГСХА и Удмуртского НИИСХ, позволили установить, что наиболее эффективной системой обработки дерново-подзолистой среднесмытой почвы в севообороте на склонах до 3° является ресурсосберегающая почвозащитная комбинированная система, сочетающая отвальные, безотвальные и поверхностные обработки [6].

В технологии выращивания яровой пшеницы статистически одинаковую урожайность обеспечили такие приёмы зяблевой обработки почвы, как комбинированная обработка орудием Комбимастер 4,2, культивация противоэрозионная КПЭ-3,8, дискование четырёхрядное КМБД $3 \times 4 \text{ П}$. Однако в варианте «No-till» (использовалась сеялка прямого посева Тиме 4 и применялся глифосатсодержащий гербицид) двурядное дискование БДТ-3,0 и глубокая чизельная обработка ПЧ-2,5 существенно снизили урожайность по сравнению с отвальной вспашкой. Минимальная система обработки почвы, основанная на использовании комбинированного орудия Комбимастер 4,2, имеющего лапы стрельчатого типа и дисковые рабочие органы, обеспечивает статистически равную с отвальной вспашкой урожайность (рис. 1), но экономически и энергетически является существенно выгоднее [7].

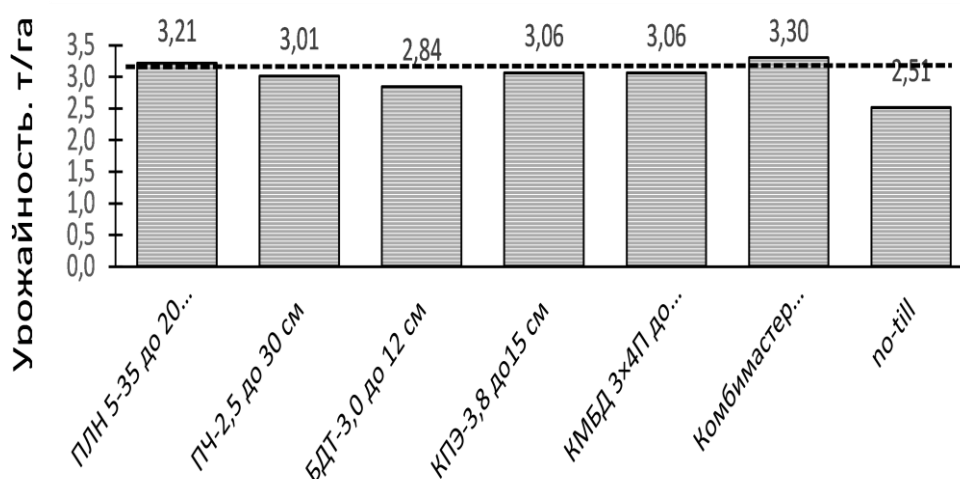


Рисунок 1 – Влияние приёмов зяблевой обработки почвы на урожайность яровой пшеницы, т/га (штриховая линия показывает существенность снижения урожайности в сравнении с отвальной вспашкой при $\text{НСР}_{05} = 0,20 \text{ т/га}$).



Одной из основных причин низкой урожайности в варианте «No-till» является потеря структуры верхним слоем почвы, что происходит при его увлажнении в осенне-зимний и ранневесенний периоды. Это обусловило плохие условия появления всходов и развития взошедших растений яровой пшеницы, хотя применяемая сеялка прямого посева имела дисковые сошники, которые в этой ситуации являются более предпочтительными.

Поскольку объёмы традиционных форм органических удобрений составляют в среднем всего лишь около 1 т/га, а пожнивно-корневые остатки не восполняют минимально необходимое количество органического вещества на севооборотную площадь (не менее 10 т/га), мы исследовали возможность пополнения баланса органического вещества за счёт промежуточных культур.

Материалы и методы. Полевые опыты проводили в течение 2015–2018 гг. в АО «Путь Ильича» Завьяловского района Удмуртской Республики. Метеорологические условия в период проведения исследований были различны. Неблагоприятными для яровых промежуточных культур и яровой пшеницы были 2016 и 2018 гг., более благоприятные условия наблюдались в 2017 г. Для озимого рапса, требовательного к условиям произрастания в послепосевной период и до ухода на зиму, благоприятные условия наблюдались в 2015 г. и неблагоприятные – в 2016 и 2017 гг.

Исследования проводили на дерново-подзолистой среднесуглинистой слабосмытой почве со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 2,1 %, pH_{KCl} – 5,4, H^+ – 1,5 ммоль/100 г почвы, сумма поглощённых оснований – 22 ммоль/100 г почвы, содержание подвижного фосфора – 230 мг/кг, обменного калия – 120 мг/кг.

Первой промежуточной культурой был озимый рапс, высеянный сеялкой прямого посева Тиме-4. Весной проводили подкормку аммиачной селитрой (N_{30}). После озимого рапса в этот же вегетационный период сеялкой прямого посева Тиме-4 высевали яровые промежуточные культуры: вико-зерновая смесь, просо, гречиха. Одновременно с посевом вносили аммиачную селитру (N_{30}).

Каждый из двух урожаев вегетативной массы промежуточных культур, следующих друг за другом в один вегетационный период, использовали по трём направлениям: на зелёный корм (в почве оставались поукосно-корневые остатки), на сидерат-мульчу (вегетативная масса скашивалась и оставлялась на поверхности почвы) и на сидерат, когда оставлялись целные растения. Все три варианта обрабатывали дисковым орудием КМБД-3×4П в 2 следа.

После двух промежуточных культур на следующий год высевали яровую пшеницу сеялкой Тиме-4 с одновременным внесением азофоски ($\text{N}_{16}\text{P}_{16}\text{K}_{16}$) в дозе 1,5 ц/га в физическом весе. За две недели до посева семена пшеницы обрабатывали протравителем Виал-ТрасТ с нормой расхода препарата 0,4 л/т семян. В фазе кущения яровой пшеницы для уничтожения двудольных сорняков посева обрабатывали гербицидом Магнум с нормой расхода 0,01 кг/га.

Результаты исследований и их обсуждение. Урожайность зелёной массы озимого рапса из-за нестабильной перезимовки по годам (2016–2018 гг.) была от 3,0 до 17,4 т/га, а в среднем составила 10,4 т/га (сухого вещества – 1,5 т/га). Урожайность яровых промежуточных культур, посеянных после уборки озимого рапса на зелёный корм или использования зелёной массы в качестве мульчи, была очень низкой и составила всего 13,5 и 13,0 ц/га (табл.).



Таблица – Влияние способов использования озимого рапса на урожайность зелёной массы яровых промежуточных культур, ц/га

Способ использования озимого рапса (А)	Яровая промежуточная культура (В)			Среднее
	Вико-зерновая смесь (к)	Просо	Гречиха	
Зелёный корм (к)	11,0	11,9	17,6	13,5
Сидерат-мульча	9,8	10,8	18,4	13,0
Сидерат + дискование	45,3	53,0	77,4	58,6
Среднее	22,0	25,2	37,8	—
НСР ₀₅	частных различий		главных эффектов	
	фактор А	30,3		10,1
	фактор В	15,7	5,2	

Но когда вегетативная масса озимого рапса была задискована в качестве сидерального удобрения, урожайность зелёной массы яровых промежуточных культур была существенно больше и в среднем составила 58,6 ц/га (НСР₀₅ = 10,1 ц/га). Эти закономерности наблюдаются по каждой из изучаемых яровых промежуточных культур.

Среди яровых промежуточных культур статистически большую продуктивность зелёной массы сформировала гречиха, обеспечив среднюю урожайность 37,8 ц/га (НСР₀₅ = 5,2 ц/га), а после дискования озимого рапса – 77,4 ц/га (НСР₀₅ = 15,7 ц/га).

Основной причиной низкой урожайности яровых промежуточных культур явилась сильная засорённость полей, вызванная отсутствием механической обработки почвы и без применения гербицидов (рис. 2).

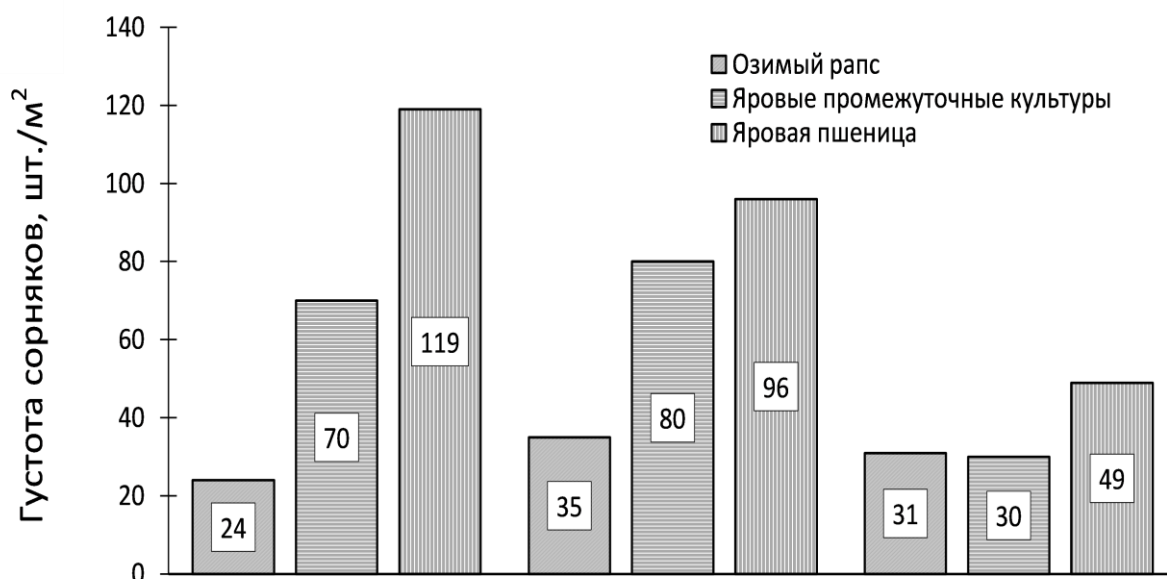


Рисунок 2 – Влияние способов использования двух промежуточных культур звена севооборота «озимый рапс – яровые культуры – яровая пшеница», выращиваемых методом прямого посева, на их засорённость перед уборкой, шт/м²

(НСР₀₅ фактора А (культура звена севооборота) – 21 шт/м², фактора В (способ использования промежуточных культур) – 22 шт/м²).



Засорённость озимого рапса (первой промежуточной культуры звена севооборота) перед уборкой на зелёный корм была относительно небольшой – 24-35 шт/м² и не зависела от способов использования урожая. Однако к моменту уборочной спелости яровых промежуточных культур при использовании озимого рапса на зелёный корм его вегетативная масса скашивалась и оставалась на поверхности почвы, засорённость их посевов из-за невозможности применения механической обработки почвы и системного гербицида сплошного действия увеличилась соответственно в 2,9 и 2,3 раза. Но когда яровые промежуточные культуры размещались после озимого рапса, вегетативная масса которого была задискована на сидеральное удобрение, их засорённость была на уровне засорённости озимого рапса.

