5.2017

ISSN 0044-3913

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ АГРОИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ВИМ

КОМПЛЕКС МАШИН ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА

ВИМ1-Селекция

ВИМ 12/25

МОА-П

МТПУ-500

ВИМ

ИЗГОТОВИТЕЛЬ: ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ АГРОИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ВИМ

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

5.2017 ИЮЛЬ

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

ПЛОДОРОДИЕ FERTILITY

В.М. Гончаров, С.И. Зинченко. Некоторые закономерности пространственной агрофизической организации почвенного покрова Владимирского ополья 3

П.А. Чекмарев, И.Б. Сорокин, М.Ю. Катаев. Агроэкологическое состояния пахотных земель Томской области и перспективы применения методов дистанционного зондирования земли 7

М.А. Жабин, С.В. Мухина, Ю.А. Коновалов, С.Н. Мещеряков, Н.И. Калашников. Изменение и состояние агрохимических показателей в почвах агроландшафтов юго-восточных и южных районов Воронежской области 11

А.Н. Холин, А.С. Францев, А.П. Лебедихин. Состояние плодородия и динамика изменения содержания элементов питания в почвах Саратовского Заволжья 14

Ю.В. Аксенова, В.С. Бойко. Роль многолетних трав и интенсивной системы земледелия в повышении энергетического потенциала органического вещества длительно орошаемой лугово-черноземной почвы 18

V.M. Goncharov, S.I. Zinchenko. Some Regularities of the Spatial Agrophysical Organization of the Soil Cover of Vladimir Opolie 3

P.A. Chekmarev, I.B. Sorokin, M.Yu. Kataev. Agroecological State of Arable Lands in Tomsk Region and Prospects of Application of Methods of Earth's Remote Sensing 7

M.A. Zhabin, S.V. Mukhina, Y.A. Konovalov, S.N. Meshcheryakov, N.I. Kalashnikov. Variation and Current State of Agrochemical Indicators in the Soils of Agricultural Landscapes of the Southeast and South Areas of Voronezh Region 11

A.N. Kholin, A.S. Frantsev, A.P. Lebedikhin. Fertility State and Time History of Nutrient Content in the Soils of the Saratov Trans-Volga Region 14

Y.V. Aksenova, V.S. Boyko. Role of Perennial Grasses and an Intensive System of Farming in the Increase of Energy Potential of Organic Matter of Long Irrigated Meadow-Chernozem Soil 18

ПОЛЕВОДСТВО И ЛУГОВОДСТВО FIELD CROPS

О.А. Тимошкин, Т.Я. Прахова. Перспективный способ повышения урожайности чечевицы тарелочной 21

В.И. Панасин, Д.А. Рымаренко. Сравнительная эффективность регуляторов роста Карамба Турбо и Оптимо Дуо при возделывании озимого рапса 24

O.A. Timoshkin, T.Y. Prakhova. Perspective Way to Increase the Productivity of Plate-Shaped Lentil 21

V.I. Panasin, D.A. Rymarenko. Comparative Efficiency of KARAMBA TURBO and OPTIMO DUO Growth Regulators during Cultivation of Winter Rape 24

Основан в 1939 г.

УЧРЕДИТЕЛИ:
Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии

ООО «Редакция журнала «Земледелие»

ИЗДАТЕЛЬ:
ООО «Редакция журнала «Земледелие»

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
М.Ю. Гаитов
ВЕРСТКА
Н.Ю. Луценко

КОНТАКТЫ:
Тел./факс: +7 916 241 63 43

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

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

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

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

Подписано в печать 26.06.17
Формат 60×90 1/8.
Бумага мелованная.
Печать офсетная.
Печ.л. 6,0+0,5 вкл.
Заказ

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

© “Земледелие”. 2017.

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

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

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

Л.М. Захарова. Применение биостимуляторов при возделывании льна-долгунца 27

L.M. Zaharova. Application of Biostimulants during Cultivation of Fibre Flax

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ **SOIL CULTIVATION**

Л.В. Юшкевич, Д.А. Голованов. Водопроницаемость черноземных почв южной лесостепи Западной Сибири 30

L.V. Yushkevich, D.A. Golovanov. Water Permeability of Chernozem Soils of the South Forest-Steppe of Western Siberia

А.И. Волков, Н.А. Кириллов, И.В. Григорьева, Е.А. Соколова. Влияние ресурсо-сберегающих технологий возделывания зерновых культур на продуктивность полевого севооборота 32

A.I. Volkov, N.A. Kirillov, I.V. Grigor’eva, E.A. Sokolova. Influence of Resource-Saving Technologies of Cereals Cultivation on the Productivity of a Field Crop Rotation

Н.В. Перфильев, О.А. Вьюшина. Урожайность зерновых и качество зерна пшеницы при различных системах основной обработки почвы 36

N.V. Perfil’ev, O.A. V’yushina. Yield and Quality of Wheat Grain under Different Tillage Systems

СОРТА И СЕМЕНА **GRADES AND SEEDS**

С.Н. Кулинкович. Реакция селекционных образцов озимой пшеницы на уровни интенсификации земледелия 39

S.N. Kulinkovich. Response of Winter Wheat Breeding Samples to Intensification Levels of Farming

Л.В. Петрова. Оценка сортообразцов овса посевного (*Avena sativa* L.) методом многомерного ранжирования в Центральной Якутии 42

L.V. Petrova. Estimation of Oat Variety Samples (*Avena sativa* L.) by the Method of Multidimensional Ranking in Central Yakutia

МНЕНИЕ ПРАКТИКА **EXPERT'S OPINION**

В.А. Банькин. Прикладная система земледелия как механизм повышения эффективности сельскохозяйственного производства 46

V.A. Ban’kin. Applied Farming System as a Mechanism for Improvement of Efficiency of Agriculture Production

Уважаемые читатели!

В 2017 г. наш журнал будет, как и прежде, выходить 8 раз в год, в первый и второй месяцы каждого квартала. Наш подписной индекс в каталоге Роспечати 70329. Возможна подписка через редакцию как на бумажную, так и электронную версию журнала.

Напоминаем авторам, что формирование планов и подготовка номеров начинается заблаговременно. Редакция заключает договоры с научными организациями и учебными учреждениями на издательские услуги по публикации статей. Заявки на 2017 г. принимаются по электронной почте jurzemledelie@yandex.ru

УДК 631. 43

Некоторые закономерности пространственной агрофизической организации почвенного покрова Владимирского ополья

В.М. ГОНЧАРОВ[1], доктор биологических наук, профессор (e-mail: vmgoncharov@mail.ru)
С.И. ЗИНЧЕНКО[2], доктор сельскохозяйственных наук, зам. директора (e-mail: zinchenkosergei@mail.ru)
[1]Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, стр. 12, Москва, 119991
[2]Владимирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ул. Центральная, пос. Новый, Суздальский р-н, Владимирская обл., 3601261, Российская Федерация

Исследования проводили с целью определения пространственной неоднородности агрофизических свойств комплексного почвенного покрова Владимирского ополья. В работе представлены результаты изучения особенностей латерального распределения физических свойств на примере опытного поля. Для детального обследования использовали метод сеточного опробования, что позволило провести количественную агрофизическую оценку и дало основу для создания функциональных поверхностей физических свойств для последующего геостатистического анализа. Почвенный покров характеризуется высокой неоднородностью и вариабельностью значений агрофизических свойств, а их пространственное распределение не соответствует границам почвенных контуров. В пахотном слое варьирование обусловлено образованием зон уплотнения в результате сельскохозяйственного использования, а глубже проявляется неоднородность структуры почвенного покрова. В формировании пространственной агрофизической картины опытного поля заметное место занимают серые лесные почвы со вторым гумусовым горизонтом. Они достоверно выделяются из общего массива исследуемых почв лучшими агрофизическими показателями и хорошей структурой благодаря повышенному содержанию органического вещества (около 4 %), а, следовательно, меньшей подверженности уплотняющему воздействию сельскохозяйственной техники. Их положение в пространстве играет определяющую роль в формировании водно-воздушного режима и потенциального плодородия почвенного покрова. Высокая вариабельность урожайности (коэффициент вариации >30 %) обусловлена, в первую очередь, влиянием агрофизических свойств, фактор «почва» не относится к числу определяющих.

Ключевые слова: *пространственная неоднородность, физические свойства, агрофизические условия, почвенный покров, уплотнение, водно-воздушный режим, урожайность.*

Для цитирования: *Гончаров В.М., Зинченко С.И. Некоторые закономерности пространственной агрофизической организации почвенного покрова Владимирского ополья // Земледелие. 2017. № 5. С. 3-7.*

Создание и поддержание оптимального агрофизического состояния почвы – важная задача в практике земледелия, особенно при неоднородном почвенном покрове, когда пространственное варьирование физических свойств проявляется даже в масштабе одного поля. Это может быть связано с рельефом территории на макро-, мезо- и микроуровнях, проявлением процессов эрозии, агротехническими мероприятиями, неоднородностью материнской породы и историческими особенностями формирования почвенного покрова территории. В последние годы увеличивающееся пространственное варьирование агрофизических условий в значительной мере обусловлено влиянием уплотнения при проходе сельскохозяйственной техники, что в конечном счете сказывается на урожае культур. Такое воздействие, особенно при высокой влажности почвы, приводит к негативным изменениям: разрушается структура, увеличиваются плотность и твердость почвы в пахотном и подпахотном горизонтах [1, 2, 3].

Вариабельность физических свойств обусловливает различия почвенно-физических режимов, в первую очередь, водно-воздушного, и, следовательно, варьирование урожайности в пределах сельскохозяйственного поля.

Цель нашей работы – исследование пространственной агрофизической неоднородности на примере почвенного покрова Владимирского ополья. В этом регионе широко распространены почвы со вторым гумусовым горизонтом, контуры которых, как правило, окаймляют серые лесные почвы разной степени оподзоленности. Для ее достижения изучали пространственное варьирование физических свойств комплекса серых лесных почв, а также ее влияние на урожай сельскохозяйственных культур.

Почвенный покров опытного поля Владимирского НИИ сельского хозяйства (г. Суздаль) площадью 2,35 га представлен серыми лесными (СЛ) почвами (доминант), серыми лесными почвами разной степени оподзоленности (СЛ1, СЛ2), серыми лесными остаточно-карбонатными, а также серыми лесными средне- и сильнооподзоленными почвами со вторым гумусовым горизонтом (СЛГ). Поле выровнено, общий перепад высот не превышает 1°.

Значительная пестрота почвенного покрова даже на уровне отдельного поля продиктовала необходимость изучения особенностей латерального распределения его физических свойств методом равномерного площадного сеточного опробования. Шаг опробования составлял 21 м, что обусловлено масштабом исследований и закономерностями пространственного распространения основных структурообразующих элементов почвенного покрова ополья, установленными ранее в длинномерных (до 40 м) трансектах [4, 5, 6]. Физические свойства определяли в узлах сетки со строго фиксированными координатами послойно через 10 см до глубины 50 см. При этом встала задача обосновать комплекс методов агрофизического исследования, который должен быстро, но с необходимой точностью обеспечивать количественной информацией для создания функциональных поверхностей физических свойств и дальнейшего пространственного геостатистического анализа. Для ее решения были проведены специальные исследования и обоснованы упрощенные экспресс-методы определения физических свойств: плотности – буром Польского, твердости (или сопротивление пенетрации) – твердомером Качинского (или пенетрометром), водопроницаемости (впитывания) – методом трубок с переменным напором, влажности, близкой к НВ, – после прекращения гравитационного стока при определении водопроницаемости почвы методом трубок (в дальнейшем обозначается НВ*). Кроме того, определяли

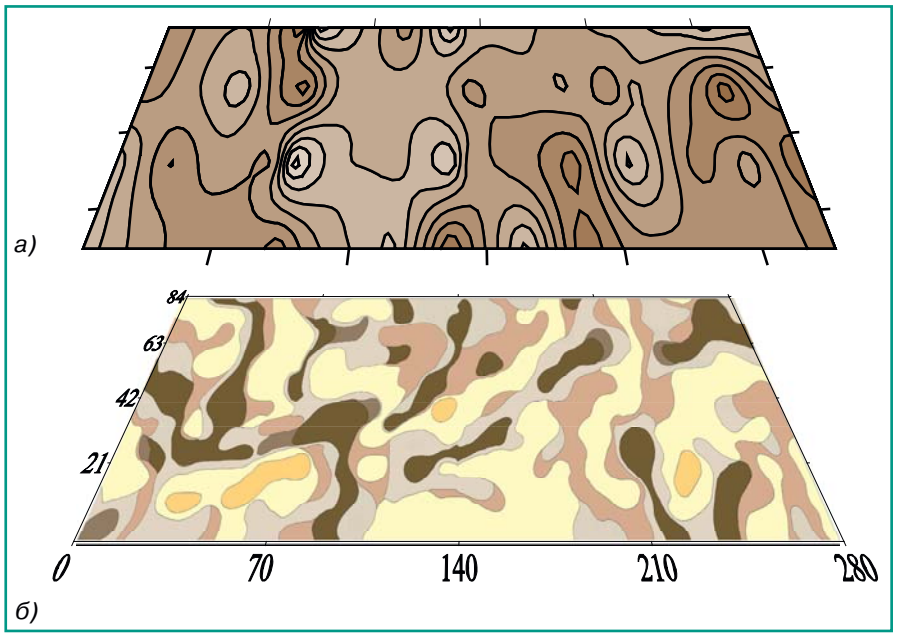


Рис. 1. *Схема наложения топоизоплет физических свойств (а) на почвенную карту (б) для расчета показателя $S_{уд.}$.*

гранулометрический состав, порозность агрегатов методом парафинирования, плотность твердой фазы и содержание органического углерода.

Результаты полевых и лабораторных исследований составили основу для оценки агрофизического состояния комплексного покрова, как наиболее информативные с точки зрения формирования водно-воздушного режима.

Для получения наглядной картины пространственного распределения зон с повышенной плотностью и пониженной водопроницаемостью внутри почвенных контуров использовали ГИС-анализ наложением слоев топоизоплет физических свойств на почвенную карту (рис. 1).

Затем количественно рассчитывали удельные площади с различными агрофизическими категориями ($S_{физ}$) в почвенных контурах ($S_{почв}$):

$$S_{уд} = S_{физ}/S_{почв} \cdot 100\ \%.$$

Предполагая, что определяющей причиной варьирования показателей потенциального плодородия исследуемой территории служит пестрота почвенного покрова и пространственное распределение контрастных агрофизических зон, была поставлена задача – исследовать их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур.

Для сравнения различных сельскохозяйственных культур между собой и в разные годы исследований урожайность (ц/га) переводили в относительные единицы (отношение реального урожая к среднему). Анализ пространственного распределения и варьирования внутри почвенных контуров проводили наложением ГИС-слоев – изоплет относительной урожайности и почвенной карты (аналогично рис. 1). Значимой связи урожайности с почвенными контурами не выявлено. Процентное распределение максимальных категорий урожайности ($S_{макс.ур}$) к площадям почвенных контуров ($S_{почв}$) рассчитывали по формуле:

$$S_{урож} = S_{макс.ур}/S_{почв} \cdot 100\ \%\ (9).$$

Агрофизические условия в слое 30-45 см характеризовались повышенной плотностью (>1,3 г/см^3), максимальные величины достигали 1,6 г/см^3. При увеличении средних и медианных значений плотности и сопротивления пенетрации с глубиной происходило снижение общей порозности до 44 %. Вместе с уплотненными участками, занимающими основную часть поля, в этом слое достоверно выделялись рыхлые (<1,0 г/см^3) и влагоемкие зоны, приуроченные к расположению почв со вторым гумусовым горизонтом (рис. 2, 3).

Высокая пространственная вариабельность значений водопроницаемости (впитывания) – 0,02-6,0 см/ч – отмечена в пахотном горизонте, который подвержен воздействию многих факторов, оказывающих влияние на агрегатный состав, структуру порового пространства и, соответственно, на водопроницаемость почвы. Различия между почвенными разностями ярче и глубже выражены в подпахотном слое 30-35 см, где, как и с плотностью, и сопротивлением пенетрации, отмечали их структурные особенности. Здесь проявлялся второй гумусовый горизонт (ВГГ), богатый органическим

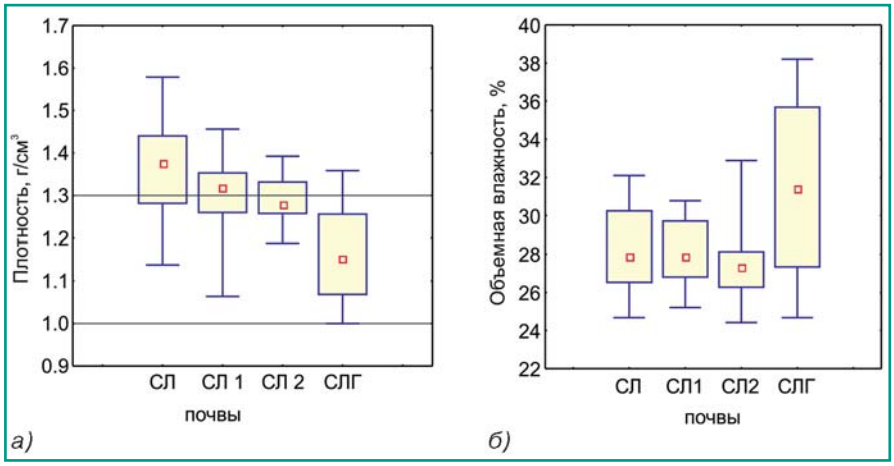


Рис. 2. *Статистические показатели варьирования: а) плотности (г/см^3), б) объемной влажности (%) в слое 30-35 см: ▫ – медиана; ▭ – 25-75%; ⊥ – мин.-макс.*

Анализ статистических показателей и пространственного распределения значений отдельных свойств свидетельствует о высоком варьировании последних в пахотном горизонте (коэффициент вариации плотности почвы в слое 0-5 см >10%). Для этого слоя характерны, в основном, оптимальные значения плотности (1,0-1,3 г/см^3) и сопротивления пенетрации (<2,5-3,0 МПа). Медианные значения общей пористости находились в пределах 49-55 %, что соответствует оптимальной и удовлетворительной для пахотного слоя. Местами наблюдали слабую и среднюю степень уплотнения [1, 2, 3]. Переуплотнение особенно четко проявлялось в нижней части пахотного горизонта, в слое 20-25 см, где участки со значениями плотности и твердости, выходящими за оптимальный диапазон, начинали преобладать.