Засорённость третьей культуры изучаемого звена севооборота – яровой пшеницы – перед её уборкой на зерно имела значительную зависимость от способов использования предшествующих промежуточных культур. Так, после уборки промежуточных культур на зелёный корм она была самой большой и существенно большей, чем на второй культуре звена севооборота – 119 шт/м², в варианте «сидерат-мульча» – на уровне второй культуры звена севооборота, а при дисковании сидератов – статистически неизменной как на всех культурах звена севооборота. Кроме того, следует отметить, что использование вегетативной массы двух предшествующих промежуточных культур в качестве мульчи существенно снизило засорённость посевов яровой пшеницы на 23 шт/м², а дискование вегетативной массы (сидерата) – на 70 шт/м² (контроль – 119 шт/м²; НСР₀₅ – 22 шт/м²). При этом было установлено, что среди засорителей посевов пшеницы более 60% были растения пырея ползучего.

Заключение. 1. Минимальные системы обработки почвы превосходят по эффективности No-till и прямой посев при выращивании яровой пшеницы и промежуточных культур.

2. Прямой посев промежуточных культур без использования системного гербицида сплошного действия приводит к сильному развитию сорняков, особенно пырея ползучего, и становится неэффективным по сравнению с минимальной обработкой почвы.

Литература

1. Башков А.С. Повышение эффективности удобрений на дерново-подзолистых почвах Среднего Предуралья: монография. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. 328 с.
2. Ковриго В.П. Почвы Удмуртской Республики: монография. – Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2004. 490 с.
3. Холзаков В.М. Повышение продуктивности дерново-подзолистых почв в Нечернозёмной зоне: монография. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2006. 436 с.
4. Вараксина Е.Г., Вараксин Т.И., Захарова Т. И. Эрозия и воспроизводство плодородия эродированных почв Удмуртии: монография / под общей ред. А. И. Венчикова. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2008. 432 с.
5. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. – М.: Колос, 1996. 367 с.
6. Ленточкин А.М., Владыкина Н.И., Ленточкина Л.А. Эффективность ресурсосберегающих почвозащитных систем обработки дерново-подзолистой среднесмытой почвы в севообороте : монография. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. 176 с.
7. Lentochnik A., Babaytseva T., Ukhov P. Fall tillage of eroded sod-podzolic soil // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Digital agriculture – development strategy". – Ekaterinburg: Atlantis Press, 2019. Vol. 167. P. 223–225.



Ленточкин Александр Михайлович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», 426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11. Тел. +79124639099, E-mail: lenalmih@mail.ru.

Ухов Петр Александрович, заведующий аналитической лабораторией ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», 426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11. Тел. +79511988703, E-mail: assassinbush@mail.ru.

Lentochkin Alexander Mikhailovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of the Izhevsk State Agricultural Academy, 426069, 11, Studencheskaya street, Izhevsk. Tel. +79124639099, E-mail: lenalmih@mail.ru.

Ukhov Petr Aleksandrovich, Head of the Analytical Laboratory of the Izhevsk State Agricultural Academy, 426069, 11, Studencheskaya street, Izhevsk. Tel. +79511988703, E-mail: assassinbush@mail.ru.

DOI: 10.25930/0372-3054/012.5.12.2019

УДК: 631.58:631.153.7

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL В УСЛОВИЯХ АРИДНОЙ ЗОНЫ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

А.В. Солонкин, Д.А. Болдырь, В.Ю. Селиванова

Первые полевые опыты по изучению технологии возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы (технология No-till) в Нижне-Волжском научно-исследовательском институте сельского хозяйства (в настоящее время филиал ФНЦ агроэкологии РАН) в острозасушливых условиях светло-каштановых почв Волгоградской области начаты в 2014 году. Однако полученные данные были весьма противоречивы, так как для посева использовалась анкерная сеялка, которая сильно разрыхляла верхний слой почвы, что приводило к быстрой потере влаги и его иссушению. В 2018 году, после приобретения специальной сеялки для посева в необработанную почву, началось более углубленное изучение этой технологии. В стационарном полевом опыте, проведенном в 2018-2019 гг., было установлено, что перед посевом яровых культур содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы составляло 90,2-109,4 мм, но из-за сильной засухи её количество быстро снижалось, и к созреванию растений продуктивная влага в почве отсутствовала. Коэффициент усвоения атмосферных осадков в химическом пару составил 70,1% в 2018 и 53,9% в 2019 году. При этом микробиологическая активность почвы здесь была на 60% выше, чем в чистом обрабатываемом пару. Урожайность ранних яровых культур была такой же, как при обработке почвы, тогда как урожайность подсолнечника и кукурузы при применении новой технологии в 2018 году составила 1,9 и 4,0 т/га, что при ГТК вегетационного периода, равном 0,5, является вполне удовлетворительным показателем. В 2019 году урожайность выращиваемых культур была ниже, чем в технологиях с обработкой почвы. Однако, благодаря меньшим затратам труда и средств на возделывание изучаемых культур, коэффициент биоэнергетической эффективности в новой технологии в 2018 году по яровой пшенице составил 3,36, по ячменю 4,65, в 2019 году – 2,80 по ячменю и 2,45 по озимой пшенице, что существенно больше, чем при возделывании этих культур по рекомендованной научными учреждениями технологии с обработкой почвы.

Ключевые слова: No-till, технология, почвенная влага, микробиологическая активность, урожайность зерновых культур



STUDY OF NO-TILL TECHNOLOGY IN THE CONDITIONS OF THE ARID ZONE IN THE LOWER VOLGA REGION

A.V. Solonkin, D.A. Boldyr, V.Yu. Selivanova

The first field experiments to study the technology of agricultural crop cultivation without tillage (No-till technology) in the Lower Volga Research Institute of Agriculture (currently a branch of the Federal Scientific Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences) in the extremely dry conditions of light chestnut soils in the Volgograd region began in 2014. However, the data obtained were very contradictory, since the anchor seeder was used for sowing, which greatly loosened the top layer of soil, which led to a rapid loss of moisture and its drying out. In 2018, after the acquisition of a special seeder for sowing in uncultivated soil, a more in-depth study of this technology began. In a stationary field experiment conducted in 2018-2019, it was found that before sowing spring crops, the content of productive moisture in the meter layer of soil was 90,2-109,4 mm, but due to severe drought its amount was rapidly decreasing, and by the ripening of plants, productive moisture in the soil was absent. The assimilation coefficient of precipitation in the chemical fallow was 70,1% in 2018 and 53,9% in 2019. At the same time, the microbiological activity of the soil here was 60% higher than in the bare cultivated fallow. The yield of early spring crops was the same as when the tillage, while the yield of sunflower and corn with the use of new technology in 2018 amounted to 1,9 and 4,0 tons/hectare, which is quite satisfactory when the HCC of the growing season is equal to 0,5. In 2019, the yield of cultivated crops was lower than in technologies with tillage. However, due to the lower labor costs and funds for the cultivation of the studied crops, the bioenergy efficiency coefficient in the new technology in 2018 for spring wheat was 3,36, for barley 4,65, in 2019 there were 2,80 for barley and 2,45 for winter wheat, which is significantly more than in the cultivation of these crops according to the technology recommended by scientific institutions with tillage

Key words: No-till, technology, soil moisture, microbiological activity, grain yield

Введение. В последние годы всё больший интерес вызывает технология возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы, которую в мире называют технологией No-till или прямой посев. Обусловлено это повсеместным проявлением деградации почвы вследствие её интенсивной обработки, усилением процессов водной и ветровой эрозий, особенно в засушливых регионах [1, 2, 3].

По мнению многих авторов, применение технологии прямого посева позволяет больше накапливать и лучше сохранять влагу в почве, что очень важно для засушливых условий Нижнего Поволжья, а также противостоять эрозии и за счёт снижения затрат увеличить экономическую эффективность растениеводства [4, 5].

В Волгоградской области некоторые сельхозтоваропроизводители начали осваивать новую технологию самостоятельно. В настоящее время в регионе площади, обрабатываемые по этой технологии, составляют 250-300 тыс. га. Первый полевой опыт по изучению прямого посева был проведён в Нижне-Волжском НИИСХ – филиале ФНЦ Агроэкологии РАН в 2014 году. Несмотря на различную влагообеспеченность по годам исследований, проведенные учеты по влажности почвы, её агрегатному составу, пищевому режиму и урожайности за три года исследований (2014-2017 гг.) показали лучшие результаты по прямому посеву, чем по технологии с обработкой почвы [6, 7].

Однако применяемая в опыте стерневая сеялка «Омичка» с анкерными рабочими



органами (сошниками) не удовлетворяла требованиям прямого посева, так как производила сильное рыхление и иссушение верхнего слоя почвы. Помимо этого возникли вопросы по срокам сева, засоренности посевов, уплотнению почвы, пищевому режиму и т. д. Но первые положительные результаты исследований по содержанию влаги в почве и урожайности возделываемых культур, а также интерес сельхозпроизводителей региона к этой технологии, создали предпосылки к более основательному изучению системы прямого посева в институте. Поэтому целью наших исследований является изучить влияние технологии No-till (прямого посева) на плодородие почвы и продуктивность полевых культур с целью её адаптации к зональным почвенно-климатическим условиям аридной зоны Нижнего Поволжья.

Материалы и методы исследований. Полевой опыт с применением технологии No-till был заложен в 2018 году. В опыте высевали культуры со стержневой (нут, горчица, сафлор, лён масличный, рыжик) и мочковатой корневой системой – пшеница яровая и озимая, овёс, ячмень яровой, просо, кукуруза, сорго, а также химический пар. Посев всех культур проводили по предшественнику озимая пшеница, после которой на поле сохранилось большое количество пожнивных остатков. Сев осуществляли сеялкой прямого сева Дон-114, являющейся аналогом аргентинской сеялки G262.

Почва опытного участка светло-каштановая с содержанием гумуса в пахотном слое 1,74%, общего азота и фосфора 0,12 и 0,11%. По механическому составу почва относится к иловато-крупнопылеватому тяжелому суглинку: физического песка содержит 49,3%, физической глины – 50,7%. Почва обладает невысокой обменной способностью (сумма поглощенных оснований 25,7 мг/экв на 100 г почвы), несолонцеватая (в составе обменных катионов натрия 0,9%) и незасоленная – общее содержание солей по кислотному остатку 0,062-0,072%. Реакция почвенного раствора щелочная – $pH = 8,1$.

Погодные условия 2018-2019 годов отличались большим дефицитом осадков за вегетационный период, особенно от посева до 1 декады июля, когда в 2018 году при климатической норме 98 мм выпало 39,3 мм, в 2019 году – 57,9 мм осадков, что на фоне высоких среднесуточных температур воздуха отрицательно повлияло на рост, развитие и урожайность ранних яровых культур. В то же время осадки, выпавшие во второй половине июля интенсивностью 74,6 мм в 2018 и 52,3 мм в 2019 году, способствовали формированию более высокого урожая поздних яровых культур (кукуруза, подсолнечник).

Наблюдения и учёты в опытах проводили общепринятыми методами. Содержание доступной влаги в почве на глубину 1 м определяли термостатно-весовым методом [8] в основные фазы изучаемых растений и ежемесячно в паровых полях. Агрегатный состав почвы определяли по методу Н.И. Савинова по среднему образцу, взятому из 10 прикопок на каждом варианте опыта, микробиологическую активность в почве – методом разложения льняных полотен [9].

Математическую обработку полученных данных и биоэнергетическую эффективность возделываемых культур на разных фонах основной обработки почвы определяли по общепринятым методикам [10, 11].

Результаты исследований и их обсуждение. Во время посева яровых культур количество продуктивной влаги в метровом слое составляло 90,2 мм в 2018 году и 109,4 мм в 2019 г., что соответствует хорошему содержанию влаги в это время. Однако отсутствие осадков в первой половине вегетационного периода привело к тому, что ранние яровые зерновые культуры (ячмень, пшеница, овёс) израсходовали осенне-зимние запасы влаги еще в начальные фазы роста и развития, и к полной спелости до-



ступная для растений влага в метровом слое почвы отсутствовала. Поэтому в момент формирования зерна эти культуры были низкорослыми и ослабленными, что в сочетании с воздушной и почвенной засухами привело к получению урожайности на уровне 1,01-1,60 т/га. Причиной тому могло стать также повторное размещение зерновых культур после зерновой культуры (озимой пшеницы), а также ошибки, допущенные при посеве в 2018 году, который проводился в очень ранние сроки и в недостаточно зрелую почву, что привело к механическому нарушению верхнего слоя и последующему его иссушению.

Неравномерное выпадение осадков оказало существенное влияние на динамику содержания влаги в почве в химическом пару. Отсутствие продуктивных осадков с апреля по июнь привело к постепенному сокращению содержания влаги в тридцатисантиметровом и метровом слоях почвы. При этом в июне в химическом пару, благодаря растительным остаткам предшествующей озимой пшеницы, расположенным на поверхности поля, в метровом слое почвы в годы исследований содержалось 58,6-67,1 мм продуктивной влаги, в то время как в паровых полях с обработкой почвы влаги в аналогичном слое содержалось на 10-60% меньше (табл. 1).

Таблица 1 – Динамика содержания продуктивной влаги в посевах ранних яровых зерновых культур и химическом пару, мм

Культуры	Год	Месяц				
		апрель	май	июнь	июль	август
Слой почвы 0-30 см						
Ранние яровые	2018	58,4	5,6	0	0	-
	2019	29,4	28,9	0	9,5	-
	среднее	43,9	17,2	0	4,7	-
Пар химический	2018	58,4	17,5	11,0	8,1	24,5
	2019	32,2	30,8	12,4	26,6	0
	среднее	45,3	19,1	23,2	17,3	12,2
Слой почвы 0-100 см						
Ранние яровые	2018	90,2	48,8	5,3	0	-
	2019	65,5	65,5	20,1	60,3	-
	среднее	77,8	57,1	12,7	30,1	-
Пар химический	2018	90,2	66,7	58,6	52,9	86,6
	2019	77,7	98,8	67,1	84,3	44,4
	среднее	83,4	82,7	62,3	68,6	65,5

В посевах яровых культур продуктивная влага в метровом слое почвы на этот период отсутствовала, а осадки второй декады июля выпали после созревания зерна и не оказали влияние на формирование урожая.

Установлено, что химический пар за весенне-летний период в слое почвы 0-30 см усваивает 27,2-55,5% влаги атмосферных осадков, в метровом слое почвы накапливается 53,9-70,1%, что является хорошим показателем. Почва под яровыми культурами в метровом слое почвы усваивает 29,4-47,5% влаги осадков, из которых в тридцатисантиметровом слое накапливается 14,6-30,8%.

То есть чистый химический пар, в котором почва не обрабатывается, а на поверхности имеются растительные остатки предшествующих культур, способен накапливать влагу в метровой толще и, что очень важно, в слое 0-30 см, что в засушливых условиях Нижне-Волжского региона может иметь решающее значение в получении



всходов озимой пшеницы. В целом необрабатываемая по технологии прямого посева почва способна аккумулировать влагу атмосферных осадков, которая используется высеваемыми сельскохозяйственными культурами для формирования урожая.

Технология прямого посева оказала существенное влияние на структурно-агрегатный состав почвы. Так, в традиционных чистых парах, в которых проводится многократная интенсивная обработка, почвы распыляются и появляется опасность проявления ветровой и водной эрозий, приводящих к снижению почвенного плодородия.

В технологии прямого посева в чистом химическом пару почва не обрабатывается и разрушения почвенных агрегатов от механического воздействия рабочих органов почвообрабатывающих орудий не происходит. Поэтому в течение всего периода парования количество агрономически ценных агрегатов размером от 0,25 до 10,0 мм не снижается и составляет 88,54-87,90%. При этом коэффициент структурности почвы имеет очень высокое значение – 7,73-7,26, что является показателем хорошо структурированной почвы, способной противостоять проявлению ветровой и даже водной эрозии, а наличие на её поверхности растительных остатков усиливает её устойчивость ко всем видам деградации (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние прямого посева на структурно-агрегатное состояние почвы в 2019 г., %

Показатель	Дата определения		Баланс +/-
	27 мая	12 августа	
Пар химический			
Глыбы, >10 мм	4,67	4,22	-0,45
Макроструктура, 0,25-10 мм	88,54	87,90	-0,64
Микроструктура, < 0,25 мм	6,79	7,88	+1,09
Коэффициент структурности	7,73	7,26	-0,47
Ячмень яровой			
Глыбы, >10 мм	5,7	4,88	-0,82
Макроструктура, 0,25-10 мм	87,92	82,79	-5,13
Микроструктура, < 0,25 мм	6,38	12,33	+5,95
Коэффициент структурности	7,23	4,8	-2,43

В посевах ячменя переход из крупной фракции в пылеобразную происходит намного интенсивнее за счёт разрушения глыбистой фракции и распада макро-структуры почвы (0,25-10 мм). Но эти показатели низкие и коэффициент структурности в целом за период исследования составил 6,0. Это свидетельствует о том, что сохранение стерни в технологии No-till препятствует деградации почвы.

Химический пар, имевший более высокое содержание влаги в слое почвы 0-30 см, отличался и более высокой её микробиологической активностью. В начальный период парования разрушение клетчатки составляло 20,2% в 2018 году и 11,2% в 2019 году, во второй половине парования за счёт выпадающих осадков, увлажняющих почву, разложение полотна проходило более интенсивно – 36,8 и 15,9% соответственно (табл. 3).

Микробиологическая активность почвы под зерновыми культурами была менее активна и составила 3,4-9,3%. Это объясняется тем, что при прямом посеве почва уплотняется и хуже, чем обработанная почва, пропускает влагу и тепло. При этом в прямом посеве большое количество питательных веществ расходуется на разложение растительных остатков, что снижает их доступность не только для растений, но и микроорганизмов, что сдерживает их развитие.



Таблица 3 – Микробиологическая активность слоя почвы 0-30 см в необрабатываемом химическом пару

Год	Время экспозиции, дней	Содержание влаги в слое почвы 0-30 см, мм	Разложение полотна, %	
			за весь период	за сутки
2018	74	8,13	20,2	0,3
	116	16,9	36,8	0,3
2019	67	26,6	11,2	0,2
	96	7,4	15,9	0,2
НСР ₀₅		-	0,43	-

В оба года исследований достоверно большую урожайность при прямом посеве обеспечил яровой ячмень, и в среднем она составила 1,45 т/га. Урожайность яровой пшеницы была существенно меньше – 1,13 т/га (табл. 4).

Таблица 4 – Урожайность полевых культур при прямом посеве

Культура	Год		Среднее
	2018	2019	
Пшеница яровая	1,21	1,05	1,13
Ячмень	1,60	1,30	1,45
Сафлор	0,80	1,00	0,90
НСР ₀₅	0,06	0,05	-

Более высокая урожайность ярового ячменя была обеспечена за счёт лучшей озёрнённости колоса и массы 1000 семян, которые были существенно больше, чем у яровой пшеницы (табл. 5).

Таблица 5 – Структура урожая полевых культур при прямом посеве

Культура	Растений шт/м ²		Зерен на 1 растении, шт.		Масса 1000 зерен, г	
	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.
Пшеница яровая	224	172	21	19	25,64	26,8
Ячмень	194	138	24	24	34,36	33,3
Сафлор	59	52	43	43	31,68	40,2

При одинаковой в годы исследований урожайности сафлора (0,8-1,0 т/га), урожайность горчицы (1,40 т/га) и ярового рыжика (0,60 т/га) в 2018 году, при высокой их закупочной стоимости, может быть экономически выгодной. Урожайность овса и нута (1,01 и 0,53 т/га), кукурузы (4,0) и подсолнечника (1,9 т/га) в условиях засушливого 2018 года также можно считать вполне приемлемой.

Самые большие затраты совокупной энергии на возделывание зерновых культур – при применении отвальной обработки почвы, проведение безотвальной и поверхностной обработок приводит к снижению затрат энергии, и самые низкие они при прямом посеве, где почва не обрабатывается (табл. 6).



Таблица 6 – Влияние способов обработки почвы и прямого посева на биоэнергетическую эффективность возделываемых культур

Культура	Обработка почвы	Урожайность, т/га	Валовой сбор энергии, МДж/га	Затраты совокупной энергии, МДж/га	КЭЭ
Яровой ячмень (2018-2019 гг.)	отвальная	1,60	30608	10814	2,83
	безотвальная	1,80	34434	10088	3,41
	поверхностная	1,40	26782	8967	2,98
	прямой посев	1,45	28260	7055	4,00
Яровая пшеница (2018 г.)	отвальная	0,70	13643	10435	1,31
	безотвальная	0,90	17541	9706	1,81
	поверхностная	0,50	9745	8595	1,14
	прямой посев	1,20	23388	6958	3,36
Озимая пшеница (2019 г.)	отвальная	2,10	34549	9167	3,76
	безотвальная	3,00	49355	8525	5,78
	поверхностная	3,00	49355	7467	6,60
	прямой посев	1,05	17274	7038	2,45
НСР ₀₅		0,05			0,13

Поэтому в среднем за 2 года исследований, несмотря на одинаковую с поверхностной обработкой и даже более низкую урожайность по отношению к отвальной и безотвальной обработкам, самый высокий коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ) возделывания ярового ячменя в системе прямого посева. Он составил 4,00, что достоверно больше, чем при других системах обработки почвы.

Яровая пшеница в 2018 году также существенно больший КЭЭ обеспечила при прямом посеве, что обусловлено ещё и самой высокой её урожайностью, достоверно превысившей таковую при отвальной, безотвальной и поверхностной обработках почвы. Озимая пшеница в 2019 году имела по прямому посеву самый низкий КЭЭ, что связано с получением существенно меньшей урожайности по сравнению с другими способами обработки почвы.