веществом (содержание $C_{орг.}$ около 4 %), и значения $K_{впит.}$ были самыми высокими. В серых лесных почвах увеличение

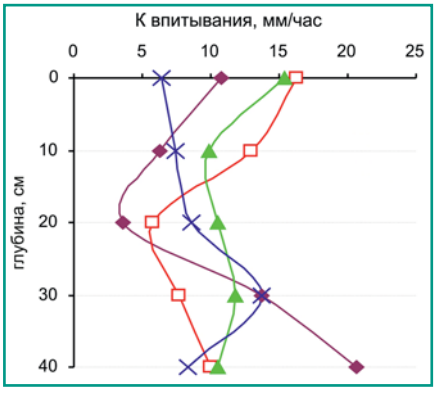


Рис. 3. *Профильное распределение медианных значений коэффициента впитывания: — СЛ; — СЛ1; — СЛ2; — СЛГ.*

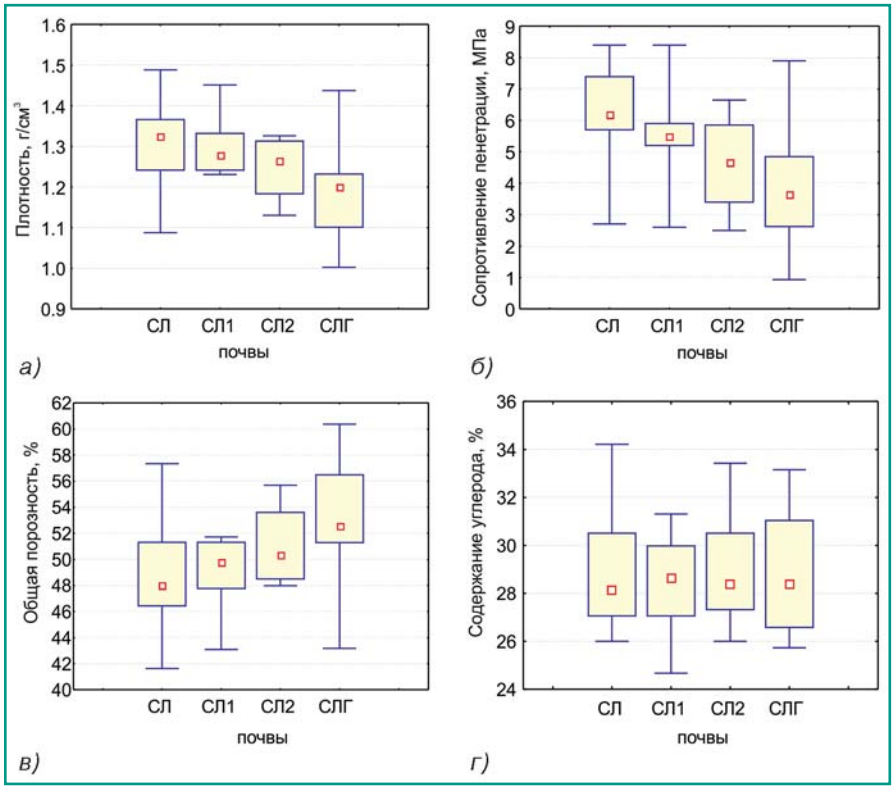


Рис. 4. *Статистические показатели варьирования физических свойств: а) плотность (г/см³), б) сопротивление пенетрации (МПа), в) общая порозность (%) в слое 20-25 см; г) содержание органического углерода в слое 10-15 см: ▫ – медиана; ▭ – 25-75%; ⊥ – мин.-макс.*

скорости впитывания в нижней части почвенного профиля при наибольшей плотности объясняет преобладание в хорошо оструктуренном иллювиальном В-горизонте трещин и макропор.

Наряду с отмеченными особенностями, механизмом, оказывающим основное влияние на процессы перераспределения влаги в профиле исследованных почв, служит формирование внутрипочвенного водоупора (так называемой «плужной подошвы») в нижней части пахотного горизонта (см. рис. 3).

Пространственное варьирование плотности, порозности и сопротивления пенетрации почвы на глубине 20-25 см показывает, что наличие или отсутствие «плужной подошвы» в большей степени зависит от структуры почвенного покрова ополья (рис. 4 а, б, в) [7, 8]. Достоверные различия по физическим свойствам на уровне почвенных разностей выявлены параметрическими (t-тест Стьюдента) и непараметрическими (Краскал-Уоллис-тест) методами статистики.

Увеличение плотности в нижней части пахотного слоя ведет к уменьшению общей порозности и порозности агрегатов (рис. 5 а, б), самые низкие величины последних установлены на глубине 20-30 см. Серая лесная почва с ВГГ достоверно выделяется наилучшими показателями – >50 %. На глубине 40 см различия исчезают.

Проявление агрофизической неоднородности связано с различиями в содержании органического вещества: наибольшие значения в пахотном горизонте почв со 2-м гумусовым горизонтом достигали 2,8 % при медиане 2,4 %, а в серых лесных почвах – 2,3 и 1,6 % соответственно (см. рис. 4 г). Обратная корреляция между содержанием углерода органических соединений и плотностью почвы (r= -0,46, достоверный уровень значимости 0,05) проявлялась не только в подпахотных слоях, где залегает высокогумусированный ВГГ, но и на глубине 10-15 см, что обусловлено его припахиванием в ходе сельскохозяйственной обработки.

Пространственное распространение и количественные соотношения показали формирование неблагоприятных агрофизических условий в каждой почвенной разности (рис. 6).

Из представленных диаграмм видно, что в нижней части пахотного горизонта повышенная плотность >1,3 г/см³, твердость >3 МПа и пониженная водопроницаемость <3 см/ч характерны для всех почвенных разностей, однако их вклад в распределение по полю различен. Наименьшие проявления отмечены у серых лесных почв с ВГГ, которые в меньшей степени подвержены уплотняющему воздействию сельскохозяйственной техники, что четко выделяет их в агрофизической картине почвенного покрова Владимирского ополья.

Самые высокие и самые низкие значения урожая наблюдали на серых лесных почвах (рис. 7а), но 50 %-ный доверительный интервал для каждой почвенной разности перекрыт в одной области, а варьирование медианных величин не столь значительно, что подтвердил тест на достоверность различий. Анализ показателей $S_{урож}$ (рис. 7б) позволяет судить о равномерном распределении максимальных значений по площади опытного участка, дифференциация внутри почвенных контуров незначительна.

При высокой пространственной неоднородности урожая (коэффициент вариации >30 %) фактор – «почва» не был определяющим, влияние же агрофизических свойств более заметно.

Как уже было показано ранее, почвы с ВГГ в виду его структурных особенностей обладают лучшими агрофизическими характеристиками, по сравнению с другими представителями комплекса: для них характерны меньшая степень уплотнения пахотного горизонта и большая влагоемкость. Опосредованное влияние этих почв проявилось при анализе взаимосвязей физических свойств с урожайностью. Корреляционный анализ с вероятностью 95 % зафиксировал наличие связи урожая с запасами продуктивной влаги (r=0,41) в слое 0-50 см

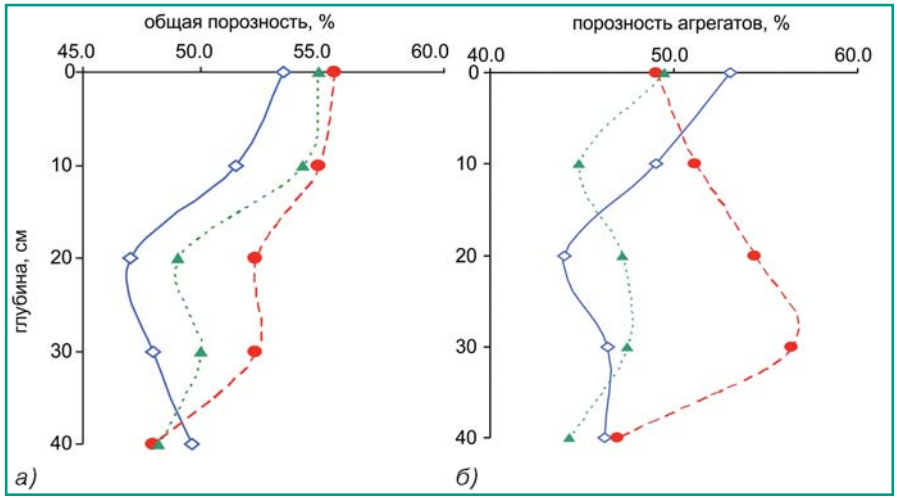


Рис. 5. *Профильные распределения: а) медианных значений общей порозности и б) средних значений порозности агрегатов: ◇— – СЛ; ●– – СЛГ; ▲··· – СЛ1.*

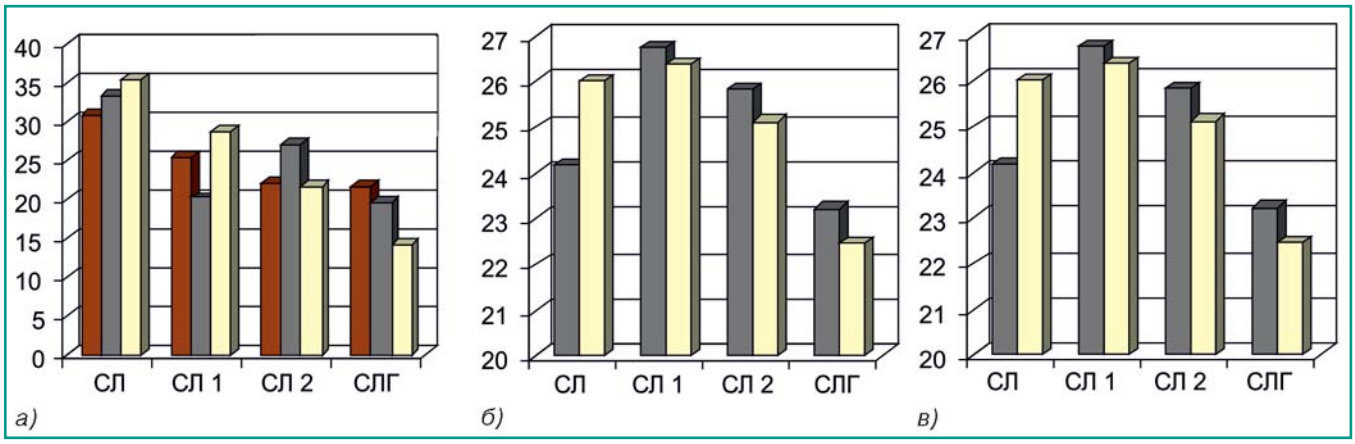


Рис. 6. *Диаграммы площадного распределения (%) категорий: а) плотности >1,3 г/см³, б) сопротивления пенетрации >3 МПа, в) К впитывания <3 см/ч в слое 20-25 см: ■ – май 2001; ■ – июль 2001; □ – июль 2002.*

и сопротивлением пенетрации (r= -0,38) на глубине 20 см (рис. 8).

Приведенные результаты свидетельствуют о доминантной роли в формировании урожая зон переуплотнения в нижней части пахотного горизонта и запасов влаги в корнеобитаемом слое, что отразилось на способности корней растений проникать сквозь почвенную толщу и потреблять необходимую для роста воду из более влажных подпахотных слоев.

Таким образом, анализ варьирования физических свойств и урожайности свидетельствует о неоднозначном характере изменений отдельных показателей на территории исследуемого участка. Пространственное распространение зон с различными агрофизическими условиями не соответствует границам почвенных контуров. По-видимому, основополагающими причинами такого факта служат несовершенство существующих подходов и методические отличия при выделении границ между почвами и отдельными физическими свойствами.

Серые лесные почвы со вторым гумусовым горизонтом достоверно выделяются из общего массива исследуемых почв лучшими показателями физического состояния. Их положение в пространстве играет важную роль в формировании водно-воздушного режима и потенциального плодородия почвенного комплекса.

Закономерности пространственного распределения физических свойств в пахотном горизонте связаны с формированием зон почвенного уплотнения в результате сельскохозяйственного использования, а в более глубоких подпахотных слоях – с неоднородной структурой почвенного покрова Владимирского ополья.

Пространственная организация основных агрофизических свойств почвы (плотность, сопротивление пенетрации и запасы продуктивной влаги в корнеобитаемом слое) в наибольшей степени отражает пространственное распределение урожая сельскохозяйственных культур.

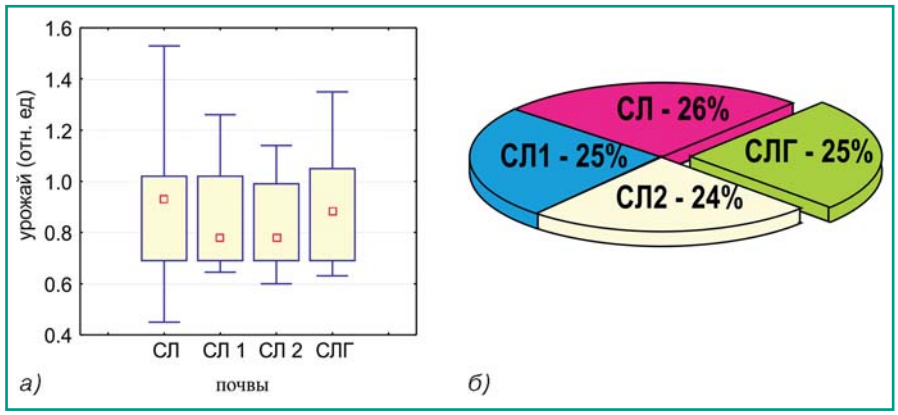


Рис. 7. *Статистические показатели варьирования урожайности (а) и диаграммы площадного распределения максимальной категории урожайности >1 отн. ед. (б): ▫ – медиана; □ – 25-75%; ⊥ – мин.-макс.*

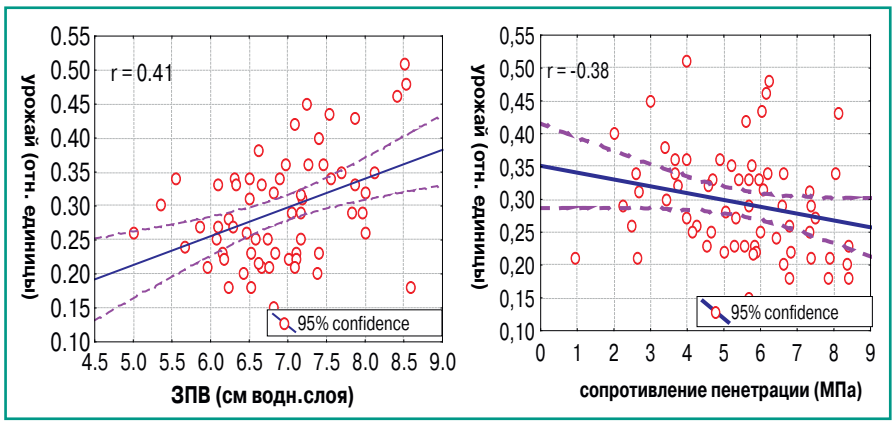


Рис. 8. *Диаграммы рассеяния и коэффициенты корреляции: а) урожая с ЗПВ в слое 0-50 см; б) сопротивлением пенетрации на глубине 20 см.*

Литература.

1. Температурный режим комплексного почвенного покрова Владимирского Ополья / Т.А. Архангельская, А.К. Губер, М.А. Мазиров, М.В. Прохоров // Почвоведение. 2005. № 7. С. 832–843.

2. Бондарев А.Г. Физические свойства почв как теоретическая основа прогноза их уплотнения сельскохозяйственной техникой // Влияние сельскохозяйственной техники на почву. М.: Изд-во Почв. ин-та им. В.В. Докучаева, 1981, С. 3–9.

3. Зинченко С.И., Мазиров М.А., Зинченко М.К. Почвы и растения. М.: Изд-во ПреСто, 2008. 282 с.

4. Кузнецова И.В. Изменение дифференциальной пористости почв и вводно-физических свойств почвы при уплотнении // Плодородие почв и его изменение при уплотнении и разуплотнении. Тр. почв. ин-та им. В.В. Докучаева. М.: Изд-во Почв. ин-та им. В. В. Докучаева, 1984, С.18–25.

5. Гончаров В.М., Тымбаев В.Г., Фаустова Е.В. Латеральная изменчивость агрофизического состояния комплексного почвенного покрова // Почвоведение. 2008. № 10. С. 1224–1233.

6. Дмитриев Е.А., Липатов Д.Н., Милановский Е.Ю. Содержание гумуса и проблема вторых гумусовых горизонтов в серых лесных почвах Владимирского ополья // Почвоведение. 2000. № 1. С. 6–15.

7. Зинченко С.И., Зинченко В.С. Формирование плужной подошвы при различных приёмах основной обработки серой лесной почвы // Владимирский земледелец. 2015. № 1 (71). С. 2–7.

8. Зинченко С.И. Особенности использования влаги яровой пшеницей в агроэкосистемах Опольной зоны // Владимирский земледелец. 2016. № 1 (75). С. 24–31.

9. Методы оценки и прогноза агрофизического состояния почв / Е.В. Шеин, С.И. Зинченко, М.В. Банников, М.А. Мазиров, А.И. Поздняков. Владимир: ГНУ Владимирский НИИСХ, 2009. 108 с.