Заключение. На начальном этапе изучения технологии прямого посева получены положительные результаты по накоплению и сохранению продуктивной влаги в почве, предотвращению эрозийных процессов, сохранению устойчивости ее структуры. Микробиологическая активность почвы наблюдалась высокая, особенно в местах с равномерным покрытием растительными остатками, несмотря на неблагоприятные условия весенне-летнего периода вегетации. Коэффициент экономической эффективности ярового ячменя и яровой пшеницы по технологии прямого посева имел самые большие показатели, что свидетельствует о возможности получения высокой рентабельности производства продукции растениеводства по этой технологии уже в первые годы её применения. Вместе с тем, наряду с положительными результатами, выявлены недостатки, которые необходимо изучать и устранять.

Литература.

1. Региональная адаптивно-ландшафтная система земледелия Нижнего Поволжья / А.М. Беляков [и др.]. – Волгоград, 2012. 202 с.



2. Дридигер В.К. Ошибки при освоении технологии No-till //Земледелие. 2016. № 3. С. 5-9.
3. Дридигер В.К. Методические подходы к изучению систем земледелия без обработки почвы //Земледелие. 2014. № 7. С. 24-26.
4. Дридигер В.К., Кулинцев В.В., Стукалов Р.С., Гаджиумаров Р.Г. Динамика изменения агрофизических свойств почвы при возделывании полевых культур по технологии No-till //Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 5 (73). С. 35-38
5. Дридигер В.К. Технология No-till и допускаемые при её освоении ошибки //Сельскохозяйственный журнал. 2018. №1 (11). С. 11-22.
6. Селиванова В.Ю. Влагообеспеченность яровых культур в севообороте с различными обработками почвы в сухостепной зоне Нижнего Поволжья //Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1 (49). С. 154-161.
7. Солонкин А.В., Болдырь Д.А., Селиванова В.Ю. No-till – начало освоения в острозасушливых условиях Волгоградской области //Сельскохозяйственный журнал. 2019. № 3 (12). С. 31-37.
8. ГОСТ 28268-89. Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений. – М., 1990. 8 с.
9. Васильев И. П. Практикум по земледелию: Учебник. – М.: Колос, 2005. 423 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
11. Володин В.М., Еремина Р.Ф., Шестакова Л.П., Федорченко А.Е. Методика оценки эффективности систем земледелия на биоэнергетической основе. – М.: ВАСХНИЛ, 1989. 40 с.

Солонкин Андрей Валерьевич, доктор сельскохозяйственных наук, директор Нижне-Волжского НИИ сельского хозяйства – филиала ФНЦ агроэкологии РАН, Российская Федерация, 403013, Волгоградская область, Городищенский район, пос. Областной сельскохозяйственной опытной станции, ул. Центральная, 12. E-mail: nwniish@mail.ru

Болдырь Дмитрий Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории земледелия и защиты растений Нижне-Волжского НИИ сельского хозяйства – филиал ФНЦ агроэкологии РАН, Российская Федерация, 403013, Волгоградская область, Городищенский район, пос. Областной сельскохозяйственной опытной станции, ул. Центральная, 12. E-mail: nwniish@mail.ru

Селиванова Виктория Юрьевна, соискатель, научный сотрудник лаборатории земледелия и защиты растений Нижне-Волжского НИИ сельского хозяйства – филиал ФНЦ агроэкологии РАН, Российская Федерация, 403013, Волгоградская область, Городищенский район, пос. Областной сельскохозяйственной опытной станции, ул. Центральная, 12. E-mail: nwniish@mail.ru

Solonkin Andrey Valerievich, Doctor of Agricultural Sciences, Director of the Lower Volga Research Institute of Agriculture – branch of the Federal Scientific Center for Agroecology of RAS, Russian Federation. 403013, 12, Tsentralnaya st., settlement of the Regional agricultural experimental station, Gorodishchensky district, Volgograd region. E-mail: nwniish@mail.ru

Boldyr' Dmitry Aleksandrovich, Candidate of Agricultural Sciences, Senior researcher of the Laboratory for cultivation and protection of plants of the Lower Volga Agricultural Research Institute – branch of the Federal Scientific Center for Agroecology of RAS, Russian Federation. 403013, 12, Tsentralnaya st., settlement of the Regional Agricultural experimental station, Gorodishchensky district, Volgograd region. E-mail: nwniish@mail.ru

Selivanova Viktoria Yurievna, Applicant, Researcher of the Laboratory for agriculture and plant protection of the Lower Volga Research Institute of Agriculture – branch of the Federal Scientific Center for agroecology of RAS, Russian Federation, 403013, 12, Tsentralnaya st., settlement of the Regional agricultural experimental station, Gorodishchensky district, Volgograd region.



DOI: 10.25930/0372-3054/013.5.12.2019

УДК: 581.149: 631. 153.3: 631.51

**ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР ЗЕРНОПРОПАШНОГО
СЕВООБОРОТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ
ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА
ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОЙ ПОЛОСЫ**

В.И. Турусов, В.М. Гармашов

В почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧР наибольшая урожайность гороха получена при вспашке на глубину 25-27 см (2,15 т/га), на фоне с применением удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ при вспашке на глубину 20-22 и 25-27 см – 2,37 т/га. Применение мелкой безотвальной, поверхностной и нулевой обработок почвы под горох приводит к существенному снижению урожайности. Наиболее эффективной обработкой почвы под озимую пшеницу после гороха является поверхностная на глубину 6-8 см.

Максимальная урожайность зерна кукурузы была получена при вспашке на глубину 25-27 см – 5,90 т/га, независимо от фона удобренности – 6,16 т/га. Применение безотвальной, поверхностной и нулевой обработок почвы под кукурузу приводит к снижению урожайности культуры по сравнению с контролем (5,78 т/га) на 0,70-1,13 т/га, или 12,1-19,5%, при нулевой обработке – на 3,84 т/га, или 66,4%. Наибольшая прибавка зерна кукурузы от внесения $N_{60}P_{60}K_{60}$ (0,58 и 0,57 т/га) была получена при вспашке на глубину 20-22 см в комбинированной и разнотравной отвальной системах обработки почвы в севообороте.

Наибольшая урожайность ячменя получена при вспашке на глубину 25-27 см. Применение безотвальной, поверхностной и нулевой обработок почвы под ячмень приводит к снижению урожайности ячменя по сравнению с контролем на 0,14-0,24 т/га, или 5,8-18,5%, при нулевой обработке – 1,20 т/га, или 49,4%.

В наибольшей степени урожайность ячменя зависит от содержания нитратного азота в почве. Коэффициент корреляции в период кущения по слою 0-40 см составляет $r=0,94$, в период колошения – $r=0,68$, в период созревания – $r=0,69$. При этом наиболее значимые зависимости отмечаются по обеспеченности азотом слоя 10-20 см: $r=0,81$ в период кущения, $r=0,67$ в период колошения и $r=0,77$ в период созревания.

Неэквивалентное соотношение сэкономленной энергии при минимизации обработки почвы (1,7-4,3 ГДж/га) и недополученной с аккумулятивной обработкой энергии в урожае (10,6-17,1 ГДж/га) и до 58,1 ГДж/га при нулевой обработке не приводит к росту коэффициента энергетической эффективности при выращивании сельскохозяйственных культур с использованием минимизации обработки почвы. По нулевой обработке почвы затраты техногенной энергии на 1 га посева снижаются на 37,1% при снижении выхода энергии с урожаем кукурузы на 66,4%, на фоне с применением удобрений соответственно на 29,3 и 64,7% по сравнению с контролем, вспашкой на глубину 20-22 см.

Ключевые слова: обработка почвы, севооборот, биологические особенности культур, урожайность, энергетическая эффективность



**PRODUCTIVITY OF A GRAIN HOED CROP ROTATION UNDER
DIFFERENT METHODS OF TILLAGE IN THE CONDITIONS OF THE
SOUTH-EAST OF THE CENTRAL CHERNOZEM ZONE**

V.I. Turusov, V.M. Garmashov

In the soil and climatic conditions of the South-East in the CCR, the highest yield of peas was obtained when plowing to a depth of 25-27 cm (2,15 tons/hectare), against the background with the use of $N_{60}R_{60}K_{60}$ fertilizers when plowing to a depth of 20-22 and 25-27 cm, we harvested 2,37 tons/hectare. The most effective tillage for winter wheat after peas is surface tillage to a depth of 6-8 cm.

The maximum yield of corn grain was obtained when plowing to a depth of 25-27 cm (5,90 tons/hectare), regardless of the fertilization background we obtained 6,16 tons/hectare. The use of subsoil, surface and zero tillage for corn leads to a decrease in crop yield compared to the control (5,78 tons/hectare) by 0,70-1,13 tons/hectare, or 12,1-19,5%, with zero tillage by 3,84 tons/hectare, or 66,4%. The greatest increase in corn grain from the application of $N_{60}P_{60}K_{60}$ (0,58 and 0,57 tons/hectare) was obtained by plowing to a depth of 20-22 cm in the combined and multi-depth moldboard systems of tillage in the crop rotation.

The highest yield of barley was obtained when plowing to a depth of 25-27 cm. The use of subsoil surface and zero tillage for barley leads to a decrease in barley yield compared to the control by 0,14-0,24 tons/hectare, or 5,8-18,5%, with zero treatment the reduction is 1,20 tons/hectare, or 49,4%.

To the greatest extent, the yield of barley depends on the content of nitrate nitrogen in the soil. The correlation coefficient during the tillering on a layer of 0-40 cm is $r=0,94$, during the earing it is $r=0,68$, during the ripening it is $r=0,69$. At the same time, the most significant dependences are noted for the nitrogen supply of the 10-20 cm layer: $r=0,81$ during the tillering, $r=0,67$ during the earing and $r=0,77$ during the ripening period.

Not equivalent ratio of the energy saved by minimizing tillage (1,7 and 4,3 GJ/hectare) and less than accumulated energy in the crop (10,6-17,1 GJ/hectare) and to 58,1 GJ/hectare for zero tillage does not lead to higher energy efficiency ratio when growing crops using minimized tillage. According to zero tillage, the cost of technogenic energy per hectare of sowing is reduced by 37,1% with a decrease in energy yield with the corn harvest by 66,4%, against the background of fertilizers application by 29,3 and 64,7%, respectively, compared with the control, plowing to a depth of 20-22 cm.

Key word: tillage, crop rotation, biological characteristics of crops, yield, energy efficiency

Введение. Обработка почвы является фундаментальным звеном системы земледелия, определяя агрофизические и агрохимические свойства почвы, ее биологическую активность, эффективность средств интенсификации, продуктивность культур и севооборотов. Наряду с этим она составляет значительную часть энергетических и трудовых затрат в земледелии при производстве сельскохозяйственной продукции [1-5].

В настоящее время, в связи с ростом научно-технического прогресса, химизацией сельскохозяйственного производства, постоянный рост цен энергоносителей определяет более высокую востребованность минимизации обработки почвы. Однако, как показывает практика, применение минимальных обработок в различных почвенно-климатических условиях распространения черноземных почв и под культуры с различными биологическими особенностями часто приводит к противоречивым результатам как по отношению к урожайности, так и к показателям почвенного плодородия [6-9].



Переход на ландшафтные принципы ведения земледелия также требует усиления адресности и более дифференцированного подхода в выборе способов и систем обработки почвы. Все это обуславливает необходимость расширения и углубления исследований в поиске наиболее оптимальных способов и систем обработки почвы в современном земледелии региона.

Цель исследований – разработать наиболее эффективные, менее затратные приемы основной обработки почвы для адаптивно-ландшафтных систем земледелия Центрального Черноземья, обеспечивающие стабильно высокую урожайность выращиваемых культур, сохранение почвенного плодородия и экологическую устойчивость агроландшафтов.

Условия, материалы и методы. Исследования по изучению влияния различных способов основной обработки почвы на плодородие чернозема обыкновенного и разработка наиболее эффективных приемов и систем основной обработки почвы в адаптивно-ландшафтных системах земледелия Центрального Черноземья, обеспечивающих сохранение плодородия черноземов и повышение урожайности сельскохозяйственных культур, проведены в 2014-2019 гг. на стационарных полях отдела адаптивно-ландшафтного земледелия ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева».

Объектом исследований является чернозем обыкновенный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый с благоприятными физико-химическими и агрохимическими показателями, со следующей агрохимической характеристикой (табл. 1).

Таблица 1 – Агрохимические показатели почвы опытного участка

Слой почвы, см	Гумус, %	Общий			Азот гидролизный, мг/кг	Сумма поглощенных оснований, мг/100 г	Гидролитическая кислотность, мг-экв./100 г	рН солевое
		азот, %	фосфор, %	калий, %				
0-10	6,69	0,409	0,212	1,85	63,3	62,81	0,78	6,88
10-20	6,52	0,314	0,207	1,82	60,2	66,10	0,55	7,02
20-30	6,22	0,314	0,205	1,89	60,2	70,40	0,39	7,07
0-30	6,48	0,346	0,208	1,85	61,2	66,44	0,57	6,99

Схема стационарного опыта: вспашка на глубину 20-22 см (контроль); вспашка на глубину 25-27 см; вспашка на глубину 14-16 см; безотвальная обработка почвы на глубину 14-16 см; комбинированная обработка почвы в севообороте (четыре вспашки на глубину 20-22 см; две безотвальные – на 20-22 см; две поверхностные – 6-8 см); разнотравно-отвальная система обработки почвы в севообороте (диапазон глубин от 6-8 до 20-22 см); разнотравно-безотвальная система обработки почвы в севообороте (диапазон глубин 6-8 – 20-22 см); минимальная система обработки почвы в севообороте (безотвальная обработка на глубину 6-8 см – КПЭ-3,8); нулевая обработка почвы – почва не обрабатывается.

Обработки почвы изучаются на удобренном (NPK по 60 кг/га под все культуры севооборота) и неудобренном фонах. Гербициды применяются фоном на всех культурах севооборота. В систему обработки почвы на всех вариантах, за исключением 9 варианта (без обработки почвы – прямой посев), кроме основной обработки, входят приемы допосевной и послепосевной обработок, рекомендованные в зоне. Прямой посев производится по аналогии технологии прямого посева. На вариантах с нулевой обработкой после уборки предшественника применяли гербицид Торнадо 500, ВР с нормой внесения 2,5 л/га.



Опыт заложен в трехкратной повторности. Размещение повторений и делянок систематическое. Делянки первого порядка (обработка почвы) – 65 м × 6 м, площадь 390 м². Делянки второго порядка (удобрение) – 20 м × 6 м, площадь 120 м². Учетная площадь делянки – 80 м² (20 м × 4 м).

Системы обработки почвы изучаются в зернопропашном севообороте: горох – озимая пшеница (пожнивню посев горчицы) – кукуруза на зерно – ячмень – однолетние травы – озимая пшеница – подсолнечник – ячмень. Стационар заложен тремя полями севооборота. Исследования по каждой культуре проводятся в течение трёх лет. В 2014-2016 гг. исследования велись по гороху сорта Таловский 70, в 2015-2017 гг. – по озимой пшенице (сорт Черноземка 115), в 2016-2018 гг. – по кукурузе (гибрид Докучаевский 250), в 2018-2019 гг. – по ячменю сорта Таловский 9.

Исследования проводятся согласно методикам, принятым в опытах по общему земледелию и растениеводству, и в практике лабораторных работ [10-12]. Для обработки экспериментальных данных использовали программное обеспечение ПК.

Агрометеорологические условия в годы исследований были контрастными в течение вегетации, а в среднем за вегетационный период в основном близкими к типичным для юго-востока ЦЧЗ. В 2014 г., на фоне хороших весенних запасов влаги, ГТК в мае составил 0,5, июне – 2,5, июле – 0,1, августе – 0,74, в среднем за вегетационные периоды – 0,87. Вегетационный период 2015 г. был влажным и теплым (ГТК в мае – 1,1, июне – 2,6, июле – 1,2), в 2016 г. – засушливым во второй половине вегетации (ГТК за май – 1,2, июнь – 1,4, июль – 0,3), что негативно сказалось на наливе зерна. Весьма благоприятным по температурному режиму и влагообеспеченности был 2017 г. (ГТК в мае – 1,2, июне – 1,1, июле – 0,9), в среднем за вегетационный период 1,1, что положительно отразилось на урожайности культур.

Вегетационный период 2018 года складывался неблагоприятно для вегетации яровых культур. Май, июнь и август были жаркими и засушливыми. ГТК в мае составил 0,37, июне – 0,16, августе – 0,20. Обильно влажным и теплым выдался июль, когда в третьей декаде выпало почти две месячные нормы осадков, и ГТК в июле составил 2,0.

Вегетация ячменя в 2019 году проходила при повышенном температурном режиме и в большинстве случаев недостаточном увлажнении. ГТК в мае составил 0,77, июне – 0,53, июле – 1,8, в среднем за май-июль – 1,03, что привело к ускоренному прохождению фенологических фаз, ухудшению условий формирования и налива зерна и, соответственно, урожайности ячменя. В целом, в годы проведения исследований (2014-2019) метеорологические условия охватывали весь спектр климатических условий зоны и были близки к среднеклиматическим показателям.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты изучения изменения агрофизических, биологических и агрохимических свойств чернозема обыкновенного под воздействием различных приемов обработки почвы описаны в ранее опубликованных работах [4, 9, 13, 14]. В этой работе мы остановимся на влиянии различных способов и приемов обработки почвы на продуктивность сельскохозяйственных культур, так как урожайность сельскохозяйственных культур и качество продукции являются результирующими показателями всех факторов почвенного плодородия и складывающихся погодных условий, а также главным критерием оценки эффективности агротехнических приемов.

Получение высоких и устойчивых урожаев и наибольшей эффективности от средств интенсификации возможно лишь при создании наиболее благоприятных усло-



вий для роста и развития выращиваемых культур. С другой стороны, при этом весьма важна проблема сохранения и воспроизводства плодородия почвы.

В опыте по поиску приемов минимизации обработки почвы урожайность гороха (главный эффект) значительно изменялась по годам проведения исследований. В засушливом 2014 году (ГТК=0,76) и 2016, чрезмерно влажном в начале вегетации и засушливом во второй половине, она была незначительной. В 2014 году находилась в пределах от 1,48 т/га при вспашке на глубину 20-22 см до 0,89 т/га при нулевой обработке почвы. В 2016 году от 1,54 т/га при вспашке на глубину 20-22 см в комбинированной системе обработки почвы в севообороте до 0,87 т/га при нулевой обработке почвы.

Наиболее благоприятным для выращивания гороха сложился 2015 год (ГТК=1,33). Урожайность гороха по изучаемым обработкам почвы находилась в пределах от 3,82 т/га при вспашке на глубину 14-16 см до 2,46 т/га при нулевой обработке почвы.

В среднем за три года наибольшая урожайность гороха получена при вспашке на глубину 25-27 см – 2,15 т/га, на фоне с применением удобрений при вспашке на глубину 20-22 см и 25-27 см – 2,37 т/га (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность культур севооборота при различных способах, глубине и системах основной обработки почвы в севообороте, т/га

Система обработки почвы			Горох, 2014- 2016 гг.	Озимая пшеница, 2015-2017 гг.	Кукуруза на зерно, 2016-2018 гг.	Ячмень, 2018-2019 гг.
Вспашка на 20-22 см (контроль)		а*	2,09	4,21	5,78	1,65
		б	2,37	4,92	6,19	3,20
Вспашка на 25-27 см		а	2,15	4,48	5,90	1,70
		б	2,37	5,09	6,42	3,21
Вспашка на 14-16 см		а	2,12	4,34	5,58	1,64
		б	2,22	4,90	5,87	3,17
Безотвальная на 14-16 см		а	1,88	4,26	5,08	1,55
		б	2,10	5,34	5,54	3,04
Комбинированная в севообороте		а	1,99	4,47	5,69	1,64
		б	2,25	5,06	6,27	3,25
Отвальная разноглубинная		а	2,12	4,48	5,65	1,55
		б	2,29	5,06	6,22	3,05
Безотвальная разноглубинная		а	1,87	4,34	4,97	1,44
		б	1,94	5,10	5,48	2,95
Поверхностная КПЭ-3,8 на 6-8 см		а	1,88	4,36	4,65	1,31
		б	2,02	5,32	5,16	2,65
Нулевая		а	1,45	3,40	1,94	0,87
		б	1,37	3,83	2,19	1,59
НСР ₀₅	обработка	частный эффект	0,31	0,40	0,79	0,29
		главный эффект	0,22	0,28	0,56	0,21
	удобрение	частный эффект	0,21	0,78	0,37	0,29
		главный эффект	0,07	0,26	0,12	0,13

Примечание: *а – без удобрений; б – N₆₀P₆₀K₆₀



Применение мелкой безотвальной и поверхностной обработок почвы под горох приводит к достоверному снижению урожайности на 0,24-0,33 т/га. Минимальная урожайность гороха получена при нулевой обработке почвы и на удобренном фоне составила 1,45 т/га, без удобрений – 1,37 т/га.

Уменьшение глубины в отвальной системе обработки почвы (вспашка на глубину 14-16 см) в наименьшей степени привело к снижению урожайности гороха. Урожайность гороха снизилась на 0,06 т/га по сравнению с контролем.

В почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧЗ наибольшая урожайность гороха отмечена при вспашке на глубину от 14-16 см до 25-27 см, а прибавка от удобрений (0,28 т/га) при вспашке на глубину 20-22 см, когда при основной обработке формируется гомогенный по биологической активности слой и гранулы минеральных удобрений равномерно распределяются в толще обрабатываемого слоя.