Some Regularities of the Spatial Agrophysical Organization of the Soil Cover of Vladimir Opolie

V.M. Goncharov[1], S.I. Zinchenko[2]
[1]Lomonosov Moscow State University, Leninskie gory, 1, str. 12, Moskva, 119991, Russian Federation
[2]Vladimir Agricultural Research Institute, ul. Tsentral'naya, pos. Novyi, Suzdal'skii r-n, Vladimirskaya obl., 3601261, Russian Federation

Abstract. *The aim of this work was to study the spatial heterogeneity of agrophysical properties of the complex soil cover of Vladimir Opolie. This work presents the results of studying the characteristics of the lateral distribution of the physical properties in an experimental field. Authors used the method of grid sampling for a detailed study, which allowed to give a quantitative agrophysical appraisal and provided a basis for the creation of functional surfaces of the physical properties for subsequent geostatistical analysis. The soil cover is characterized by high heterogeneity and variability of agrophysical properties, and their spatial distribution does not correspond to the boundaries of soil contours. The variation in the arable layer is caused by the formation of soil compaction zones as a result of agricultural use. The structural irregularity of soil cover manifests in deeper layers. Gray forest soil with the second humus level takes the leading role in the formation of the spatial agrophysical pattern in the experimental field. Gray forest soil stands out significantly from the whole investigated soil range with best agrophysical performance and good structure due to the bigger content of organic matter – about 4 %, and, therefore, it is less prone to the pressing effect of agricultural machinery. Its position in space plays a decisive role in the water and air regime formation and potential fertility of the soil. First of all, high yield variability (coefficient of variation is more than 30 %) is due to the influence of agrophysical properties, but the "soil" factor is not determinative.*

Keywords: *spatial heterogeneity, physical properties, agrophysical conditions, soil cover, compaction, water-air regime, yield.*

Author Details: *V.M. Goncharov, D. Sc. (Biol.), prof. (e-mail: vmgoncharov@mail.ru); S.I. Zinchenko, D. Sc. (Agr.), deputy director (e-mail: zinchenkosergei@mail.ru).*

For citation: *Goncharov V.M., Zinchenko S.I. Some Regularities of the Spatial Agrophysical Organization of the Soil Cover of Vladimir Opolie. Zemledelie. 2017. No. 5. Pp. 3-7 (in Russ.).*

УДК 528.88:631

Агроэкологическое состояния пахотных земель Томской области и перспективы применения методов дистанционного зондирования земли

П.А. ЧЕКМАРЕВ[1], академик РАН, директор департамента
И.Б. СОРОКИН[2], доктор сельскохозяйственных наук, директор
М.Ю. КАТАЕВ[3], доктор технических наук, профессор
[1]Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Орликов пер., 1/11, Москва, 107139, Российская Федерация
[2]Станция агрохимической службы «Томская», ул. Беринга, 12, Томск, 634063, Российская Федерация
[3]Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, просп. Ленина, 40, Томск, 634050, Российская Федерация

По результатам изучения данных космических снимков, полученных и обработанных в Центре космического мониторинга Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, а также наземного агроэкологического мониторинга пахотных земель Томской области, проведенного сотрудниками Станции агрохимической службы «Томская», в Томской области 39 % пашни выведено из оборота и зарастает лесом. На землях, используемых в сельскохозяйственном производстве, по данным агрохимической службы, наблюдается ухудшение почвенного плодородия.В частности, отмечено снижение содержания органического вещества на 0,2-0,9 %, а также увеличение доли кислых почв на 10-30 %. Исследования в полевых стационарных опытах агрохимической службы доказывают преимущество биологизации земледелия с применением в качестве удобрения биоресурсов агроценозов (соломы и сидератов). За три ротации зернопарового севооборота в условиях Томской области отмечена возрастающая эффективность сидерального пара и регулярного применения соломы в качестве удобрения, по сравнению с вариантом чистого пара: в первую ротацию урожайность зерновых культур в этих вариантах была на одном уровне, во вторую ротацию после сидерального пара она была выше на 7 %, чем после чистого, в третью – на 20 %. На современном этапе требуется включение в систему мониторинга земель сельскохозяйственного назначения методов дистанционного зондирования Земли с учетом местных почвенно-растительных и климатических особенностей. Возникает задача комплексирования данных местных наземных (и аэровоздушных) измерений с целью приведения их к единой пространственной и временной сетке спутниковых измерений для построения динамических моделей сезонных циклов, используемых для оценки наблюдаемых изменений спутниковых данных.

Ключевые слова: *почвенное плодородие, биоресурсы агроценозов, удобрения, мелиоранты, дистанционное зондирование земли.*

Для цитирования: *Чекмарев П.А., Сорокин И.Б., Катаев М.Ю. Агроэкологическое состояния пахотных земель Томской области и перспективы применения методов дистанционного зондирования земли // Земледелие. 2017. № 5. С. 7-10.*

При длительном использовании почв в агроценозах часто наблюдается снижение почвенного плодородия, которое выражается в сокращении запасов органического вещества, ухудшении агрофизических свойств и снижении урожайности сельскохозяйственных культур. Наиболее подвержены подобной деградации такие, обладающие более низким природным плодородием, почвы, как дерново-подзолистые и серые лесные. Черноземы, как правило, отличаются большим инерционным потенциалом для проявления видимых признаков деградации [1]. Поэтому для Томской области, в которой преобладают дерново-подзолистые и серые лесные почвы, особенно актуально направление биологизации земледелия.

Биологизация не исключает применения минеральных удобрений, но позволяет использовать их более рационально и эффективно [2]. Выбытие почв из сельскохозяйственного оборота при нахождении в многолетней залежи приводит к естественному природному восстановлению их плодородия [3]. Но в условиях подтаежной зоны Томской области неиспользуемые земли очень быстро зарастают древесной растительностью и уже через 4-5 лет превращаются в молодой лес. Это препятствует возврату их в сельскохозяйственное производство.

Для оперативного контроля за использованием земель и сохранения национального достояния – почвенного плодородия необходимо внедрять методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) на основе автоматизированного анализа космических снимков и уточ-

1. Динамика средневзвешенного содержания гумуса и показателя pH по турам агроэкологического обследования в районах Томской области

Район	1980-1994 гг.	1995-2009 гг.		2010-2015 гг.	
	гумус, %	гумус, %	pH	гумус, %	pH
Зырянский	5,1	4,1	5,2	4,5	5,3
Асиновский	4,1	4,5	5,1	3,9	5,0
Томский	4,3	3,5	5,1	3,4	4,9
Чаинский	нет данных	3,9	4,5	3,7	4,4

нения информации с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Такая работа уже проводится во многих регионах [4, 5], в том числе в учреждениях агрохимической службы [6, 7].

Данные ДЗЗ объективно отражают ситуацию на территории на основе спектральных и пространственных характеристик измерительных приборов, обладают масштабностью съемки, захватывая большие участки территории, и оперативностью, зависящей от типа орбиты спутника, срок обращение которого вокруг Земли составляет от нескольких часов до недели [8, 9].

Цель наших исследования – анализ данных агроэкологического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, результатов других обследований и научных опытов для разработки мер, повышающих эффективность использования пахотных земель в Томской области.

Отличительная черта климата Томской области – продолжительная и морозная зима с коротким и относительно теплым летом. Такие многолетние условия способствовали формированию специфических особенностей почв, в сравнении с их аналогами в европейской части России. Основные из них относительно повышенное содержание органического вещества в верхнем (0-20 см) слое, но менее мощный гумусовый горизонт (как правило 16-23 см). Средняя продолжительность безморозного периода составляет 85-115 дней, средняя годовая температура воздуха повсеместно ниже 0 °С, средняя температура самого холодного месяца – января варьирует от -19 до -23 °С, июля – от + 16,5 до + 18,5 °С. Сумма суточных температур выше +10 °С составляет 1326-1780 °С. Для региона характерны волны холода, возможные в любом месяце. Область относится к зоне достаточного увлажнения. При этом 2-3 раза за 5 лет в конце мая, июне и июле наблюдается засуха. Годовое количество осадков составляет 450-590 мм, средняя высота снежного покрова 60-80 см, на севере он держится 183-201 дней, на юге – 178-180 дней.

Исследования проводили в тех районах, где агроэкологическое обследование выполнено в 2010-2015 гг.: Зырянский, Асиновский, Томский, Чаинский. Результаты последнего тура обследований сравнивали с данными предыдущих туров. Почвенный покров пашни исследуемых районов представлен преимущественно серыми лесными почвами.

Данные о сельхозтоваропроизводителях, их землепользовании и состоянии неиспользуемых земель, полученные в ходе агроэкологических обследований, из отчетов районных управлений сельского хозяйства, оперативно уточняли по космическим снимкам и путем наземного объезда. Проводили комплексирование данных наземных измерений и временной сетки спутниковых измерений.

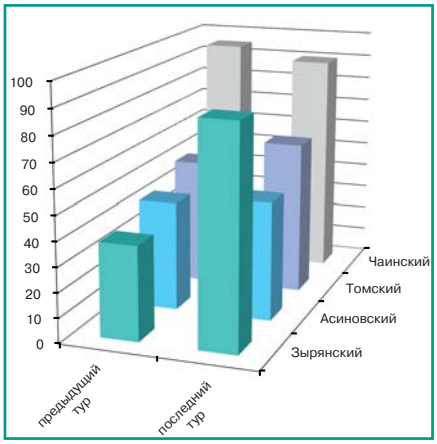


Рис. 1. *Доля кислых почв земель сельскохозяйственного назначения в районах Томской области, %.*

На полевом стационаре «Новоархангельское» (Томский район) в производственных условиях на серой лесной тяжелосуглинистой почве (содержание гумуса 3,6 %, $pH_{сол.}$ – 4,8, P_2O_5 – 17,1 мг/100 г, K_2O – 9,7 мг/100 г.) изучали способы использования биоресурсов агроценозов: регулярное внесение соломы (5 т/га) и заделка сидерата (3-х кратная – 1 раз за ротацию севооборота), в сравнении с чистым паром. Многолетнее использование серой лесной почвы изучали в 3-х ротациях во времени (2000-2015 гг.) зернопарового севооборота. Схема опыта предусматривала следующие варианты: контроль (без удобрений); N_{45}; солома + N_{45}; солома; солома + сидерат.

Кислотность почвы определяли по ГОСТ 26483-85; влажность – по ГОСТ 28268-89; содержание подвижных соединений фосфора и калия (по методу Кирсанова) – по ГОСТ Р 54650-2011; нитратов (ионометрическим методом) – по ГОСТ 26951-86; обменного аммония (по методу ЦИНАО) – по ГОСТ 26489-85; органического вещества – по ГОСТ 26213-91.

Анализ динамики плодородия почвы в районах, по которым имеется актуальная информация о ее агроэкологическом состоянии, свидетельствует о повсеместном снижении средневзвешенного содержания органического вещества (гумуса), которое за период с 1980 по 2015 гг. составило от 0,2 до 0,9 % (табл. 1). Величина этого показателя в старопахотных почвах изменяется очень медленно и его уменьшение свидетельствует о систематических проблемах в растениеводстве области.

Также практически повсеместно наблюдается снижение средневзвешенной величины показателя кислотности, по сравнению с предыдущим туром обследования, на 1-2 единицы (см. табл. 1).

Во всех обследованных районах отмечено увеличение доли кислых почв, в сравнении с предыдущим циклом, от 10 до 30 %, исключение составляет Чаинский район, в котором она незначительно (на 4 %) снизилась на неиспользуемых землях (рис. 1).

Известно, что без внесения удобрений и известкования кислых почв добиться стабильно высоких показателей в растениеводстве невозможно. Основная проблема, ограничивающая использование этого агроприема в Томской области – отсутствие молотого известняка местного производства. По расчетам агрохимической службы перевозка

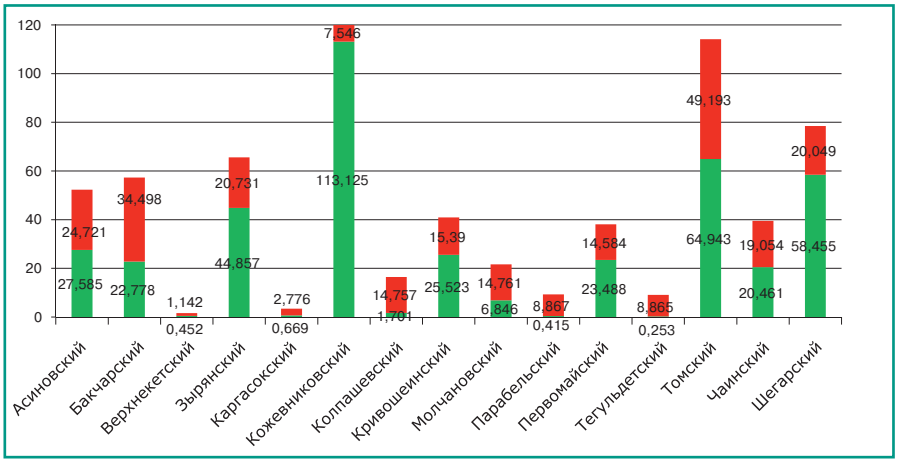


Рис. 2. *Площади используемых и залежных земель по районам Томской области в 2016 г., тыс. га: — не используется; — используется.*

известковых материалов из дальних регионов приведет к удорожанию этой технологической операции в 3 раза. В то же время в Томской области имеются свои большие месторождения известняка, например, Каменское (61 млн т), расположенное в 50 км от г. Томска, где возможно производство не только щебня, но и ценного мелиоранта, значительно повышающего эффективность сельскохозяйственного производства.

На сегодняшний день по Томской области выявлено более 39 % пахотных земель которые не используют в сельскохозяйственном производстве (рис. 2). Самое худшее положение по доле неиспользуемых земель характерно для северных районов (до 100 %), а по их площади – для пригородного Томского района (более 42 тыс. га).

Среди брошенных земель не используются менее 2-х лет только 17 %. Их еще можно ввести в сельскохозяйственный оборот без значительных затрат в течение 1-2 лет. Примерно столько же находится в залежи от 3-х до 10 лет. Около 66 % земель не используют более 10 лет, для их возврата в сельскохозяйственный оборот необходимо удаление древесной растительности.

В основном неэффективное использование земель обусловлено следующими причинами:

пользование юридически неоформленными угодьями (в собственность или длительную аренду), которое никак не стимулирует обеспечения сохранности почвенного плодородия;

отсутствие законодательно установленных правил землепользования и планов развития территории, а также механизмов надлежащего оперативного контроля за их выполнением;

недостаток агрономов, отсутствие научно обоснованных рациональных систем земледелия, агроэкологического обследования, а также низкий уровень применение удобрений.

Рационально подобранная структура посевных площадей в севооборотах позволяет снизить потребность в пестицидах, органических и минеральных удобрениях; повысить плодородие и урожайность сельскохозяйственных культур. И, наоборот, нерациональное ведение растениеводства приводит к резкому дисбалансу элементов питания и органического вещества, к ухудшению плодородия [10].

Существенно сократить этот дисбаланс и даже перейти к расширенному воспроизводству почвенного плодородия в севооборотах позволяет комплексное использование в качестве удобрений таких биоресурсов агроценозов, как пожнивные остатки, солома, сидеральные пары и пожнивные сидераты [11].

Солома практически никогда не разлагается в почве за 1 год, даже в южных регионах [11]. В этом заключается ее полезное свойство в большей мере повышать содержание гумуса. Солома медленно минерализуется, но ее органическое вещество в большей мере трансформируется в гумусовые соединения. А азотные удобрения рекомендуют вносить не для «борьбы» с соломой, а для восполнения дефицита этого элемента в почве, который возникает в результате активного размножения микроорганизмов при внесении соломы. Причем при регулярном ежегодном внесении соломы такая компенсация необходима лишь в первый год. В дальнейшем наступает баланс между потреблением азота почвенными микробами и возвращением этого элемента в почву при их естественном отмирании [10]. В нашем многолетнем стационарном опыте по изучению регулярного внесения соломы и сидерального пара, в сравнении с чистым паром, в зернопаровом севообороте (рис. 3), регулярное внесение после зерновых культур 5 т/га соломы без азота не только не снижало урожайность, но и обеспечивало устойчивую тенденцию к ее повышению на уровне 8-10 %. Безусловно, использования только такого агротехнического приема для сохранения плодородия явно недостаточно. Но его сочетание с сидеральным паром позволяет решать эту проблему [11]. В нашем опыте сидерацию проводили трижды (по одному разу за ротацию) и результаты в динамике показывают возрастающее преимущество этого варианта в повышении урожайности зерновых культур над чистым паром. Если в первой ротации севооборота урожайность после обоих видов пара была одинаковой, то во второй после сидерального пара она была выше на 7 %, в третьей – на 20 %, по сравнению с чистым паром, который со временем снижает плодородие, так как почвенное органическое вещество минерализуется, а органические удобрения не вносятся [10].

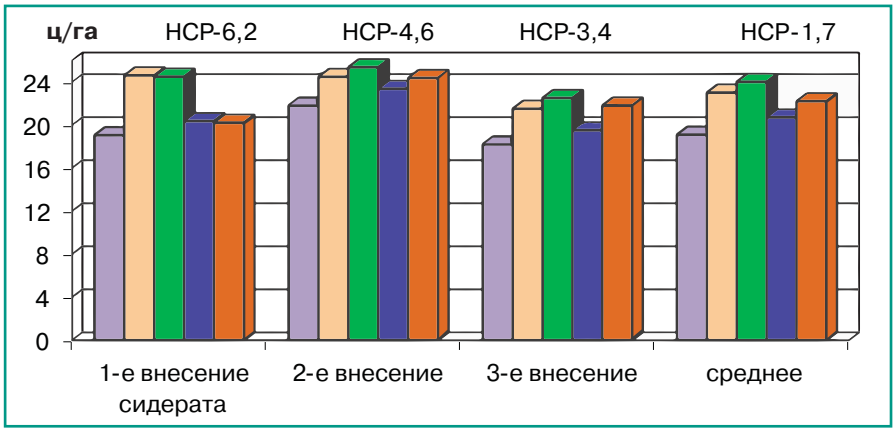


Рис. 3. *Влияние внесения соломы и 1-3 кратного применения сидерального пара в зернопаровом севообороте на урожайность зерновых культур в полевом опыте на стационаре «Новоархангельское»: – контроль (без удобрений); – N45; – солома + N45; – солома; – солома + сидерат.*

Для повышения эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения в первую очередь необходимо принять юридические меры, с одной стороны, обеспечивающие обязательность их оформления, например, ограничения в господдержке на неоформленные земли, с другой – стимулирующие этот процесс, например, налоговые и другие льготы при оформлении земель и в период их освоения. Когда будет гарантировано право землепользования (собственность или долгосрочная аренда), появится ответственность за состояние земель и стимул повышать почвенное плодородие.

Необходимы также местные правовые акты, регулирующие правила использования земель и устанавливающие обязательность разработки планов землепользования на основе рациональных систем земледелия и результатов периодического агроэкологического обследования.

С высокой долей вероятность можно прогнозировать потребность в господдержке таких мероприятий, направленных на развитие и повышение эффективности земель сельскохозяйственного назначения, как рекультивация заросших участков, известкование, торфование и др.

На современном этапе необходимо расширение использования методов ДЗЗ. Возникает задача комплексирования, для решения которой необходимо данные наземных и аэровоздушных измерений привести к единой пространственной и временной сетке спутниковых данных. Многолетняя информация, накопленная центром космических исследований ТУСУР и томской агрохимической службой, служит основой для разработки компьютерной модели, с использованием которой можно сравнивать результаты текущих наземных измерений. Установленные расхождения между этими показателями можно ранжировать по величине, что позволяет определять естественные или иные изменения состояния исследуемой территории. После такого анализа можно

выделить состояния, которые требуют принятия определенных управленческих решений [12].

В департаменте по социально-экономическому развитию села администрации Томской области с непосредственным участием агрохимической службы внедряется Геоинформационная аналитическая система «Агроуправление». Сотрудники САС «Томская» уже провели большую работу по сбору, обобщению и анализу различной информации о землях сельскохозяйственного назначения и сельхозтоваропроизводителях в большинстве районов области на площади более 680 тыс. га земель сельскохозяйственного назначения.

Предлагаемая система космического мониторинга с разработкой компьютерной модели сезонных изменений позволит оперативно обновлять и пополнять банк данных ГИС «Агроуправление» актуальными сведениями несущими обработанную тематическую информацию, полезную для пользователей. Наиболее целесообразно проводить разработку системы ДЗЗ на базе агрохимической службы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, которая более 50-и лет осуществляет наземный мониторинг состояния земель сельскохозяйственного назначения на высокой профессиональной основе. Также вполне очевидно, что сегодня, пользуясь только наземными обследованиями обширной территории Томской области, невозможно постоянно обладать оперативной и актуальной информацией. Для этого необходимо привлекать данные космического мониторинга, которые обеспечивают получение однородной по качеству информацию сразу для всего субъекта Федерации. Имеющиеся результаты предыдущих измерений позволяют не только вести историю каждого поля, но и создавать прогнозные модели (с точностью до одного гектара) с учетом результатов наземного и космического мониторинга, а также метеорологических данных. Использование космических методов ДЗЗ открывает возможности для количественной оценки объемов будущего урожая, а также сопровождения вегетационного цикла от начала до времени созревания и уборки.

Таким образом, в Томской области серьезно ограничивают производство аграрной продукции выбытие из оборота земель сельскохозяйственного назначения, которые превращаются в молодой лес; снижение плодородия используемой пашни. Мероприятия по повышению эффективности использования пахотных земель должны предусматривать следующие основные подходы:

обязательность оформления земельных отношений с господдержкой;

законодательное утверждение правил и планов землепользования на основе адаптивных систем земледелия и результатов своевременных агроэкологических обследований;

господдержку коренного улучшения, рекультивации заросших земель, известкования, торфования и др.;

местное производство молотого известняка;

расширение использования методов ДЗЗ и БПЛА на автоматизированной основе ситуационного центра для мониторинга показателей почвенного плодородия.

Литература.

1. Кирейчева Л.В., Лентяева Е.А. Восстановление антропогенно деградированных почв земель сельскохозяйственного назначения // Агрохимический вестник. 2016. № 5. С. 2–6.

2. Чекмарев П.А., Лукин С.В. Система удобрения в условиях биологизации земледелия // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 12. С. 10–12.

3. Денисов Ю.Н. Агроэкологическая оценка залежных почв Челябинской области // Агрохимический вестник. 2016. № 5. С. 6–9.

4. Сочнева С.В., Трофимов Н.В., Сабирзянов А.М. Мониторинг пригородных земель сельскохозяйственного назначения на примере Семиозерского сельского поселения Высокогорского муниципального района Республики Татарстан //Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 4. С. 95-98.

5. Юдин А.А., Облизов А.В. Особенности инновационного развития сельского хозяйства северного региона (на примере АПК Республики Коми) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 6 (55). С. 73-78.

6. Чекмарев П.А., Лукин С.В. Использование геоинформационных систем при проведении мониторинга плодородия почв //Достижения науки и техники АПК. 2013. № 1. С. 3-5.

7. Чекмарёв П.А., Лукманов А.А. Освоение элементов точного земледелия в практической агрохимии Республики Татарстан//Достижения науки и техники АПК. 2011. № 3. С. 3-4.

8. Катаев М.Ю., Бекеров А.А. Обнаружение экологических изменений природной среды по данным спутниковых измерений // Оптика атмосферы и океана. 2014. Т. 27. № 7. С. 652–656.

9. Козлова Л.М., Рубцова Н.Е., Соболева Н.Н. Опыт разработки и подходы к совершенствованию адаптивных систем земледелия на ландшафтной основе в условиях центральной зоны северо-восточного региона европейской части РФ // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 5 (54). С. 56-62.

10. Сорокин И.Б., Титова Э.В. Зеленое удобрение в балансе почвенного органического вещества подтаежной зоны // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 5 (91). С. 33–39.

11. Сиротина Е.А., Сорокин И.Б., Петровская О.А. Влияние биоресурсов агроценозов на урожайность зерновых культур в подтаежной зоне Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 1. С. 17–19.

12. Катаев М.Ю., Скугарев А.А. Интеллектуальный ситуационный центр, основанный на комплексировании космических и наземных данных // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2016. Т. 19. № 3. С. 61–64.

Agroecological State of Arable Lands in Tomsk Region and Prospects of Application of Methods of Earth's Remote Sensing

P.A. Chekmarev, I.B. Sorokin, M.Yu. Kataev

[1]Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Orlikov per., 1/11, Moskva, 107139, Russian Federation

[2]Station of Agrochemical Service "Tomskaya", ul. Beringa, 12, Tomsk, 634063, Russian Federation

[3]Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, prosp. Lenina, 40, Tomsk, 634050, Russian Federation

Abstract. *According to results of examination of the data of space images received and processed at the Center of Space Monitoring of the Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, as well as of terrestrial agroecological monitoring of arable lands in Tomsk Region, conducted by employees of the Station of Agrochemical Service "Tomskaya", in Tomsk region 39 % of arable lands was removed from rotation and are overgrown with forest. According to the data of the agrochemical service, there is a decrease in soil fertility in the lands, used in agricultural production. Investigations in the field stationary experiments of the agrochemical service proved the advantage of biologization of agriculture with the use of bio-resources of agrocenosis (straw and green manure) as fertilizers. Over three rotations of a grain-fallow crop rotation under conditions of Tomsk region the increasing efficacy of green-manure fallow and regular application of straw as a fertilizer was noted in comparison with bare fallow. During the first rotation the yields of cereals in these variants were at the same level, during the second rotation it was higher by 7 % after green-manure fallow than after bare one, and during the third rotation it was higher by 20 %. At the present stage it is necessary to include the methods of Earth's remote sensing in the system of monitoring of agricultural lands taking into account local soil-vegetable and climatic peculiarities. There is a problem of integration of data of local terrestrial (and aerial) measurements in order to bring them to a common spatial and temporal grid of satellite measurements, to construct dynamic models of seasonal cycles used to evaluate the observed changes of satellite data.*

Keywords: *soil fertility, biological resources of agrocenosis, fertilizers, ameliorants, Earth's remote sensing.*

Author Details: *P.A. Chekmarev, member of the RAS, director of division; I.B. Sorokin, D. Sc. (Agr.), director; M.Yu. Kataev, D. Sc. (Tech.), prof.*

For citation: *Chekmarev P.A., Sorokin I.B., Kataev M.Yu. Agroecological State of Arable Lands in Tomsk Region and Prospects of Application of Methods of Earth's Remote Sensing. Zemledelie. 2017. No. 5. Pp. 7-10 (in Russ.).*

УДК 631.45:631.8

Изменение и состояние агрохимических показателей в почвах агроландшафтов юго-восточных и южных районов Воронежской области

М.А. ЖАБИН, кандидат сельскохозяйственных наук, директор (e-mail: agrohim_36_2@mail.ru)
С.В. МУХИНА, доктор сельскохозяйственных наук, зам. директора
Ю.А. КОНОВАЛОВ, начальник отдела
С.Н. МЕЩЕРЯКОВ, начальник отдела
Н.И. КАЛАШНИКОВ, главный агрохимик
Станция агрохимической службы «Таловская», квартал V, 84, пос. 2-го участка института им. Докучаева, Таловский р-н, Воронежская обл., 397463, Российская Федерация

В статье проанализированы результаты 9-и циклов сплошного агрохимического обследования пахотных почв юго-восточных и южных районов Воронежской области, проведенных в период с 1965 по 2015 гг. Почвы 13 обследуемых районов на 98 % представлены черноземами. В течение всего периода исследований по содержанию подвижного фосфора пахотные почвы зоны характеризовались как среднеобеспеченные этим элементом. Средневзвешенное содержание подвижных форм фосфора по зоне за это время повысилось с 67 (первый цикл) до 98 мг/кг почвы (девятый цикл), или на 46,3 %. Средневзвешенное содержание подвижного калия по циклам обследований варьировало от 113 до 138 мг/кг почвы. В годы первого цикла величина этого показателя составляла 114 мг/кг, в годы девятого – 126 мг/кг, что соответствует высокой обеспеченности. То есть на сегодняшний день его концентрация повысилась, по сравнению с исходной, на 10,5 %. По содержанию органического вещества черноземные почвы в зоне обследования характеризуются как малогумусированные. По данным последнего тура агрохимического обследования средневзвешенная величина этого показателя составила 5,2 %. Преобладающее большинство почв обследуемых районов имеют нейтральную реакцию. За годы наблюдений величина обменной кислотности сдвинулась на 0,2 единицы в сторону повышения отрицательного логарифма, а доля сильнокислых и среднекислых почв уменьшилась до 0,1 и 2,2 % соответственно. На 01.01.2017 г. пахотные почвы в зоне деятельности Станции агрохимической службы «Таловская» преимущественно характеризовались низкой обеспеченностью подвижными соединениями меди, цинка, кобальта и марганца. Средневзвешенные величины их содержания составляли соответственно 0,11, 0,2, 0,09 и 6,0 мг/кг. По валовой концентрации таких тяжелых металлов, как цинк, свинец, кадмий и ртуть почвы зоны относятся к первой группе, по содержанию мышьяка – к третьей группе.

Ключевые слова: *почва, плодородие, фосфор, калий, гумус, кислотность, микроэлементы, тяжелые металлы.*

Для цитирования: *Изменение и состояние агрохимических показателей в почвах агроландшафтов юго-восточных и южных районов Воронежской области / М.А. Жабин, С.В. Мухина, Ю.А. Коновалов, С.Н. Мещеряков, Н.И. Калашников // Земледелие. 2017. № 5. С. 11-13.*

Почва – это основное средство производства в сельском хозяйстве. Сохранение ее плодородия – государственная задача, обеспечивающая продовольственную безопасность страны [1]. Проблема регулирования плодородия почв в процессе их сельскохозяйственного использования всегда оставалась одной из важнейших в почвоведении и земледелии [2].

Использование почв неразрывно связано с фундаментальными исследованиями по вопросам количественного учета элементов плодородия почв, определения оптимальных параметров их химических, физико-химических, физических, водно-физических и биологических свойств в различных почвенно-климатических зонах. Рекомендуемые системы земледелия должны быть направлены на оптимизацию широкого комплекса параметров почвенного плодородия, а не только на улучшение отдельных свойств почвы [3, 4].

Агрохимическая служба с первых дней своего существования проводит мониторинг состояния плодородия почв, динамики агрохимических показателей и экологической безопасности земель сельскохозяйственного назначения [5]. Мировой и отечественный опыт свидетельствуют о том, что без агрохимической службы экономически эффективное сельскохозяйственное производство невозможно [6].

Цель наших исследований – анализ результатов мониторинга состояния почвенного плодородия и показателей экологической безопасности земель сельскохозяйственного назначения юго-восточных и южных административных районов Воронежской области за 9 циклов агрохимического обследования.

Потенциал плодородия почв Воронежской области один из самых высоких в стране [7]. В области 32 района, из них 13 юго-восточных и южных районов обслуживает ФГБУ «САС «Таловская». Площадь землепользования расположенных в этой зоне предприятий составляет 1722,8 тыс. га, в том числе пашни – 1309,7 тыс. га. Вся территория находится в зоне неустойчивого увлажнения. Преобладающее развитие получили почвы черноземного ряда. В основном это черноземы обыкновенные – 63,1 % площади, черноземы типичные – 21,5 %, черноземы выщелоченные – 7,7 %, лугово-черноземные почвы – 3,7 %, черноземы южные – 2,0 %, на долю других почв приходится 2,0 %. В десяти районах (Богучарский, Бутурлиновский, Верхнемамонский, Воробьёвский, Калачеевский, Кантемировский, Ольховатский, Павловский, Петропавловский, Россошанский), которые находятся в степной природной зоне, преобладают черноземы обыкновенные. В трёх районах (Бобровский, Таловский, Новохопёрский), расположенных в лесостепной зоне, – черноземы типичные.

При проведении агрохимического обследования показатели почвенного плодородия определяли по единым методикам, принятым в агрохимической службе: подвижные формы фосфора и калия – по Чирикову в модификации ЦИНАО, органическое вещество (гумус) – по Тюрину в модификации ЦИНАО, pH_{KCl} – методом ЦИНАО. Содержание подвижных форм микроэлементов определяли с использованием ацетатно-аммонийного буферного раствора (pH 4,8), валовых форм солей тяжёлых металлов – методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. За пятидесятилетний период деятельности выполнено 9 полных циклов агрохимического обследования.

Содержание подвижного фосфора – важнейший показатель, характеризующий уровень плодородия почв. В связи с этим регулирование фосфатного режима считается одним из основных направлений повышения производительной способности почв и урожайности сельскохозяйственных культур.

Результаты сравнительной оценки содержания фосфора по циклам обследования показывают, что к IX туру средневзвешенное количество подвижных форм этого элемента увеличилось, относительно I тура, когда агрохимические средства в сельскохозяйственной практике практически не использовали, на 46,3 % (рис. 1). С ростом применения минеральных и органических удобрений величина этого показателя в V цикле достигала максимума. Затем в связи с резким сокращением использования удобрений в 1995-2005 гг., содержание P_2O_5 в почве снизилось до 82 мг/кг.

Рис. 1. *Динамика содержания подвижного фосфора в почвах сельскохозяйственных угодий южной и юго-восточной части Воронежской области (мг/кг почвы).*

Однако за последнее десятилетие оно возросло до 98 мг/кг. Обеспеченность подвижным фосфором в целом по обследуемым районам сегодня находится на среднем уровне.

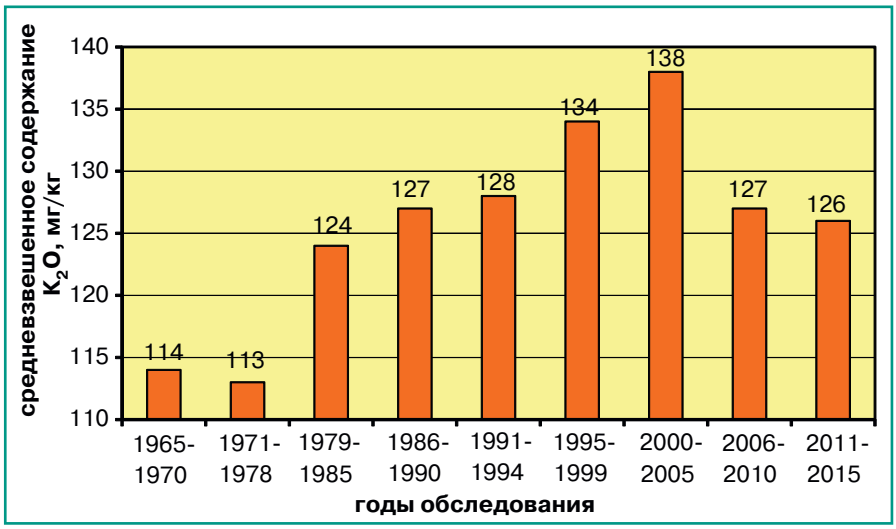


Рис. 2. *Динамика содержания подвижного калия в почвах сельскохозяйственных угодий южной и юго-восточной части Воронежской области (мг/кг почвы).*

Калийный режим – также один из основных показателей состояния плодородия почвы. Чернозёмы характеризуются повышенной обеспеченностью подвижным калием по причине его значительных запасов в почвообразующей породе. Содержание подвижных форм этого элемента с 1965 по 2015 гг. выросло на 10,5 % (рис. 2). В годы первого I и II туров (1965-1978 гг.) оно находилось в пределах 113-114 мг/кг. С увеличением использования агрохимических средств величина этого показателя к 2000-2005 гг. достигла 138 мг/кг. Сокращение использования удобрений закономерно привело к снижению содержания подвижного калия в почве. Средневзвешенная величина этого показателя по всем административным районам в 2015 г. составляла 126 мг/кг.