Безотвальные приемы, поверхностная и нулевая обработки почвы, обеспечивающие поверхностное сосредоточение используемых минеральных удобрений, снижают эффективность их применения, хотя во влажные годы эффективность минеральных удобрений мало изменяется в зависимости от способа обработки почвы.

Озимая пшеница является культурой, слабо реагирующей на приемы и способы обработки почвы ввиду свойственной ей биологии развития. Различные приемы поверхностной обработки почвы в различных системах обработки в севообороте значительного влияния на урожайность культуры не оказали, но повлияли на качество зерна. Урожайность озимой пшеницы по различным обработкам почвы находилась в пределах 4,21-4,48 т/га, при НСР₀₅=0,40 т/га, на фоне с применением удобрений N₆₀P₆₀K₆₀ под основную обработку – 4,90-5,34 т/га, при НСР₀₅=0,78 т/га (табл. 2). Только применение нулевой обработки почвы привело к существенному снижению урожайности по сравнению с контрольным вариантом, дисковая обработка на глубину 6-8 см в системе отвальной обработки на глубину 20-22 см – на 0,81 т/га, или 19,2%, с применением удобрений – на 1,09 т/га, или на 22,1%.

Наибольшая урожайность озимой пшеницы получена при отвальной на глубину 25-27 см и разноглубинной отвальной системах обработки почвы в севообороте и дисковании на глубину 6-8 см непосредственно под озимую пшеницу – 4,48 т/га. С применением N₆₀P₆₀K₆₀ при безотвальной системе обработки почвы в севообороте и непосредственно под пшеницу КПЭ-3,8 на 6-8 см – 5,34 т/га, но разница (0,42 т/га) с урожайностью на контрольном варианте не превышала ошибки опыта.

В зависимости от агрометеорологических условий года проведения исследований урожайность кукурузы на зерно изменялась в 2016 году от 6,24 до 5,23 т/га по обработкам почвы, по нулевой обработке она составляла 0,53 т/га. В 2017 году изменялась от 5,93 до 5,06 т/га, при урожайности по нулевой обработке – 2,52 т/га. В 2018 году от 5,55 т/га при вспашке на глубину 25-27 см до 3,67 т/га при поверхностной обработке, при прямом посеве она составила 2,76 т/га.

В среднем за три года наибольшая урожайность зерна кукурузы получена при вспашке на 25-27 см – 5,90 т/га, независимо от фона удобренности – 6,16 т/га (табл. 2). Применение безотвальной поверхностной и нулевой обработок почвы под эту культуру привело к снижению урожайности по сравнению с контролем (5,78 т/га) на 0,70-1,13 т/га, или 12,1-19,5%, при нулевой обработке – на 3,84 т/га, или 66,4%. Статистически доказуемое снижение урожайности кукурузы на зерно отмечалось при безотвальной на глубину 20-22 см, поверхностной и нулевой обработках почвы, аналогично и при применении удобрений N₆₀P₆₀K₆₀ д.в./га.



Наибольшая прибавка зерна кукурузы от внесения $N_{60}P_{60}K_{60}$ (0,58 и 0,57 т/га) была получена при вспашке на глубину 20-22 см в комбинированной и разноглубинной отвальной системах обработки почвы в севообороте. Применение безотвальной поверхностной обработки привело к снижению урожайности ячменя на 0,14-0,24 т/га, или 5,8-18,5%, при нулевой обработке – на 1,20 т/га, или 49,4%.

При применении удобрений наибольшая урожайность ячменя получена при вспашке на глубину 20-22 см в комбинированной системе обработки почвы в севообороте – 3,25 т/га, здесь же получена и наибольшая прибавка урожая от внесения удобрений – 1,61 т/га, при $НСР_{05}=0,13$ т/га.

Статистическая обработка данных урожайности ячменя и содержания элементов минерального питания в почве в течение вегетационного периода показала, что в наибольшей степени урожайность ячменя зависит от содержания нитратного азота в почве. Коэффициент корреляции (r) в период кушения по слою 0-40 см составляет 0,94, в период колошения – 0,68, в период созревания – 0,69. При этом наиболее значимые зависимости отмечаются по обеспеченности азотом слоя 10-20 см в период кушения – $r=0,81$, во время колошения $r=0,67$ и во время созревания $r=0,77$.

С обеспеченностью почвы подвижным фосфором урожайность ячменя имеет обратную зависимость при достаточно высокой тесноте связи: по слою 0-20 см $r=-0,36-0,58$, по слою 0-40 см $r=-0,066-0,54$.

Влияние содержания и распределения подвижного калия в профиле почвы на урожайность ячменя усиливалось от начала вегетации к её окончанию. Наибольшая зависимость урожайности ячменя от обеспеченности почвы калием отмечалась в конце вегетации по слою 20-40 см.

Установленные корреляционные отношения свидетельствуют, что в почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧР наиболее эффективно формирование обрабатываемого слоя почвы при выращивании ячменя с наибольшим содержанием элементов питания в слое почвы 10-20 см.

Наряду с традиционными методами оценки эффективности агротехнических приемов и производства сельскохозяйственной продукции, важное значение имеет метод энергетической оценки, учитывающий количество энергии, затраченной на производство продукции и аккумулированной в ней. Он позволяет сравнить различные технологии, определить структуру потоков энергии в агротехнологиях и выявить главные резервы экономии технической энергии в земледелии.

Расчет биоэнергетической эффективности на примере возделывания кукурузы на зерно при различных приемах основной обработки почвы показал, что наибольший выход энергии с 1 га пашни получен при отвальной обработке почвы на глубину 25-27 см – 89,3 ГДж/га. На контрольном варианте (вспашке на глубину 20-22 см) он составил 87,5 ГДж/га. На фоне с применением удобрений он был максимальным при вспашке на глубину 25-27 см – 97,2 ГДж/га (табл. 3).

Уменьшение глубины отвальной обработки почвы до 14-16 см хотя и привело к снижению урожайности кукурузы и выходу энергии с 1 га пашни, но снизило и энергетические затраты на 11,2% (10,3 ГДж/га). Соответственно по этой обработке получен наибольший коэффициент энергетической эффективности – 8,21. В сочетании с применением удобрений энергетическая эффективность выращивания кукурузы на зерно по этой обработке по выходу энергии была ниже, чем при вспашке на глубину 20-22 см (контроль) на 5,5%, но в связи со снижением энергетических затрат также был получен



наибольший коэффициент энергетической эффективности – 6,52, при значении по вспашке на глубину 20-22 см – 6,25.

Таблица 3 – Биоэнергетическая эффективность возделывания кукурузы при различных приемах основной обработки почвы (2016-2018 гг.)

Система обработки почвы	Фон	Урожайность, т/га	Выход энергии с урожаем, ГДж/га	Затраты техногенной энергии, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности (Кээ)
Вспашка на 20-22 см	а*	5,78	87,5	11,6	7,52
	б	6,19	94,0	15,0	6,25
Вспашка на 25-27 см	а	5,90	89,3	12,1	7,37
	б	6,42	97,2	15,5	6,29
Вспашка на 14-16 см	а	5,58	84,5	10,3	8,21
	б	5,87	88,8	13,6	6,52
Безотвальная на 14-16 см	а	5,08	76,9	9,90	7,80
	б	5,54	83,8	13,3	6,33
Безотвальная на 20-22 см	а	4,97	75,2	10,2	7,28
	б	5,48	82,9	13,7	6,06
Поверхностная на 6-8 см	а	4,65	70,4	9,7	7,27
	б	5,16	78,1	13,0	6,00
Нулевая обработка	а	1,94	29,4	7,30	4,03
	б	2,19	33,2	10,6	3,12

Примечание: *а – без удобрений; б – N₆₀P₆₀K₆₀

Применение безотвальной обработки на глубину 20-22 см и мелкой на глубину 14-16 см, при снижении энергетических затрат на обработку почвы, привело и к снижению выхода энергии с 1 га посева и, соответственно, снижению энергетической эффективности выращивания кукурузы. Коэффициент энергетической эффективности при этом составил при мелкой безотвальной обработке 7,80, на фоне с применением удобрений – 6,33. При безотвальной обработке почвы на глубину 20-22 см эти показатели составили 7,28 и 6,06, при значении по вспашке на глубину 20-22 см 7,52 и 6,25 соответственно фонов удобренности.

Поверхностная и нулевая обработки почвы, в связи со снижением урожайности кукурузы на зерно и соответственно выхода энергии с 1 га пашни, также привели к снижению энергетической эффективности выращивания кукурузы. При поверхностной обработке почвы при снижении энергетических затрат на обработку сохраняется довольно высокий выход энергии – 70,4 ГДж/га, поэтому коэффициент энергетической эффективности составил 7,27 на фоне без применения удобрений и 6,00 при применении удобрений. Поверхностная обработка под кукурузу по энергетической эффективности была практически на уровне безотвальной на глубину 20-22 см.

Несмотря на отсутствие затрат на обработку почвы при прямом посеве, двукратное применение гербицида сплошного действия осенью после уборки предшественника и весной после посева кукурузы, а также значительное снижение урожайности зерна кукурузы на 1,94 т/га и на 2,19 т/га при применении удобрений привело к снижению энергетической эффективности выращивания кукурузы. Затраты техногенной энергии снизились на 37,1% при снижении выхода энергии с урожаем кукурузы на 66,4%, на фоне с применением удобрений соответственно на 29,3 и 64,7% по сравнению с кон-



тролем. В связи с этим при нулевой обработке был наименьший коэффициент энергетической эффективности – 4,03, при использовании удобрений – 3,12.

Заключение. В почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧЗ система обработки почвы в севообороте должна быть дифференцированной разноглубинной и строиться с учетом почвенно-рельефных условий и биологических особенностей выращиваемых культур, включающей отвальные приемы под пропашные и зернобобовые культуры, безотвальные и поверхностные – под озимые. Внедрение приемов минимизации при основной обработке почвы в полевых севооборотах юго-востока ЦЧР наиболее эффективно проводить под культуры, обеспечивающие урожайность не ниже, чем при традиционных приемах. Наиболее эффективна минимизация обработки почвы, вплоть до прямого посева под озимую пшеницу по зернобобовым предшественникам.