В системе факторов плодородия почвы особое место принадлежит содержанию и составу органического вещества. Гумус в силу особенностей химического строения отличается глобальным воздействием на всю почвенную систему и определяет основные свойства и режимы почв. Можно сказать, что гумусное состояние почвы в обследуемых районах Воронежской области за последние 30 лет практически не изменилось (рис. 3). Тенденцию снижения величины этого показателя в результате сокращения применения органических и минеральных удобрений отмечали в 2000-2005 гг.

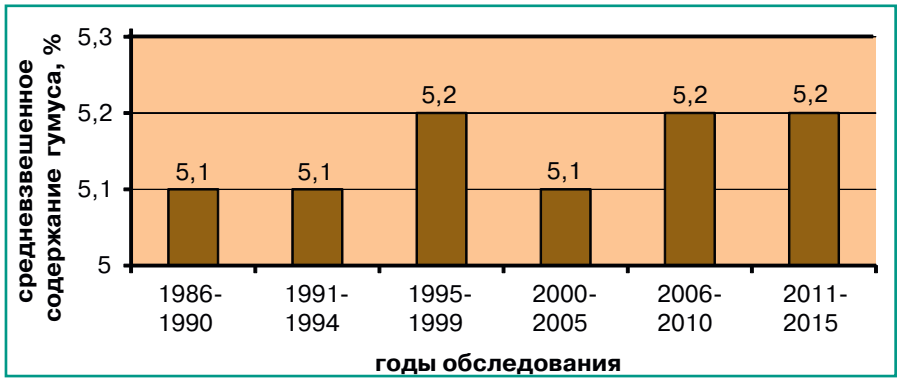


Рис. 3. *Динамика содержания гумуса в почвах сельскохозяйственных угодий южной и юго-восточной части Воронежской области (%).*

Почвенный раствор – главная среда жизнеобеспечения растений и протекания всех химических и биологических процессов. Величина его обменной кислотности за период с 1986 по 2015 гг. сдвинулась на 0,2 единицы в сторону повышения отрицательного логарифма (рис. 4). На сегодняшний день почвы юго-восточных и южных районов Воронежской области имеют реакцию близкую к нейтральной (23,1 %) и нейтральную (около 60,0 %). Доля слабокислых почв увеличилась до 15,2 %, сильнокислых и среднекислых – уменьшилась соответственно до 0,1 и 2,2 %.

Микроэлементы и тяжелые металлы – понятия, относящиеся к одним и тем же элементам, но используемые в разных значениях, характеризующих их концентрацию в почве, удобрениях, продукции растениеводства и животноводства. Справедливо использовать понятие «тяжёлые металлы», когда речь идёт об опасных для человека и животных концентрациях, и говорить о микроэлементах тогда, когда они находятся в почве, воде, растениях и организме теплокровных в малых концентрациях. В то же время имеется группа особо токсичных металлов, к которым относится ртуть, свинец, кадмий и мышьяк. Это наиболее опасные загрязнители окружающей среды.

Содержание подвижного цинка в нейтральных и карбонатных почвах составляет доли процента от общего количества и зависит, в первую очередь, от кислотности почвы. На 01.01.2017 г. его средневзвешенное содержание по зоне обслуживания Станции агрохимической службы «Таловская» составляло 0,2 мг/кг (см. табл.). Кроме того, почвы обследуемых административных районов слабо обеспечены подвижной формой меди. Ее содержание в среднем составляет 0,11 мг/кг. Это обусловлено физико-химическим действием карбоната кальция, адсорбирующим и прочно удерживающим Cu на поверхности своих частиц. Концентрация подвижных форм марганца и кобальта в пахотных горизонтах почвы в зоне обслуживания станции также невысокая: в среднем по районам 6,0 и 0,09 мг/кг.

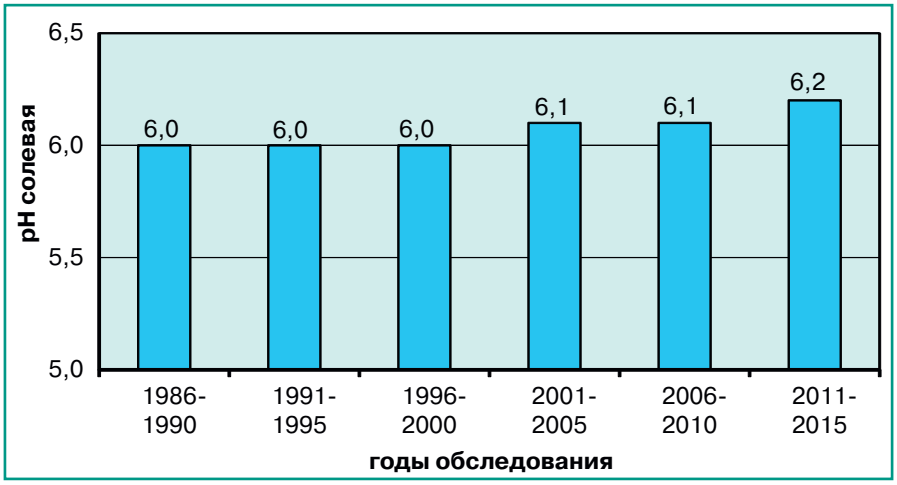


Рис. 4. *Динамика реакции почвенного раствора в сельскохозяйственных угодьях южной и юго-восточной части Воронежской области.*

По валовому содержанию солей цинка, свинца, ртути и кадмия пахотные почвы обследуемых районов относятся к первой группе эколого-токсикологической оценки. На таких территориях можно возделывать любые сельскохозяйственные культуры. По валовому количеству мышьяка они соответствуют третьей группе эколого-токсикологической оценки. Почвы, отнесённые к этой категории, пригодны для возделывания практически всех культур, однако растениеводческую продукцию необходимо контролировать на содержание тяжелых металлов [8].

Содержание микроэлементов в пахотных почвах юго-восточных и южных районов Воронежской области на 01.01.2017 г.

Район	Подвижные формы, мг/кг			
	Zn	Cu	Mn	Co
Таловский	0,4	0,11	6,1	0,09
Бобровский	0,2	0,09	5,9	0,08
Новохопёрский	0,3	0,11	5,1	0,10
Бутурлиновский	0,2	0,13	6,9	0,11
Богучарский	0,2	0,13	6,7	0,10
Воробьёвский	0,2	0,11	5,6	0,09
Верхнемамонский	0,2	0,09	6,0	0,10
Кантемировский	0,2	0,09	5,3	0,08
Калачеевский	0,2	0,10	5,6	0,09
Россошанский	0,3	0,13	6,6	0,10
Ольховатский	0,3	0,15	6,4	0,10
Павловский	0,2	0,10	5,8	0,08
Петропавловский	0,2	0,10	5,7	0,08
По районам	0,2	0,11	6,0	0,09

Результаты мониторинга показателей почвенного плодородия 9-и циклов агрохимического обследования свидетельствуют, что почвы различных административных юго-восточных и южных районов Воронежской области среднеобеспечены подвижным фосфором (средневзвешенное содержание 98 мг/кг) и высоко обеспечены подвижным калием (126 мг/кг). Средневзвешенное содержание гумуса составляет 5,2 %, поэтому почвы зоны обслуживания САС «Таловская» характеризуются как малогумусированные. Преобладающее большинство почв имеет нейтральную реакцию. Существенных изменений по количеству гумуса и pH_{KCl} за последние 30 лет не прослеживалось. Агрогенный горизонт обследуемых почв низко обеспечен подвижными формами меди, цинка, марганца и кобальта. По валовой концентрация цинка, свинца, кадмия и ртути их можно отнести к первой группе эколого-токсикологической оценки, мышьяка – к третьей группе.

Литература.

1. Черкасов Е.А. Динамика основных показателей плодородия пахотных почв Ульяновской области за 50 лет //Достижения науки и техники АПК. 2014. № 7. С. 27–29.

2. Мухина С.В. Агрохимические и экологические аспекты применения удобрений на чернозёмах юго-востока ЦЧЗ: дис. … д-ра с.-х. наук. Каменная Степь, 2006. 580 с.

3. Минеев В.Г. Оптимизация применения удобрений и экологические аспекты современного земледелия // Вестник сельскохозяйственной науки. 1987. № 6. С. 23–30.

4. Шишов Л.Л., Карманов И.И., Дурманов Д.Н. Критерии и модели плодородия почв. М.: Агропромиздат, 1987. С. 184.

5. Чекмарёв П.А. 50 лет агрохимической службе Российской Федерации // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 4. С. 3–5.

6. Чекмарёв П.А. Агрохимическое и агроэкологическое состояние почв, эффективность применения средств химизации и новых комплексных удобрений в Брянской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 7. С. 24–33.

7. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Воронежской области / под общей ред. А.В. Гордеева. Воронеж: Кварта, 2013. 446 с.

8. Овчаренко М.М. О проведении работ по токсикологической оценке почв и продукции растениеводства в 1994 г. М.: ЦИНАО. С. 1–6.

Variation and Current State of Agrochemical Indicators in the Soils of Agricultural Landscapes of the Southeast and South Areas of Voronezh Region

M.A. Zhabin, S.V. Mukhina, Y.A. Konovalov, S.N. Meshcheryakov, N.I. Kalashnikov
Station of Agrochemical Service "Talovskaya", kvartal V, 84, pos. 2-go uchastka instituta im. Dokuchaeva, Talovskii r-n, Voronezhskaya obl., 397463, Russian Federation

Abstract. *The article analyzes the results of nine cycles of complete agrochemical survey of arable soils of the southeast and south areas of Voronezh region for the period from 1965 to 2015. The soil of the thirteen survey areas was presented by chernozems by 98 %. During the whole period of the research, the arable soils of the zone were characterized as medium provided with mobile phosphorus. The average weighted content of mobile forms of phosphorus increased from 67 mg/kg (the first cycle) to 98 mg/kg (the ninth cycle), or by 46.3 %. The average weighted content of mobile potassium in the cycles of the survey varied from 113 to 138 mg/kg. In the first cycle the value of this index was 114 mg/kg, in the ninth cycle – 126 mg/kg, it corresponds to high provision. Its concentration increased by 10.5 % compared to the first cycle. According to the content of organic matter chernozem soils in the zone of the survey are characterized as low-humic. According to the last cycle of the agrochemical survey the average weighted value of this indicator is 5.2 %. The majority of the soils of the areas examined are neutral. Over the years of observation, the value of exchange acidity shifted by 0.2 units toward a rise in the negative logarithm, while the proportion of strongly acidic and medium-acidic soils decreased to 0.1 and 2.2 %, respectively. As of January 1, 2017, the arable soils of the activity zone of the Agrochemical Service Station "Talovskaya" were predominantly characterized by the low availability of mobile compounds of copper, zinc, cobalt, and manganese. The average weighted values of their content were 0.11, 0.2, 0.09, and 6.0 mg/kg, correspondingly. According to the gross concentration of such heavy metals as zinc, lead, cadmium, and mercury the soils of the zone are referred to the first group, according to the gross concentration of arsenic – to the third group.*

Keywords: *soil, fertility, phosphorus, potassium, humus, acidity, trace elements, heavy metals.*

Author Details: *M.A. Zhabin, Cand. Sc. (Agr.), director (e-mail: agrohim_36_2@mail.ru); S.V. Mukhina, D. Sc. (Agr.), deputy director; Y.A. Konovalov, head of division; S.N. Meshcheryakov, head of division; N.I. Kalashnikov, chief agrochemist.*

For citation: *Zhabin M.A., Mukhina S.V., Konovalov Y.A., Meshcheryakov S.N., Kalashnikov N.I. Variation and Current State of Agrochemical Indicators in the Soils of Agricultural Landscapes of the Southeast and South Areas of Voronezh Region. Zemledelie. 2017. No. 5. Pp. 11-13.*

УДК 631.45:631.8

Состояние плодородия и динамика изменения содержания элементов питания в почвах Саратовского Заволжья

А.Н. ХОЛИН, директор (e-mail: agrohim_64_3@mail.ru)
А.С. ФРАНЦЕВ, начальник отдела
А.П. ЛЕБЕДИХИН, начальник отдела
Станция агрохимической службы «Ершовская», ул. им. Некрасова, 1, Ершов, Саратовская обл., 413502, Российская Федерация

Территория обслуживания ФГБУ САС «Ершовская» расположена в левобережье Саратовской области и включает в себя три почвенно-климатических зоны: засушливая черноземная, сухая степь, полупустынная степь. На сегодняшний день закончен шестой цикл обследования. По итогам анализа динамики основных показателей плодородия почвы можно отметить общее снижение гумуса с 3,46 до 2,8 % (по Тюрину). Так же наблюдается устойчивое уменьшение содержания калия, особенно в последние 20 лет, с 506 до 458 мг/кг, что, вероятно, связано с высокой долей посевов подсолнечника в структуре посевных площадей. Содержание фосфора выросло, однако это повышение мало влияет на общее плодородие почвы. Реакция почвенного раствора нейтральная почти на всей площади пашни. Значительных ее изменений за период наблюдений не установлено. За годы проведения обследований отмечено уменьшение содержания меди (с 0,18 до 0,11 мг/кг) и увеличение количества марганца (с 9,1 до 13,5 мг/кг). Применение удобрений даже в годы с максимальным их внесением (1986-1990 гг.) не обеспечивало бездефицитного баланса основных элементов питания в Саратовском Заволжье. В этот период использовали по 25 кг/га NPK, а баланс составлял -45,2 кг/га. В годы проведения последнего цикла (2006-2015 гг.) обследования интенсивность применения минеральных удобрений упала до 1 кг/га пашни, а отрицательный баланс NPK находился на уровне -42 кг/га, что объясняется в первую очередь большой площадью неиспользуемой пашни. Для поддержания, хотя бы нулевого баланса, на сегодняшний день необходимо вносить 40-45 кг действующего вещества минеральных удобрений на 1 га пашни.

Ключевые слова: *элементы питания, Саратовская область, плодородие, удобрения, баланс.*

Для цитирования: *Холин А.Н., Францев А.С., Лебедихин А.П. Состояние плодородия и динамика изменения содержания элементов питания в почвах Саратовского Заволжья // Земледелие. 2017. № 5. С. 14-17.*

Государственный мониторинг плодородия – система сплошных наблюдений за состоянием плодородия земель на всех участках сельскохозяйственного назначения на территории Российской Федерации, независимо от их принадлежности. Работы по мониторингу плодородия земель сельскохозяйственных угодий возложены Минсельхозом России на агрохимическую службу.

Основные задачи агрохимического мониторинга состояния земель заключаются в следующем:

своевременное выявление изменения состояния плодородия сельскохозяйственных угодий;

их оценка, прогноз на перспективу и принятие необходимых мер по сохранению и улучшению плодородия почв;

разработка рекомендаций по эффективному использованию земель сельскохозяйственного назначения, предупреждению и устранению последствий негативных процессов.

Цель нашего исследования – оценка состояния плодородия и динамики изменения содержания элементов питания в почвах Саратовского Заволжья.

В зону обслуживания ФГБУ САС «Ершовская» входят девять районов Саратовского Заволжья (Александрово-Гайский, Дергачевский, Ершовский, Ивантеевский, Краснопартизанский, Новоузенский, Озинский, Перелюбский и Пугачевский). На севере ее территория граничит с Самарской областью, на востоке и юго-востоке – с Республикой Казахстан (Уральская область). Общая площадь сельскохозяйственных угодий составляет 2855,704 тыс. га, в том числе пашни 1809,950 тыс. га, многолетних насаждений – 1,208 тыс. га, сенокосов – 37,911 тыс. га, пастбищ – 1006,635 тыс. га.

Территория обслуживания станции включает в себя три почвенно-климатических зоны: засушливая черноземная, сухая степь, полупустынная степь. С этим связана различная интенсивность внесения удобрений.

Северная левобережная микрозона (Ивантеевский, Пугачевский, Перелюбский районы) относится к черноземно-степной провинции. Климат на этой территории засушливый. Основной почвенный покров – черноземы южные, меньшую часть занимают темно-каштановые почвы. Средневзвешенное содержание подвижного фосфора в почвах этой зоны составляет 19,4 мг/кг (по методу Мачигина), калия – 481 мг/кг (по методу Мачигина), гумуса – 3,9-4,0 % (по методу Тюрина). Доля почв с очень низкой обеспеченностью подвижными формами фосфора составляет 10,8 % от общей площади пашни, с низкой – 38,6 %, со средней – 43,2 %, с повышенной и высокой – 7,4 %. Среднее содержание подвижного калия характерно для 0,7 % площади пашни, повышенное – для 37 %, высокой – для 61,4 %, очень высокое – для 0,9 %.

Климат центральной левобережной микрозоны (Ершовский, Краснопартизанский районы) очень засушливый теплый. Почвенный покров здесь сравнительно однообразен, в основном преобладают темно-каштановые и каштановые почвы. Средневзвешенное содержание подвижных форм фосфора и калия составляет 22,5 и 463,9 мг/кг, гумуса – 2,9 %. На долю почв с очень низкой обеспеченностью подвижным фосфором приходится 13,5 % общей площади пашни, с низкой 30,6 %, со средней – 36,3%, с повышенной – 12,4 %, с высокой – 5,1 % и с очень высокой – 2,1 %. Средним содержанием подвижного калия характеризуются почвы 0,1 % пахотных земель, повышенным – 30,3 %, высоким – 63,4 %, очень высоким – 6,2 %.

Юго-восточная микрозона (Дергачевский, Александрово-Гайский, Новоузенский и Озинский районы) характеризуется очень засушливым умеренно-жарким в северной части, жарким и сухим в юж-

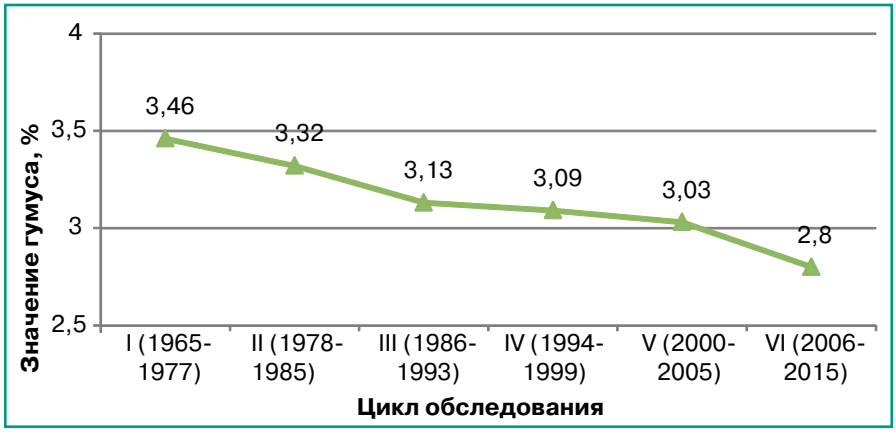


Рис. 1. *Средневзвешенное содержание гумуса (по Тюрину) в почвах Саратовского Заволжья по циклам обследования.*

Рис. 2. *Средневзвешенное содержание подвижного фосфора (по Мачигину) в почвах Саратовского Заволжья по циклам обследования.*

ной части климатом. Почвенный покров неоднороден, основной фон составляют каштановые и светло-каштановые почвы, на северо-востоке темно-каштановые. Средневзвешанное содержание подвижных форм фосфора и калия в почвах составляет 20,7 и 491 мг/кг, гумуса – 2,65 %. Очень низкой обеспеченностью подвижным фосфором характеризуются 10,8 % почв пашни, низкой – 38,6 %, средней – 43,2 %, повышенной – 6,1 %, высокой – 1,0 %, очень высокой – 0,3 %, средним содержанием подвижного калия – 0,7 %, повышенным – 25,4 %, высоким – 61,0 %, очень высоким 12,9%. На сегодняшний день ФГБУ САС «Ершовская» завершен шестой цикл обследования.

При анализе динамики показателей плодородия за 50 лет можно отметить устойчивое снижение средневзвешенного содержания гумуса (рис. 1), которое происходило даже в годы с наибольшей интенсификацией сельскохозяйственного производства. Это связано, прежде всего, с недостаточным внесением органических удобрений. Увеличение скорости ухудшения гумусного состояния почвы в последние годы, возможно, обусловлено расширением площади посевов подсолнечника, так как по мнению некоторых авторов возделывание пропашных культур приводит к увеличению минерализации гумуса [1].

Так, установлено, что почвы под зерновыми культурами ежегодно теряют гумуса 0,4-1 т/га, под пропашными — в 1,5-3 раза больше [2].

При этом аналогичные изменения характерны и для других регионов [3]. Например, в Липецкой области за такой же период исследований (50 лет) содержание гумуса уменьшилось на 0,4 %, что обусловлено постоянным недостаточным внесением органических удобрений [4].

Динамика изменения содержания такого важного для растения минерального элемента, как фосфор не так однозначна, как гумуса. В течение всего периода проведения обследований наблюдали рост средневзвешенной величины этого показателя с некоторым спадом в конце XX – начале XXI столетия (рис. 2). В то же время следует отметить, что все изменения содержания подвижного фосфора колебались в пределах одной градации и не оказывали значительного влияния на общее состояние почвы.

Результаты анализа свидетельствуют о наметившейся тенденции снижения содержания подвижного калия в период проведения V (2000-2005 гг.) и VI (2006-2015 гг.) циклов обследования (рис. 3). По средневзвешенной величине этого показателя почвы перешли из группы с высокой обеспеченностью в

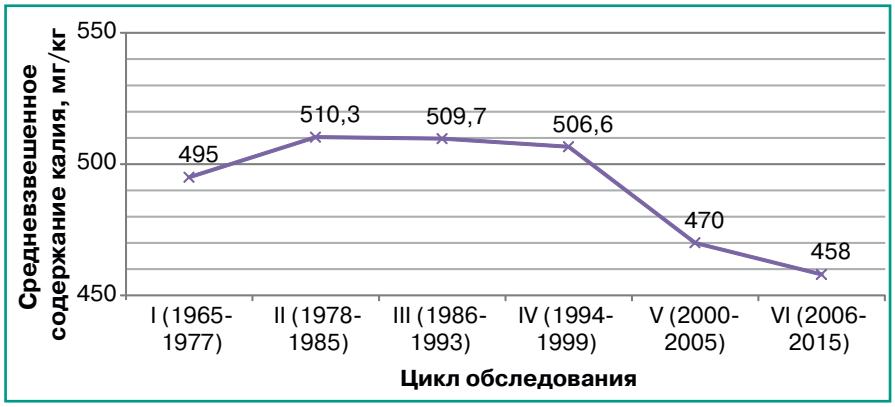


Рис. 3. *Средневзвешенное содержание подвижного калия (по Мачигину) в почвах Саратовского Заволжья по циклам обследования.*

По данным федеральной службы государственной статистики, в период с 2008 по 2016 гг. площадь посевов подсолнечника увеличилась почти в 2 раза и достигла 29,5 % от всей посевной площади.

категорию с повышенным содержанием подвижного калия, а в последние годы в хозяйствах все чаще встречаются почвы со средней обеспеченностью. Очевидно, это также связано с высокой долей посевов подсолнечника в се-

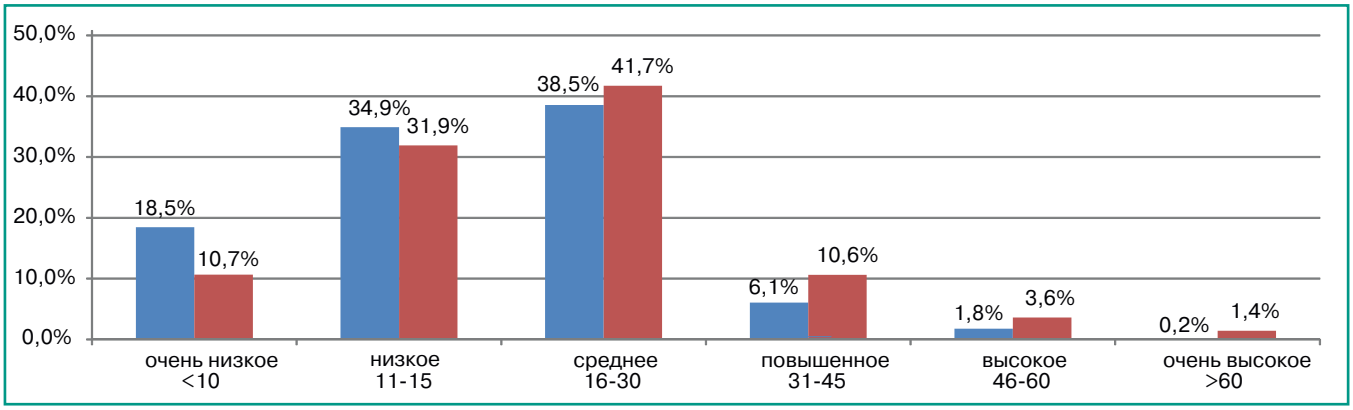


Рис. 4. *Распределение площади пашни по содержанию фосфора в V (2000-2005 гг.) и VI (2006-2015 гг.) турах агрохимического обследования почвы: — V тур (средневзвешенное 18 мг/кг); — VI тур (средневзвешенное 22 мг/кг).*

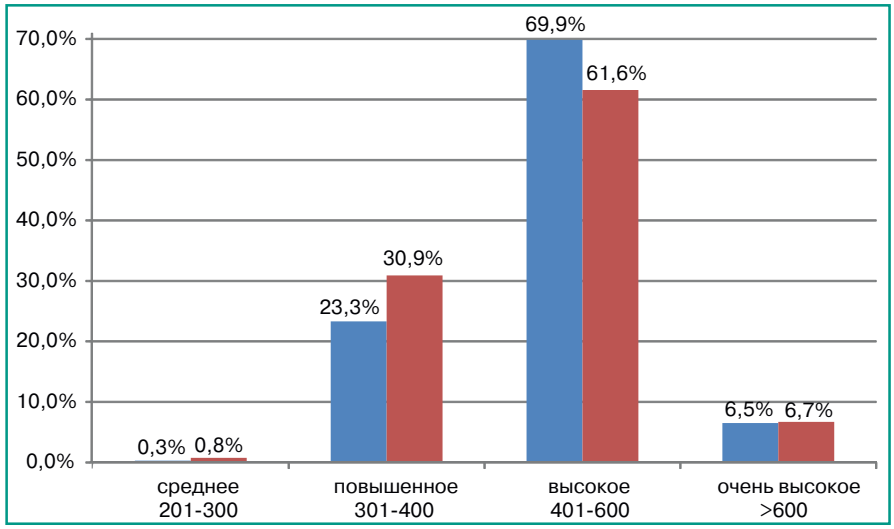


Рис. 5. *Распределение площади пашни по содержанию калия в V (2000-2005 гг.) и VI (2006-2015 гг.) турах агрохимического обследования почвы: — V тур (средневзвешенное 471 мг/кг); — VI тур (средневзвешенное 459 мг/кг).*

вообороте, который выносит из почвы в 1,6-2 раза больше N и P_2O_5, в 6 раз K_2O, чем зерновые культуры [5]. Вынос элементов питания сельскохозяйственными культурами определяется урожайностью и плодородием почвы. Средний сбор семян подсолнечника в зоне деятельности САС «Ершовская» равен 11 ц/га, следовательно, ежегодный вынос составляет 49 кг/га азота, 22,7 кг/га фосфора и 138 кг/га калия.

Еще одна важная составляющая плодородия – степень кислотности. В зоне обслуживания ФГБУ САС «Ершовская» практически все почвы нейтральны. За период наблюдений значительных колебаний величины этого показателя не отмечали: 98,5 % площади пашни занимают почвы с нейтральной степенью кислотности и 1,5 % с близкой к нейтральной.

Особенно интересна, на наш взгляд, динамика показателей почвенного плодородия в последние годы. Результаты анализа свидетельствуют, что за период между пятым и шестым турами обследования доля пашни с очень низким содержанием фосфора в зоне обслуживания ФГБУ САС «Ершовская» уменьшилась на 7,8 %, с низким – на 3 %, со средней обеспеченностью подвижными формами этого элемента увеличилась на 3,3 %, с повышенной – на 4,5 %, с высокой – на 1,8 %, с очень высокой – на 1,2 %. Средневзвешенное содержание подвижного фосфора в V туре составило 18 мг/кг, в VI туре – 22 мг/кг (рис. 4). При этом, например, в ЦЧЗ наибольшее средневзвешенное содержание фосфора в почве отмечали во второй половине 90-х гг. XX столетия, после чего прослеживается устойчивая тенденция снижения величины этого показателя [6].

Средневзвешенное содержание подвижного калия с 2000-2005 гг. по 2006-2015 гг. снизилось с 471 до 459 мг/кг (рис. 5). При этом доля почв со средней обеспеченностью эти элементом увеличилась на 0,5 %, с повышенной – на 7,6 % и с очень высокой – на 0,2%, одновременно площадь пашни с высоким содержанием подвижного калия уменьшилась на 8,3 %.

Динамика гумуса в зоне обслуживания ФГБУ САС «Ершовская» в период между пятым и шестым турами обследования была разнонаправленной (рис. 6). Отмечено увеличение относительной площади почв как с очень низким (на 11,3 %)

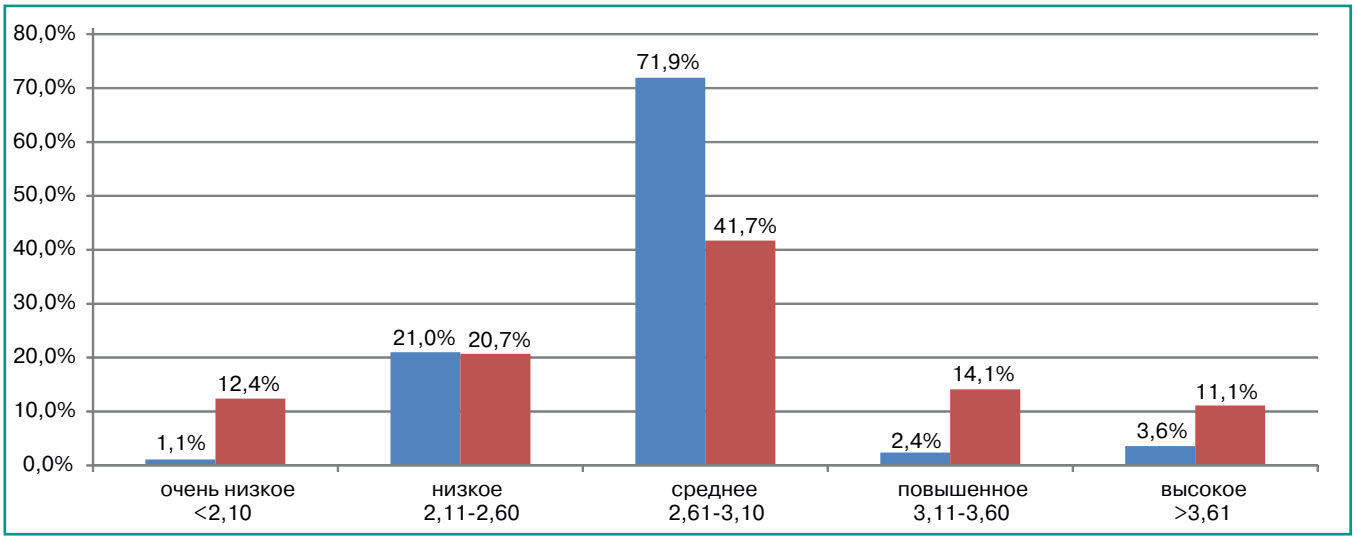


Рис. 6. *Распределение площади пашни по содержанию гумуса в V (2000-2005 гг.) и VI (2006-2015 гг.) турах агрохимического обследования почвы: — V тур (средневзвешенное 2,9 %); — VI тур (средневзвешенное 2,7 %).*

1. Распределение площади пашни по содержанию микроэлементов в зоне обслуживания ФГБУ САС «Ершовская»

Цикл обследования	Доля пашни, %			Средневзвешанное, мг/кг
	с низким содержанием	со средним содержанием	с высоким содержанием	
Сера				
V	48,0%	51,0%	1,0%	6,88
VI	46,0%	53,4%	0,7%	6,95
Марганец				
V	84,0%	16,0%	0,0%	9,1
VI	24,0%	72,8%	3,2%	13,5
Цинк				
V	100,0%	0,0%	0,0%	1,0
VI	98,8%	0,9%	0,3%	1,04
Медь				
V	69,0%	31,0%	0,0%	0,18
VI	94,4%	5,6%	0,0%	0,11
Кобальт				
V	100,0%	0,0%	0,0%	0,05
VI	99,0%	0,9%	0,1%	0,05

2. Применение удобрений и химическая мелиорация почв в зоне обслуживания ФГБУ САС «Ершовская»

Показатель	Годы									
	1965-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Внесение минеральных удобрений, кг д.в./га	4	5	10	22	25	7,5	5,5	1,3	0,9	1
Внесено органических удобрений (в пересчете на минеральные удобрения), кг д.в./га	4,2	7	11,2	1,7	1,3	9,8	0,6	0,3	0,2	0,6
Гипсование, тыс. га				35,71	56,64		52,26	2,6	1,06	
Средняя урожайность зерновых, ц/га	9,3	8,9	9,8	11,6	10,1	8,9	7,6	11	11,2	9,6
Баланс(NPK), кг д.в./га	-74,8	-66	-69,8	-36,2	-45,2	-50,5	-51	-43,5	-43,7	-42

и низким (на 0,3%) его содержанием, так и с повышенной (на 11,7 %) и высокой (на 7,5 %) обеспеченностью. При этом доля почв со средним содержанием гумуса уменьшилась на 30,2 %. Одновременно средневзвешенная величина гумуса сократилась на 0,2 % (с 2,9 до 2,7 %). Вероятно, такая разнонаправленная динамика обусловлена, с одной стороны, высокой долей в севооборотах паров и подсолнечника, что приводит к минерализации гумуса, с другой, площади неиспользуемой пашни дают возможность почве накопить некоторое количество органического вещества.

Чуть больше половины почв в зоне обслуживания ФГБУ САС «Ершовская» в 2006-2015 гг. характеризовались средней и высокой обеспеченностью серой (53,4 и 0,6 % соответственно). Изменения, по сравнению с предыдущим циклом обследования, были незначительными. Средневзвешенное содержание серы в V туре составляло 6,88 мг/кг, в VI туре – 6,95 мг/кг (табл. 1). Основная часть почв на обслуживаемой территории (98,8-99,0 %) относится к низко обеспеченным цинком и кобальтом. Средневзвешенное содержание этих элементов в 2006-2015 гг. составило1,04 и 0,05 мг/кг соответственно. Средневзвешенное содержание меди в почве в период с V по VI тур обследования сократилось с 0,18 до 0,11 мг/кг, а марганца – возросло с 9,1 до 13,5 мг/кг.

За 50 лет деятельности станции пик применения минеральных удобрений в зоне ее обслуживания приходился на период с 1986 по 1990 гг., после чего их внесение резко снизилось и в 2006-2015 гг. не превышало 1 кг д.в./га пашни (табл. 2). В использовании органических удобрений отмечены два пика – с 1976 по 1980 гг. и с 1991 по 1995 гг., а затем также произошло резкое снижение. Однако даже в годы с относительно высоким внесением удобрений баланс элементов питания был отрицательным.