Литература

1. Саранин К.А., Старовойтов Н.А. Система обработки дерново-подзолистых почв в интенсивном земледелии //Ресурсосберегающие системы обработки почвы /Под ред. И.П. Макарова. – М., 1990. С. 20-32.
2. Кузыченко Ю.А. Научное обоснование эффективности систем основной обработки почвы под культуры полевых севооборотов на различных типах почв Центрального и Восточного Предкавказья: автореф. дисс. ...д-ра. наук: 06.01.01 /Кузыченко Юрий Алексеевич. – Ставрополь, 2014. 42 с.
3. Кулинцев В.В., Дридигер В.К. Эффективность использования пашни и урожайность полевых культур при возделывании по технологии прямого посева //Достижения науки и техники АПК. 2014. № 4. С. 16-18.
4. Турусов В.И., Гармашов В.М. Эффективность различных приемов и систем основной обработки почвы в звене севооборота горох-озимая пшеница в условиях юго-востока ЦЧР //Земледелие. 2018. № 4. С. 9-14.
5. Боронтов О.К., Косякин П.А., Манаенкова Е.Н. Влияние основной обработки почвы и удобрений на питательный режим и физические свойства почвы при возделывании сахарной свеклы //Земледелие. 2019. № 2. С. 33-35.
6. Воронцов В.А., Вислобокова Л.Н., Скорочкин Ю.П. Системы обработки почвы в Тамбовской области //Земледелие. 2012. № 7. С. 19-21.
7. Котлярова Е.Г., Лубенцов С.М. Экономическая и энергетическая эффективность возделывания гороха на зерно //Земледелие. № 8. С. 34-35.
8. Петрова Л.Н., Дридигер В.К., Кащаев Е.А. Влияние технологий возделывания сельскохозяйственных культур на содержание продуктивной влаги и плотность почвы в севообороте //Земледелие. 2015. № 5. С. 16-18.
9. Гармашов В.М. Плодородие чернозема обыкновенного и урожайность культур зернопропашного севооборота при различных способах обработки почвы. Мат. Междунар. науч.-практ. конф. Биологизация земледелия: перспективы и реальные возможности. 14-15 ноября 2019 г. Воронеж, 2019. С. 282-294.
10. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта /Изд. 5-е доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
12. Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию /Изд. 2-е доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.
13. Гармашов В.М., Турусов В.И., Гаврилова С.А. Изменение свойств чернозема обыкновенного при различных способах основной обработки //Земледелие. 2013. № 7. С. 12-14.
14. Гребенников А.М., Исаев В.А., Чевердин Ю.И., Гармашов В.М., Нужная Н.А., Корнилов И.М. Влияние способа основной обработки почвы на агрохимические свойства миграционно-



мицелярных легкоглинистых агрочерноземов юго-востока ЦЧЗ //Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 5. С. 23-27.

Турусов Виктор Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, директор Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева», 397463, Воронежская область, Таловский район, пос. 2-го участка института им. Докучаева, E-mail: niish1c@mai1.ru

Гармашов Владимир Михайлович, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий отделом адаптивно-ландшафтного земледелия, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева», 397463 Воронежская область, Таловский район, пос. 2-го участка института им. Докучаева, E-mail: niish1c@mai1.ru

Turusov Viktor Ivanovich, Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of Federal State Budgetary Scientific Institution "Research Institute of Agriculture of the Central Chernozem Zone named after V.V. Dokuchaev", 397463, village of the 2nd section of the Institute named after Dokuchaev, Talovsky district, Voronezh region, E-mail: niish1c@mai1.ru

Garmashov Vladimir Mikhailovich, Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of adaptive landscape agriculture, Federal State Budgetary Scientific Institution "Research Institute of Agriculture of the Central Chernozem Zone named after V.V. Dokuchaeva", 397463, village of the 2nd section of the Institute named after Dokuchaeva, Talovsky district, Voronezh region, E-mail: niish1c@mai1.ru



РЕЗОЛЮЦИЯ
Всероссийского координационного совещания
«Методология исследований по проблемам минимизации
обработки почвы и прямого посева»,
3-5 июля 2019 г., г. Михайловск, ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ

В современном земледелии проблема оптимизации систем обработки почвы имеет приоритетное значение. Глобальной ее тенденцией является минимизация вплоть до систем прямого посева. Тем самым в значительной мере решаются задачи сокращения энергетических затрат и экологизации сельского хозяйства за счет создания мульчи, предотвращающей деградацию почв подобно лесной подстилке или степному войлоку.

При всей сложности система No-till или ее элементы (прямой посев в комбинации с другими приемами обработки) получают все большее распространение в мире, в особенности в Канаде, Аргентине, США и других странах.

В последние годы резко возрос интерес к этой проблеме среди товаропроизводителей России, в основном заимствующих нулевые технологии и технику за рубежом. В настоящее время в Ростовской области сельскохозяйственные культуры без обработки почвы возделывают на площади 350 тыс. га, Ставропольском крае – 250, Волгоградской области – 200 тыс. га. Довольно широко эту технологию применяют в Поволжье, на Урале, Западной Сибири и других регионах РФ.

Производственный опыт применения этой технологии показал, что благодаря улучшению водного режима возможно при определенных условиях сокращение чистого пара, расширение набора полевых культур и существенное повышение продуктивности агроценозов.

Наряду с позитивными результатами отмечены неудачи и многие недостатки, связанные с уплотнением почв, снижением водопроницаемости, ухудшением фитосанитарной ситуации посевов и др. Для преодоления этих недостатков и дифференцированного освоения новых технологий необходимо адекватное научное обеспечение проблемы, которая должна рассматриваться как новый этап минимизации почвообработки. Для научного обоснования применения этих агроприемов необходимо провести соответствующие исследования в различных регионах страны, которые целесообразно координировать с целью ведения опытов по единой методологии и методикам, а полученные данные систематизировать и анализировать. Этой проблеме было посвящено Всероссийское координационное совещание, организованное Северо-Кавказским ФНАЦ.

В работе Всероссийского координационного совещания приняли участие учёные 20 научных центров, институтов и сельскохозяйственных вузов из 16 регионов РФ. Участники конференции посетили два хозяйства Ставропольского края, в одном из которых освоена рекомендованная научными учреждениями региона система земледелия с чистыми парами и обработкой почвы, другое 5 лет возделывает сельскохозяйственные культуры без обработки почвы (по технологии No-till). На пленарном заседании сделано 25 докладов и выступлений.

В докладах и выступлениях отмечен широкий спектр представлений о возможностях и перспективах оптимизации почвообработки, особенно No-till, – от чрезвычайно консервативных до весьма амбициозных.



Все выступающие отмечали, что в последнее время существенно ослабилась деятельность по координации научных исследований в области сельского хозяйства, а в отношении минимизации почвообработки она прекратилась значительно раньше. Между тем, новый этап минимизации обработки почвы с частичным или полным переходом к прямому посеву отличается значительно сложностью проблематики, включающей: обоснование гипотезы биологического саморыхления почвы; изучение влияния мульчи и лабильного органического вещества на структурное состояние, плотность почвы, температурный и водный режим, устойчивость к ветровой и водной эрозии; изучение закономерности сукцессий сорной растительности при нулевой системе обработки почвы и путей их регулирования с минимальным ущербом для почвенной биоты; разработку агропотребований к посевным комплексам и др. Для решения этих задач необходимо значительное расширение фундаментальных исследований биологических и физико-химических процессов в педоценозах, многофакторного полевого экспериментирования и моделирования.

Всероссийское координационное совещание считает:

1. Научные исследования по минимизации обработки почвы и прямому посеву считать приоритетными и проводить их в различных почвенных и климатических условиях Российской Федерации.
2. Для проведения исследований по единой методологии и методикам, анализа и систематизации полученных данных, подготовки и написания научно-практических рекомендаций по минимизации обработки почвы и прямому посеву проводить координацию исследований одним из ведущих научных учреждений страны по заданной теме.
3. Просить бюро отделения сельскохозяйственных наук РАН назначить координатором научных исследований по минимизации обработки почвы и прямому посеву в Российской Федерации ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр».
4. Сформировать состав Координационного совета по проведению научных исследований по минимизации обработки почвы и прямому посеву.
5. Просить бюро Отделения сельскохозяйственных наук РАН выделить программу исследований по минимизации обработки почвы и прямому посеву в комплексную программу научных исследований (КПНИ).
6. Координатору научных исследований ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» разработать комплексную программу научных исследований по проблеме минимизации обработки почвы и прямому посеву и доложить её на бюро отделения сельскохозяйственных наук РАН.
7. Просить министерство образования и науки РФ предусмотреть финансирование и материально-техническое обеспечение разработки проблемы в соответствии с Программой.
8. Просить руководство Отделения сельскохозяйственных наук РАН оказать содействие в организации НИР по фундаментальным аспектам проблемы, учитывая глобальное экологическое значение мульчирующих систем обработки почвы в сельскохозяйственном природопользовании.
9. Поручить ведущим НИИ по сельскому хозяйству обобщить результаты проведенных в России исследований, разработать концепцию и методологию развития исследований по проблеме минимизации обработки почвы и прямого посева.



РЕДАКЦИОННАЯ ПОЛИТИКА

Тематика журнала «Сельскохозяйственный журнал».

Научно-теоретический журнал имеет своей целью донесение до научной общественности и практических работников результатов оригинальных научно-исследовательских работ в различных областях аграрной науки, оказание помощи аспирантам и молодым ученым в публикации результатов исследования при подготовке ими диссертационных работ.

Этика научных публикаций. Редакция журнала «Сельскохозяйственный журнал» придерживается принятых международным сообществом принципов публикационной этики, отраженных, в частности, в рекомендациях Комитета по этике научных публикаций (Committee on Publication Ethics (COPE)), Руководстве по этике научных публикаций (Publishing Ethics Resource Kit) издательства Elsevier, Кодексе этики научных публикаций.

Принципы профессиональной этики в деятельности редактора и издателя. В своей деятельности редактор несет ответственность за обнародование авторских произведений, что накладывает необходимость следования следующим основополагающим принципам:

При принятии решения о публикации редактор научного журнала руководствуется достоверностью представления данных и научной значимостью рассматриваемой работы.

Редактор должен оценивать интеллектуальное содержание рукописей вне зависимости от расы, пола, сексуальной ориентации, религиозных взглядов, происхождения, гражданства, социального положения или политических предпочтений авторов.

Неопубликованные данные, полученные из представленных к рассмотрению рукописей, не должны использоваться для личных целей или передаваться третьим лицам без письменного согласия автора. Информация или идеи, полученные в ходе редактирования и связанные с возможными преимуществами, должны сохраняться конфиденциальными и не использоваться с целью получения личной выгоды.

Редактор не должен допускать к публикации информацию, если имеется достаточно оснований полагать, что она является плагиатом.

Редактор совместно с издателем не должны оставлять без ответа претензии, касающиеся рассмотренных рукописей или опубликованных материалов, а также при выявлении конфликтной ситуации принимать все необходимые меры для восстановления нарушенных прав.

Этические принципы в деятельности рецензента. Рецензент осуществляет научную экспертизу авторских материалов, вследствие чего его действия должны носить непредвзятый характер, заключающийся в выполнении следующих принципов:

Рукопись, полученная для рецензирования, должна рассматриваться как конфиденциальный документ, который нельзя передавать для ознакомления или обсуждения третьим лицам, не имеющим на то полномочий от редакции.

Рецензент обязан давать объективную и аргументированную оценку изложенным результатам исследования. Персональная критика автора неприемлема.

Неопубликованные данные, полученные из представленных к рассмотрению рукописей, не должны использоваться рецензентом для личных целей.

Рецензент, который не обладает, по его мнению, достаточной квалификацией для оценки рукописи либо не может быть объективным, например, в случае конфликта интересов с автором или организацией, должен сообщить об этом редактору с просьбой исключить его из процесса рецензирования данной рукописи.