В начале 80-х наблюдался рост урожайности зерновых культур. В это время дозы минеральных удобрений были одними из самых высоких за период наблюдений, однако и такое количества вносимых элементов питания не оказало существенного влияния на среднюю урожайность по районам и в целом по зоне обслуживания ФГБУ САС «Ершовская». Для поддержания, хотя бы нулевого баланса, на сегодняшний день необходимо вносить 40-45 кг действующего вещества минеральных удобрений в год на 1 га пашни. Результаты полевых опытов с различным сочетанием и разными дозами внесения минеральных удобрений подтверждают не эффективность их применения в малых дозах. Особенно это заметно на яровой пшенице. Так, в опытах, проводившихся станцией на территории бывшего колхоза «Рефлектор» Ершовского района, при внесении удобрений в дозе $N_{40}P_{40}$ прибавка урожая составила 0,8 ц/га, а в варианте с $N_{60}P_{60}$ – 3,9 ц/га. При этом в первом случае она не окупала затрат, а во втором рентабельность внесения удобрений составила 108 %.

Таким образом, анализ результатов мониторинга основных агрохимических показателей почв Саратовского Заволжья свидетельствует о том, что на этой территории продолжает снижаться содержание гумуса и калия, в то же время количество фосфора сохраняется на стабильном уровне и даже несколько увеличивается. Баланс элементов минерального питания в почве оставался отрицательным даже в годы интенсивного внесения минеральных удобрений. Для решения этой проблемы сегодня необходимо ежегодное применение не менее 40 т/га навоза и не менее 45 кг/га д.в. минеральных удобрений. Кроме того, замедлить снижение содержания гумуса и калия в почве позволило бы сокращение площадей занимаемых подсолнечником.

Литература.

1. Ковриго В.П., Кауричев И.С., Бурлакова Л.М. Почвоведение с основами геологии. М.: Колос, 2000.

2. Удобрение и баланс гумуса в почве [Электронный ресурс] // Зооинженерный факультет МСХА. URL: http://www.activestudy.info/udobrenie-i-balans-gumusa-v-pochve/ (дата обращения: 01.06.2017).

3. Чекмарев П.А., Прудников П.В. Агрохимическое и агроэкологическое состояние почв, эффективность применения средств химизации и новых комплексных удобрений в Брянской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 7. С. 24-33.

4. Мониторинг агрохимических показателей почв Липецкой области / П.А. Чекмарев, Ю.И. Сискевич, Н.С. Бровченко, К.Н. Гасиев, В.А. Никулова // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 8. С. 9-16.

5. Рекомендации по проектированию интегрированного применения средств химизации в ресурсосберегающих технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 462 с.

6. Фосфор в земледелии Центрально-Черноземного района / П.А. Чекмарев, С.В. Лукин, Ю.И. Сискевич, Н.П. Юмашев, А.Н. Хижняков // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 5. С. 21-23.

Fertility State and Time History of Nutrient Content in the Soils of the Saratov Trans-Volga Region

A.N. Kholin, A.S. Frantsev, A.P. Lebedikhin
Station of Agrochemical Service "Ershovskaya", ul. im. Nekrasova, 1, Ershov, Saratovskaya obl., 413502, Russian Federation

Abstract. *The service area of FGBU SAS "Ershovskaya" is located in the left bank area of Saratov region and includes three soil and climatic zones: arid chernozem, dry steppe, and semi-desert steppe. To date, the sixth survey cycle is completed. According to the results of the analysis of the dynamics of main indicators of soil fertility, it could be noted a general decrease in humus content from 3.46 % to 2.8 % (by Tyurin). There is also a steady decrease in potassium content, especially for the last 20 years, from 506 to 458 mg/kg, which is probably due to a high fraction of sunflower in a crop rotation. The content of phosphorus grew, but this increase slightly affects general soil fertility. The reaction of soil solution is neutral almost in the whole arable land area. There were not established significant changes of it over the observation period. During the years of the survey, a decrease in copper content (from 0.18 to 0.11 mg/kg) and an increase in manganese content (from 9.1 to 13.5 mg/kg) was noted. The use of fertilizers, even in the years with its maximal application (1986–1990) did not ensure a deficit-free balance of main nutrients in the Saratov trans-Volga region. During that period it was applied 25 kg/ha of nitrogen, phosphorus, and potassium, and the balance was -45.2 kg/ha. In the years of the last cycle (2006–2015) of the survey the intensity of application of mineral fertilizers fell to 1 kg/ha of arable land, and the negative balance of NPK was at the level of -42 kg/ha, which is primarily due to the large area of unused land. Thus, to maintain, at least, zero balance it is necessary to apply 40-45 kg of active substance of mineral fertilizer on 1 hectare of arable land.*

Keywords: *nutrition elements, Saratov region, fertility, fertilizers, balance.*

Author Details: *A.N. Kholin, director (e-mail: agrohim_64_3@mail.ru); A.S. Frantsev, head of division; A.P. Lebedikhin, head of division.*

For citation: *Kholin A.N., Frantsev A.S., Lebedikhin A.P. Fertility State and Time History of Nutrient Content in the Soils of the Saratov Trans-Volga Region. Zemledelie. 2017. No. 5. Pp. 14-17.*

УДК 631.874:631.583:631.445.4

Роль многолетних трав и интенсивной системы земледелия в повышении энергетического потенциала органического вещества длительно орошаемой лугово-черноземной почвы

Ю.В. АКСЕНОВА[1], кандидат биологических наук, доцент (e-mail: axsenovajulia@gmail.com)
В.С. БОЙКО[2], доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора (e-mail: boicko.vasily2011@yandex.ru)
[1]Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, Институтская пл., 1, Омск, 644008, Российская Федерация
[2]Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, просп. Королева, 26, Омск, 644012, Российская Федерация

Установлено влияние длительного (более 35 лет) орошения, применения удобрений и возделывания многолетних трав на энергетический потенциал органического вещества лугово-черноземной почвы. В условиях орошения величина этого показателя на 172-756 гДж/га выше, чем в почве, используемой в богарном земледелии. При систематическом применении удобрений на фоне орошения запасы энергии, сосредоточенные в органическом веществе почвы, возрастают на 379-445 гДж/га, а по отношению к энергопотенциалу органического вещества богарной почвы – на 617-1135 гДж/га. Значительное повышение энергопотенциала органического вещества почвы наблюдали под влиянием многолетних трав и травосмеси, возделываемых как с применением удобрений, так и без них. Запасы энергии в органическом веществе почвы, занятой травосмесью из суданской травы с бобами, составляли 3638-4029 гДж/га, под козлятником восточным 14-го года жизни – 4101-4480 гДж/га. При этом энергопотенциал органического вещества почвы на богаре (под пшеницей) находился на уровне 3345 гДж/га, а на орошении под ячменем он варьировал в диапазоне 3517-3962 гДж/га. Запасы энергии, аккумулированные в органическом веществе и гумусе, возрастали в ряду: зерновые культуры (пшеница, ячмень) – однолетние травы (травосмесь из суданской травы с бобами) – многолетние травы (козлятник восточный 14-го года жизни).

Ключевые слова: *энергетический потенциал органического вещества, энергоемкость почвы, запасы энергии, орошение, гумус.*

Для цитирования: *Аксенова Ю.В., Бойко В.С. Роль многолетних трав и интенсивной системы земледелия в повышении энергетического потенциала органического вещества длительно орошаемой лугово-черноземной почвы // Земледелие. 2017. № 5. С. 18-20.*

Подчеркивая общепланетарное значение почвенного покрова в биосфере как аккумулятора и распределителя энергии, В.А. Ковда отмечал, что именно органическое вещество обладает значительными ресурсами скрытой энергии, при этом он отводил главную роль в ее накоплении живым организмам: «именно растения аккумулируют колоссальное количество энергии, связанной в массе растительного органического вещества». В.Р. Вильямс также подчеркивал главную роль растений «в процессе непосредственного преобразования кинетической энергии солнечного луча в потенциальную энергию органического вещества» [1]. Запасы энергии, сосредоточенные в растительном материале разных природных зон, варьируют в широком интервале: от 2000 кал/см^2 в год в степи до 71250 кал/см^2 в год во влажных тропических лесах [2]. В почвах агроландшафтов объемы поступающей растительной биомассы, которая служит источником «свежего» органического вещества и заключенной в нем энергии, резко сокращаются. При недостаточном поступлении растительного материала в почву и длительном сельскохозяйственном ее использовании, особенно в условиях экстенсивной системы земледелия, происходит снижение содержания почвенного органического вещества и сокращение запасов энергии, аккумулированных в нем. Поэтому изменение уровня плодородия и агроэкологического состояния почв агроландшафтов можно оценивать и через показатели их энергетического состояния [3-6].

Наиболее актуальна эта проблема для орошаемых почв, так как из-за интенсивной антропогенной нагрузки они быстро трансформируются под влиянием дополнительно поступающей влаги, что снижает уровень их плодородия, а соответственно, и энергоемкость почв, а также запасы энергии, аккумулированные в их органическом веществе.

Цель исследования – установить влияние длительного (более 35 лет) орошения, минеральных удобрений и многолетних трав на энергетические характеристики органического вещества лугово-черноземной почвы, используемой в зернотравяном севообороте.

Исследования проводили в стационарных полевых опытах Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства, заложенных в 1977-1978 гг. в восьмипольном зернотравяном севообороте. Из многолетних культур в севооборот включали люцерну, козлятник восточный, кострец безостый, донник белый и желтый, из однолетних культур – бобово-мятликовые травосмеси, суданскую траву, просо, капустные, зерновые яровые (пшеницу мягкую и твердую) и озимые (пшеницу и рожь), а также ячмень яровой.

Почва опытного стационара – длительно орошаемая лугово-черноземная среднемощная среднегумусная тяжелосуглинистая и ее богарный (неорошаемый) аналог. Содержание подвижного фосфора (по Чирикову) в почве неудобренных фонов варьировало в диапазоне 70-100 мг/кг и характеризовалось как среднее, на минеральных фонах величина этого показателя достигала 130-220 мг/кг (от повышенного до очень высокого). Количество подвижного калия (по Чирикову) в почве опытного стационара, независимо от применения удобрений, находилось в пределах 220-350 мг/кг (очень высокое), содержание азота было очень низким и не превышало 10 мг/кг. Реакция среды в пахотном слое нейтральная ($pH_{вод.}$ 7,0-7,2).

На полях стационара были созданы четыре фона питания с разной обеспеченностью фосфором (по Чирикову): 0 (без удобрений) со средним содержанием этого элемента (50-100 мг/кг); I – с повышенным содержанием (100-150 мг/кг); II – с высоким содержанием (150-200 мг/кг); III – с очень высоким содержанием фосфора (> 200 мг/кг). С 1991 по 1995 гг. на I-III фоны накладывали азотные удобрения, в зависимости от возделываемой культуры, в дозе $N_{0,30,60,90}$, микроудобрений (Zn, Mo, Cu) с запасным внесением навоза (40 т/га) и без него и с компенсацией в течение 10 лет выноса фосфора в дозе 60 кг д.в./га.

С 1996 г. поперек созданных фонов (I-III) вносили P_{60}, в сочетании с калийными (K_{60}) и азотными ($N_{0,30,60,90}$) удобрениями.

Из минеральных удобрений применяли двойной суперфосфат, аммиачную селитру и хлористый калий. Азотные удобрения вносили под каждый из двух укосов многолетних трав и под

однолетние культуры, калийные – под многолетние травы, фосфорные – под все культуры, в том числе под многолетние травы, в запас, в расчете на ежегодный вынос 50-60 кг д.в./га.

Исследуемую территорию с 1977 г. орошали водами реки Омь. Поливная норма зависела от фазы развития и биологических особенностей культур и в среднем составляла 300 м^3/га, для многолетних трав – 450 м^3/га. Оросительные нормы определялись гидротермическими условиями вегетационного периода и культурой.

Изучение показателей энергетического состояния исследуемой почвы проводили для пахотного слоя (0-20 см) в следующих вариантах опыта:

богара – контроль (пшеница яровая);

травосмесь из суданской травы с бобами, 0 фон (без удобрений) и III фон ($N_{60}P_{60}$);

ячмень, 0 фон (без удобрений) и III фон ($N_{60}P_{60}$);

козлятник восточный 14-го года жизни (выводное поле), 0 фон (без удобрений) и III фон ($N_{30+30}K_{60}$).

Определяли следующие показатели:

содержание валового гумуса – по методу Тюрина И.В. в модификации Симакова В.Н.;

содержание лабильных гумусовых кислот – извлечение 0,1 н NaOH по методу Тюрина, в модификации Почвенного института им. В.В. Докучаева;

плотность почвы – по методу Качинского;

запасы энергии в гумусе, фракциях лабильных гуминовых и фульвокислот, органическом веществе и уровень энергоемкости почвы – по методике, разработанной во Всероссийском НИИ земледелия и защиты почв от эрозии [3], выбор которой обусловлен тем, что лугово-черноземные почвы – аналоги черноземов и в пределах первого полуметра не отличаются от них по свойствам и морфологическим признакам. Кроме того, для почв черноземного ряда, формирующихся на территории Сибирского федерального округа (СФО), на сегодняшний день отсутствуют шкалы оценки показателей энергетического состояния. Необходимость такого индивидуального подхода связана с региональными особенностями их формирования.

Как показывают результаты наших исследований, разные растения оказывают разное влияние на накопление гумуса, а также входящих в его состав фракций лабильных гумусовых кислот, заметное повышение величин этих показателей наблюдается в почве под покровом многолетних трав. Главными факторами, влияющими на содержание гумуса и его лабильных компонентов в условиях регулярного орошения, выступают дополнительно поступающая влага и систематическое применение удобрений. Орошение в засушливые и жаркие периоды создает благоприятные гидротермические условия, а удобрения улучшают питательный режим почвы, вследствие чего растения формируют большую биомассу, чем в условиях богарного земледелия и недостатка элементов питания. Например, козлятник восточный 14-го года жизни при орошении на удобренных фонах формировал до 47,17 т/га зеленой массы, или 9,32 т/га абсолютно сухой массы (а.с.м.), травосмесь из суданской травы с бобами – 44,66 т/га, или 7,98 т/га а.с.м., ячмень – 4,85 т/га зерна. Без применения удобрений, только в условиях орошения, урожайность культур снижалась до 4,60 и 6,11 т/га а.с.м и 2,22 т/га зерна соответственно [7].

В зависимости от количества растительного материала, поступавшего после уборки урожая и служившего источником «свежего» органического вещества, содержание гумуса в почве исследуемого орошаемого массива варьировало от 6,95 до 8,14%. В результате многолетнего систематического внесения удобрений его количество в почве достигло 7,83-8,14 %. На неудобренных фонах величина этого показателя была ниже на 0,69-0,88 %, а в почве богарного участка – на 0,40-1,59 % (см. табл.).

Несмотря на то, что в условиях орошения может наблюдаться частичное вымывание подвижных компонентов органического вещества, а разложение растительных остатков протекает более интенсивно [8], чем в условиях богарного земледелия, в почве орошаемого массива количество ЛГК и ЛФК не снизилось, благодаря новообразованным гумусовым веществам. В отношении ЛФК, входящих в состав гумуса почвы орошаемого массива, установлена тенденция к увеличению в вариантах, занятых травосмесью (суданская трава и бобы) и козлятником 14-го года жизни (см. табл.).

На удобренных фонах отмечена тенденция к росту содержания в составе гумуса ЛГК на 224-589 мг/кг, по отношению к величине этого показателя в почве неудобренных фонов, а количество ЛФК – существенно не изменилось и во всех вариантах опыта варьировало в пределах 1858-2029 мг/кг.

Тенденция к повышению новообразованных ЛГК и ЛФК на орошении, а также под покровом трав, возможно, связана не только с объемом поступающего растительного материала, но и с частичным сдвигом аэробных условий в сторону анаэробиозиса, что усиливает как их образование, так и сохранение в почве [9].

Поскольку растительные остатки служат одним из источников энергии, то и их запасы в различных компонентах органического вещества определяются объемами поступающей растительной биомассы. Как мы уже отмечали, при орошении, а также в случае применения удобрений, растения формировали большую биомассу, поэтому и запасы энергии, аккумулированной в гумусе орошаемой почвы, превышали величину этого показателя на богаре. В почве удобренных фонов энергопотенциал гумуса составлял 3281-4195 гДж/га, на неудобренных он снижался на 355-415 гДж/га. Запасы энергии, аккумулированные в гумусе почвы богарного участка, были на 274-1075 гДж/га меньше, чем в орошаемой почве, занятой травосмесью из суданской травы с бобами и козлятником восточным, и на 161-576 гДж/га меньше энергопотенциала гумуса почвы под ячменем (см. рисунок.).