Принципы, которыми должен руководствоваться автор научных публикаций. Автор (или коллектив авторов) осознает, что несет первоначальную ответственность за новизну и достоверность результатов научного исследования, что предполагает соблюдение следующих принципов:

Авторы статьи должны предоставлять достоверные результаты проведенных исследований. Заведомо ошибочные или сфальсифицированные утверждения неприемлемы.

Авторы должны гарантировать, что результаты исследования, изложенные в предоставленной рукописи, полностью оригинальны. Заимствованные фрагменты или утверждения



должны быть оформлены с обязательным указанием автора и первоисточника. Чрезмерные заимствования, а также плагиат в любых формах, включая неоформленные цитаты, перефразирование или присвоение прав на результаты чужих исследований, неэтичны и неприемлемы.

Необходимо признавать вклад всех лиц, так или иначе повлиявших на ход исследования, в частности, в статье должны быть представлены ссылки на работы, которые имели значение при проведении исследования.

Авторы не должны предоставлять в журнал рукопись, которая была отправлена в другой журнал и находится на рассмотрении, а также статью, уже опубликованную в другом журнале.

Соавторами статьи должны быть указаны все лица, внесшие существенный вклад в проведение исследования. Среди соавторов недопустимо указывать лица, не участвовавшие в исследовании.

Если автор обнаружит существенные ошибки или неточности в статье на этапе ее рассмотрения или после ее опубликования, он должен как можно скорее уведомить об этом редакцию журнала.

Правила рецензирования рукописей научных статей.

Статьи принимаются к рассмотрению при строгом соблюдении требований, предъявляемых к публикуемым материалам. После получения статьи ответственный секретарь делает запись в журнале регистрации и проверяет статью на соблюдение требований по оформлению. Ответственный секретарь в течение 7 дней уведомляет авторов о поступлении статьи по электронной почте и о соответствии оформления статьи установленным требованиям. В случае, если статья оформлена не в соответствии с требованиями, то в течение 7 дней она отправляется авторам для переоформления, о чем делается запись в журнале. Рецензирование является обязательной процедурой для статей, публикуемых в Журнале. Рецензирование осуществляется членами редакционной коллегии. В отдельных случаях для рецензии могут привлекаться ученые, имеющие более узкую специализацию по профилю рассматриваемой статьи, которые могут быть как из числа сотрудников Центра, так и сторонних организаций. Срок рецензирования составляет 1 месяц. В рецензии освещаются следующие вопросы: актуальность; соответствует ли содержание статьи заявленной в названии теме; научная новизна публикуемых результатов; практическая значимость результатов исследования; доступна ли статья читателям, на которых она рассчитана, с точки зрения языка, стиля, расположения материала, наглядности таблиц, рисунков и формул; целесообразна ли публикация статьи с учетом ранее выпущенной по данному вопросу литературы; какие исправления и дополнения должны быть внесены автором; рецензент выносит заключение о возможности опубликования: «рекомендуется», «рекомендуется с учетом исправления отмеченных недостатков» или «не рекомендуется». Рецензии на поступившие материалы отправляются авторам по электронной почте. В случае отклонения статьи от публикации Редакционная коллегия направляет автору мотивированный отказ. Статья, не рекомендованная рецензентом к публикации, к повторному рассмотрению не принимается. Оригиналы рецензий хранятся в Редакционной коллегии и редакции Журнала в течение 5 лет.

Правила направления на рецензию и опубликования научных статей.

После получения статьи ответственный секретарь делает запись в журнале регистрации и проверяет статью на соблюдение требований по оформлению. Ответственный секретарь в течение 7 дней уведомляет авторов о поступлении статьи по электронной почте и о соответствии оформления статьи установленным требованиям. В случае если статья оформлена не в соответствии с требованиями, то в течение 7 дней она отправляется авторам для переоформления, о чем делается запись в журнале. Рецензирование является обязательной процедурой для статей, публикуемых в Журнале. Рецензирование осуществляется членами редакционной коллегии. В отдельных случаях для рецензии могут привлекаться ученые, имеющие более узкую специализацию по профилю рассматриваемой статьи, которые могут быть как из числа сотрудников Центра, так и сторонних организаций. Рецензии на поступившие материалы регистрируются в журнале секретарем, а затем отправляются авторам по электронной почте. В случае отклонения статьи от публикации Редакционная коллегия направляет автору мотивированный



отказ. Статья, не рекомендованная рецензентом к публикации, к повторному рассмотрению не принимается и назад авторам не высылается. Наличие положительной рецензии не является достаточным основанием для публикации статьи. Окончательное решение о целесообразности публикации принимается Редакционной коллегией. После принятия Редакционной коллегией решения о допуске статьи к публикации ответственный секретарь информирует об этом автора и указывает сроки публикации. При формировании очередного номера журнала предпочтение отдается статьям, в которых изложены результаты исследований, наиболее важные для аграрной науки и производства. Также редакция старается как можно быстрее опубликовать материалы исследований, изложенные в статьях аспирантов и докторантов.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ РУКОПИСЕЙ В «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ»

В журнале публикуются обзорные, проблемные, оригинальные экспериментальные и методические работы по генетике и селекции сельскохозяйственных растений и животных, защите их от вредителей и болезней, технологии производства продуктов животноводства и растениеводства, кормопроизводству и кормлению сельскохозяйственных животных, представляющие интерес для сельского хозяйства.

Авторами публикации могут быть лица, принявшие непосредственное участие в выполнении исследований и написании представленной работы. Они несут персональную ответственность за достоверность материалов (данные за 2-3 года, соответствие статистическим критериям и т.д.), правильное цитирование источников и ссылок на них.

Уровень оригинальности статьи должен быть не менее 70%. Допускается использование материалов защищенных диссертационных работ, однако уровень оригинальности статьи в целом также не должен быть ниже 70%.

Фамилия одного автора в каждом выпуске должна фигурировать не более 2-х раз.

Рукопись должна быть подписана авторами и иметь заверенное печатью направление от учреждения, в котором выполнена работа, подтверждающее, что материалы публикуются впервые. Кроме того, все авторы должны представить справку (от каждого научного учреждения, в котором выполнялось исследование) (приложение 1 и 2). Рукопись вместе с комплектом документов представляется в редакцию в электронном виде (направление и авторская справка - в виде графической копии в формате pdf) на электронный адрес rogodaev_1954@mail.ru. При необходимости направить какие-либо документы в редакцию почтовым отправлением.

Обязательным условием публикации является наличие рецензии ведущего учёного по соответствующей специальности, доктора или кандидата наук, подпись которого должна быть заверена.

Статьи представляются тщательно отредактированными, набранными в программе Word for Windows при формате листа А4.

На первой странице статьи полужирным шрифтом указываются: в первой строке, в левом углу – УДК, через интервал во второй строке по центру – название статьи (прописными буквами); через интервал по центру - ФИО авторов. После названия статьи через строку даётся реферат (объемом 200-250 слов) к статье на русском языке, через интервал – ключевые слова на русском языке. Далее через интервал располагается название статьи на английском языке, через интервал ниже авторы (по центру), далее реферат на английском языке, затем, через интервал – ключевые слова на английском языке.

Затем через строку приводится основной текст статьи.

В статье должны быть обязательно освещены разделы: введение, в котором раскрывается актуальность рассматриваемого вопроса или проблемы; материал и методы исследования; результаты и их обсуждение (желательно с приведением количественных данных); заключение или выводы (четко сформулированные); литература (не более 10 источников). Ссылка на литературные источники отмечается порядковой цифрой в квадратных скобках, например [1,..., 4],



в порядке упоминания в тексте. Выводы или заключение располагаются через строчку от основного текста статьи. Через строку от выводов располагается список литературы, оформленный согласно ГОСТ Р 7.05 – 2008.

Объем обзорных и проблемных статей, включая список литературы, не должен превышать 10 стр., экспериментальных – 6-8 страниц компьютерного текста.

После литературы через интервал - сведения об авторах (с указанием места работы и контактных данных) размещаются в самом конце статьи (кегель № 11).

Направленная в редакцию статья должна иметь верхнее и нижнее поля – по 20 мм., левое – 25 мм, правое – 25 мм. Шрифт – Times New Roman, размер кегля 14, межстрочный интервал – полуторный. Абзац автоматический.

Не набирать в формульном редакторе нижний и верхний регистр и иностранные буквы, которые идут в тексте, а только формулы.

В таблицах выравнивать текст. Номер и название таблицы располагать над таблицей в одну строку. Не представлять таблицы в альбомном формате.

Статья представляется в электронном виде и на бумажном носителе (иллюстрации к статье – дополнительно в формате JPG, JPEG).

Поступившие в редакцию материалы авторам не возвращаются. Редакция оставляет за собой право на воспроизведение поданных авторами материалов (опубликование, тиражирование) без ограничения тиража экземпляров.

Аспиранты публикации не оплачивают.

Экземпляр журнала с опубликованной статьей авторам не высылается. Гонорар не выплачивается. Рукописи не возвращаются.

По требованию ВАК электронные копии статей, опубликованных в журнале, размещаются в базе данных Научной электронной библиотеки elibrary.ru (для присвоения Российского индекса научного цитирования). В этой связи согласие автора на публикацию статьи в журнале будет считаться согласием на размещение её электронной копии в электронной библиотеке.

Требования к реферату.

1. Объем реферата должен составлять 1000-2000 знаков (200-250 слов).
2. Название статьи в начале реферата не повторяется.
3. Реферат не разбивается на абзацы и излагается одним сплошным текстом.
4. Структура реферата должна кратко отражать структуру статьи и в обязательном порядке содержать: вводную часть; место проведения исследований; результаты исследования.
 - 4.1. Вводная часть по объёму должна быть минимальна.
 - 4.2. Место проведения исследований уточняется до области, края.
 - 4.3. Изложение результатов должно содержать конкретные сведения (выводы, рекомендации и т.д.).
5. В пределах реферата допускается введение сокращений, когда понятие из 2-3 слов заменяется аббревиатурой из соответствующего количества букв. Первый раз словосочетание приводится полностью, а аббревиатура указывается рядом в скобках. Числительные, если не являются первым словом, передаются цифрами. Использование аббревиатуры и сложных элементов форматирования (например, верхних и нижних индексов) не допускается. Категорически не допускаются вставки через меню «Символ», знак разрыва строки, знак мягкого переноса, автоматический перенос слов.
6. При переводе реферата на английский язык не допускается использование машинного перевода. Все русские аббревиатуры приводятся в расшифрованном виде, если у них нет устойчивых аналогов на английском языке (например: ВТО-WTO; ФАО-FAO и т.д.)



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

№ 5(12), 2019

ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»

Теоретический
и научно-практический журнал

Зак. N
Тираж 300

Подп. к печ.

Формат 60x84-1/8
Объем 6,3 ус. печ. л.

Цех оперативной полиграфии «Северо-Кавказский ФНАЦ»,
г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 15