Из подвижных компонентов органического вещества наибольшие запасы энергии были сосредоточены во фракции ЛГК, как в условиях богарного, так и орошаемого земледелия. В почве удобренных фонов они колебались от 299 до 307 гДж/га, на фонах без применения удобрений – от 262 до 282 гДж/га. При возделывании козлятника восточного и травосмеси из суданской

Показатели гумусного состояния лугово-черноземной почвы

Вариант	Гумус, %	$C_{общ.}$, %	Содержание по С, мг/кг	
			ЛГК*	ЛФК
Богара				
Контроль (пшеница яровая)	6,55	3,80	3940	1800
Орошение (более 35 лет)				
Ячмень				
0 фон (без удобрений)	6,95	4,00	3970	1858
III фон ($N_{60}P_{60}$)	7,83	4,54	4295	1966
Травосмесь из суданской травы с бобами				
0 фон (без удобрений)	7,19	4,20	3733	1946
III фон ($N_{60}P_{60}$)	7,96	4,62	4322	2020
Козлятник восточный 14-го г. ж.				
0 фон (без удобрений)	7,45	4,30	3625	2029
III фон ($N_{30+30}K_{60}$)	8,14	4,73	3849	1911
$НСР_{0,5}$	0,46	0,29	502	272

**ЛГК – лабильные гуминовые кислоты, ЛФК – лабильные фульвокислоты*

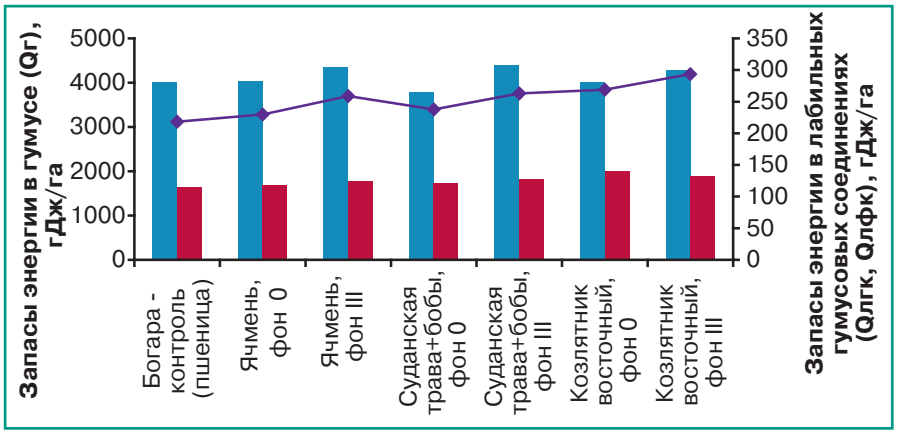


Рисунок. *Запасы энергии в лабильных гумусовых веществах и гумусе лугово-черноземной почвы: — Qлгк; — Qлфк; — Qг.*

травы с бобами при орошении с применением удобрений и без них в ЛФК накапливалось до 121-140 гДж/га энергии, под ячменем – до 117-124 гДж/га, в почве богарного участка величина этого показателя находилась на уровне 114 гДж/га.

На удобренных фонах при орошении под покровом козлятника восточного 14-го года жизни и травосмеси из суданской травы с бобами запасы энергии, аккумулированной в почвенном органическом веществе (с учетом негумифицированной части) достигали 4480 и 4029 гДж/га. В почве под ячменем энергопотенциал органического вещества составлял 3962 гДж/га, без применения удобрений он снижался до 4101, 3638 и 3517 гДж/га соответственно, а в условиях богарного земледелия – до 3345 гДж/га.

Длительное орошение не оказало отрицательного влияния на энергоемкость почвы. В условиях богарного земледелия величина этого показателя составляла 1560 Дж/см^3, при длительном орошении под ячменем она возрастала до 1640 Дж/см^3, под травосмесью из суданской травы с бобами и под козлятником восточным – до 1697-1920 Дж/см^3. Внесение удобрений на фоне орошения значительно повышало энергоемкость почвы – до 2098 Дж/см^3 под ячменем.

В целом органическое вещество почвы богарного участка характеризовалась критическим уровнем энергопотенциала, низким он был и у почвы неудобренного фона орошаемого участка под ячменем. На удобренных фонах при орошении под всеми культурами и неудобренных фонах под травосмесью из суданской травы с бобами и под козлятником восточным 14-го года жизни энергопотенциал органического вещества оценивается как средний.

Таким образом, длительное орошение (более 35 лет) не оказало отрицательного влияния на энергетический потенциал гумуса, органического вещества и энергоемкость почвы, используемой в зернотравяном севообороте с долей трав около 40-50 %. Величины этих показателей возрастают в ряду: зерновые культуры (пшеница, ячмень) – однолетние травы (травосмесь из суданской травы с бобами) – многолетние травы (козлятник восточный 14-го года жизни). Регулярное внесение минеральных удобрений на фоне орошения значительно увеличивает объемы растительной биомассы, которая, поступая в почву в виде пожнивно-корневых остатков, пополняет ее «свежим» растительным материалом, увеличивая запасы энергии в органическом веществе почвы. Без применения удобрений увеличению энергии в составе гумуса и органического вещества способствует возделывание многолетних трав и травосмесей.

Литература.

1. Ковда В.А. Основы учения о почвах. В 2-х кн. М.: «Наука», 1973. Кн.1. 448 с.

2. Волобуев В.Р. Введение в энергетику почвообразования. М.: «Наука», 1974. 128 с.

3. Масютенко Н.П. Энергетический потенциал органического вещества черноземов и управление его воспроизводством: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Курск, 2003. 47 с.

4. Болотских Г.А. Особенности трансформации энергии органического вещества чернозема типичного при разных формах сельскохозяйственного использования земель: дис. ... канд. с.-х. наук. Курск, 2001. 220 с.

5. Научные основы и методы оценки энергетического состояния почв в агроландшафтах / Н.П. Масютенко, В.В. Шеховцова, А.И. Шеховцов, Е.В. Леонтьева. Курск, 2004. 60 с.

6. Иванова Т.Н., Багаутдинов Ф.Я., Асылбаев И.Г. Изменение содержания и состава гумуса черноземов выщелоченных (luvic chernozems) южной лесостепи Республики Башкортостан при сельскохозяйственном использовании // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2015. № 1 (33). С. 19-23.

7. Бойко В.С. Интенсификация полевого кормопроизводства и воспроизводство плодородия орошаемых лугово-черноземных почв в лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Барнаул, 2011. 39 с.

8. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Л.: Наука, 1980. 288 с.

9. Кононова М.М. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения. М.: АН СССР, 1951. 390 с.

Role of Perennial Grasses and an Intensive System of Farming in the Increase of Energy Potential of Organic Matter of Long Irrigated Meadow-Chernozem Soil

Y.V. Aksenova[1], V.S. Boyko[2]
[1]P.A. Stolypin Omsk State Agrarian University, Institutskaya pl., 1, Omsk, 644008, Russian Federation
[2]Siberian Research Agricultural Institute, prosp. Koroleva , 26, Omsk, 644012, Russian Federation

Abstract. *Influence of long irrigation (more than 35 years), fertilizer application and cultivation of perennial grasses on the level of the energy potential of organic matter of meadow-chernozem soil was determined. Under conditions of irrigated farming, the value of this index is higher by 172-756 GJ/ha than in the soil, used in dry farming. The systematic use of fertilizers against the background of irrigation the reserves of energy accumulated in the organic matter of the soil increase on 379-445 GJ/ha, and in relation to the power potential of organic matter of dry soil – on 617-1135 GJ/ha. A significant increase of the energy potential of soil organic matter was observed under the influence of perennial grasses and a grass mixture, cultivated both at the use of fertilizers and without them. Reserves of energy in the organic matter of the soil occupied with a mixture of Sudan grass with beans was 3638-4029 GJ/ha; for fodder galega of the 14th year of life this value was 4101-4480 GJ/ha. The power potential of organic matter of dry soil (under wheat) is at the level of 3345 GJ/ha, at irrigation under barley it varies in the range of 3517-3962 GJ/ha. The reserves of energy accumulated in organic matter and humus increase in the row: grain crops (wheat, barley) – annual grasses (a mixture of Sudan grass with beans) – perennial grasses (fodder galega of the 14th year of life).*

Keywords: *energy potential of organic matter, power consumption of the soil, energy reserves, irrigation, humus.*

Author Details: *Y.V. Aksenova, Cand. Sc. (Biol.), assoc. prof. (e-mail: axsenovajulia@gmail.com); V.S. Boyko, D. Sc. (Agr.), deputy director (e-mail: boicko.vasily2011@yandex.ru).*

For citation: *Aksenova Y.V., Boyko V.S. Role of Perennial Grasses and an Intensive System of Farming in the Increase of Energy Potential of Organic Matter of Long Irrigated Meadow-Chernozem Soil. Zemledelie. 2017. No. 5. Pp. 18-20 (in Russ.).*

УДК 633.85:631:526.32

Перспективный способ повышения урожайности чечевицы тарелочной

О.А. ТИМОШКИН, доктор сельскохозяйственных наук, зав. отделом (e-mail: oatimoshkin@mail.ru)
Т.Я. ПРАХОВА, доктор сельскохозяйственных наук, зав. отделом (e-mail: prakhova.tanya@yandex.ru)
Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ул. Мичурина, 1Б, раб. пос. Лунино, Пензенская обл., 442731, Российская Федерация

Исследования проводили в 2013-2015 гг. в условиях Пензенской области. Изучали возможность совместного возделывания чечевицы тарелочной и рыжика ярового на зерно в смешанном посеве при различных нормах высева обоих компонентов. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса 5,2%, подвижного фосфора – 135-141 мг/кг, калия – 154-160 мг/кг почвы, $pH_{сол.}$ 5,5-5,7. Сев проводили в 1-ю декаду мая сеялкой СН-11-16. Сначала высевали чечевицу, затем – рыжик яровой с нормами высева в соответствии со схемой опыта. Способ посева – рядовой с междурядьями 15 см. Глубина заделки семян чечевицы 4-5 см, рыжика – 1-2 см. Площадь делянки – 11 м², повторность четырехкратная. Объекты исследований – сорт чечевицы тарелочной Веховская и рыжика ярового Юбиляр. В опыте изучали четыре нормы высева чечевицы (1,8; 2,0; 2,2; 2,4 млн всхожих семян на 1 га) в сочетании с тремя нормами высева рыжика ярового (5,0; 6,0; 7,0 млн всхожих семян на 1 га). По результатам трехлетних исследований оптимальная норма высева чечевицы – 2,2 млн всхожих семян на 1 га, рыжика ярового – 6,0 млн всхожих семян на 1 га, что позволяет стабильно собирать высокие урожаи кондиционных семян обеих культур (2,24 и 1,72 т/га соответственно). При таком соотношении компонентов в смешанном агроценозе получены наиболее крупные семена: масса 1000 семян чечевицы составила 59,7 г, рыжика ярового – 1,79 г. Преимущество рыжика в смешанных посевах с чечевицей (в сравнении с ранее рекомендованными культурами – овсом, ячменем, горохом) – низкая конкуренция по отношению к чечевице; хорошее выполнение поддерживающей функции благодаря деревянистому прямостоячему стеблю; неосыпаемость семян до уборочной спелости чечевицы, что делает возможным однофазную уборку; легкое разделение смеси семян чечевицы и рыжика на сортировальных машинах.

Ключевые слова: *рыжик яровой, чечевица тарелочная, смешанный посев, нормы высева, урожайность.*

Для цитирования: *Тимошкин О.А., Прахова Т.Я. Перспективный способ повышения урожайности чечевицы тарелочной // Земледелие. 2017. № 5. С. 21-24.*

Среди видового многообразия зернобобовых культур чечевица тарелочная занимает особое место благодаря своим высоким вкусовым качествам, содержанию в зерне белка с большим набором незаменимых аминокислот и микроэлементов [1-9].

Однако эта культура достаточно требовательна к условиям произрастания. Например, в засушливые годы ее растения достигают высоты всего 17-20 см, что делает практически невозможным формирование валков для подбора и обмолота при раздельной уборке, а при прямом комбайнировании даже при минимально возможной высоте среза теряется до 15-30 % урожая. В годы с повышенной влагообеспеченностью чечевица формирует большую вегетативную массу и полегает, что также приводит к значительным потерям продукции [5, 6, 9].

Для достижения стабильных урожаев чечевицы целесообразно осуществлять ее совместный посев с поддерживающей культурой. Правильно подобранные для этих целей культуры формируют более устойчивые урожаи, рациональнее используют питательные вещества, солнечную энергию и другие жизненно важные факторы для роста и развития растений [6, 9, 10, 11].

Известен опыт использования в качестве поддерживающей культуры для чечевицы гороха неполегающего сорта. Недостаток такого сочетания – подавление чечевицы из-за сильного развития гороха в нормальные и влажные по метеорологическим условиям годы [6].

Возможность совместного возделывания чечевицы с ячменем, пшеницей, овсом и гречихой ограничивает подавление этими культурами растений чечевицы на ранних фазах развития, полегание посевов, которое приводит к недобору урожаев, невозможность использования химических мер борьбы с сорняками и трудноотделимость семян культур при сортировке [6, 9, 10].

На наш взгляд, перспективной альтернативой может стать смешанный посев чечевицы с рыжиком яровым. Однако их выращивание при полных нормах высева обеих культур приводит к загущению посевов, высокой внутри- и межвидовой конкуренции между растениями за пищевые и водные ресурсы, что вызывает изреживание посевов в процессе вегетации и, как следствие, снижение урожайности [6].

Цель исследований – определить оптимальные нормы высева рыжика ярового и чечевицы тарелочной в смешанных посевах при возделывании их на семена, позволяющие получать высокие урожаи кондиционных семян этих культур.

Эксперименты был заложен на опытном поле Пензенского НИИСХ в 2013-2015 гг. Агротехника в опытах – зональная, разработанная для Пензенской области. Сев проводили в 1-ой декаде мая сеялкой СН-11-16. Сначала высевали чечевицу, затем – рыжик яровой с нормами высева в соответствии со схемой опыта. Способ посева – рядовой с междурядьями 15 см. Глубина заделки семян чечевицы 4-5 см, рыжика – 1-2 см. Площадь делянки – 11 м², повторность четырехкратная. После посева проводили прикатывание.

Осуществляли фенологические наблюдения, подсчёт числа всходов, измерение высоты. Уборку проводили комбайном «Сампо-130». Урожай учитывали после сушки и первичной подработки на семяочистительной машине СМ-0,15.

Объекты исследований – распространенный в условиях Среднего Поволжья сорт чечевицы тарелочной Веховская и сорт рыжика ярового Юбиляр.

Сорт чечевицы Веховская – высота растений 30-36 см. Листочки удлиненно-овальные, цельнокрайние. Цветки белые с синими прожилками по 2-4 шт. на цветоносе. Бобы 2-3-семянные ромбической формы с заостренной верхушкой. Семена крупные округло-плоские гладкие без рисунка зеленовато-желтые масса 1000 шт. 65-80 г. Сорт среднеспелый, вегетационный период 72-78 дней.

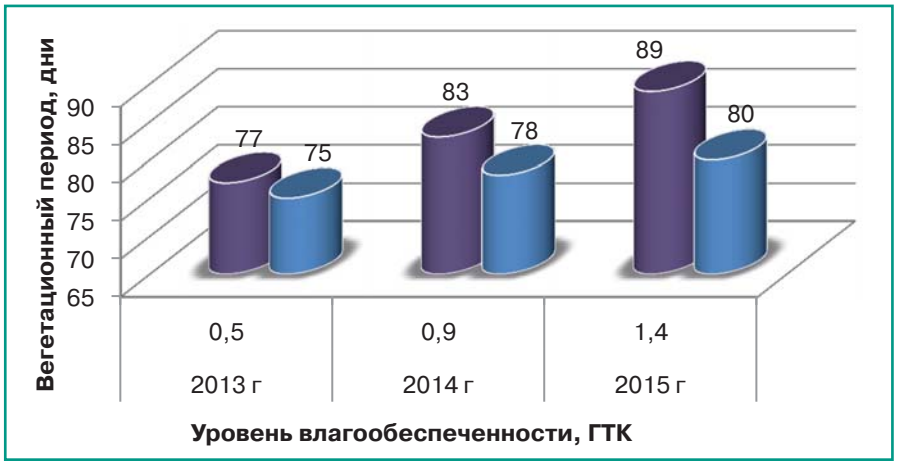


Рис. 1. *Продолжительность вегетационного периода культур, в зависимости от ГТК: — чечевица; — рыжик.*

Сорт рыжика ярового Юбиляр – растения средней высоты 76-80 см. Соцветие – кисть. Цветки мелкие желтые. Плод – многосемянный стручок длиной 10 мм грушевидной формы со слегка сдавленными створками. В стручке до 12-14 семян. При созревании не растрескивается. Семена крупные красновато-коричневого цвета с неглубокой бороздкой. Масса 1000 семян очень высокая (до 2,1-2,4 г). Продолжительность вегетационного периода варьирует от 73 до 79 дней.

В опыте изучали четыре нормы высева чечевицы (1,8; 2,0; 2,2; 2,4 млн всхожих семян на 1 га), в сочетании с тремя нормами высева рыжика ярового (5,0; 6,0; 7,0 млн всхожих семян на 1 га).

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса (по И.В. Тюрину в модификации ЦИНАО) 5,2 %, легкогидролизуемого азота (по Тюрину и Кононовой) – 80-85 мг/кг, подвижных форм фосфора и калия (по Чирикову) – 135-141 мг/кг и 154-160 мг/кг почвы соответственно, $pH_{сол.}$ 5,5-5,7.

Закладку полевых опытов, все фенологические наблюдения и учеты осуществляли в соответствии с методическими рекомендациями [12, 13]. Исследования проводили в контрастные по влагообеспеченности 2013-2015 гг.

В среднем за 3 года продолжительность периода от посева до спелости чечевицы варьировала от 77 до 89 дней, у ярового рыжика – от 75 до 80 дней. Она зависела от влагообеспеченности, но во все годы у чечевицы была более длительной, чем у рыжика, на 2-9 дней (рис. 1). Однако благодаря устойчивости рыжика к осыпанию при перестое, он без потерь дожидался уборочной спелости чечевицы.

В целом вегетационный период чечевицы и рыжика в 2013 г. протекал в условиях с недостаточным увлажнением (ГТК – 0,5), что повлияло на его продолжительность, которая составила у чечевицы 77 дней, у рыжика ярового – 75 дней. В условиях умеренного увлажнения (ГТК – 0,9) 2014 г. длительность вегетационного периода рыжика составила 78 дней, чечевицы – 83 дня. При избыточной влагообеспеченности 2015 г. (ГТК – 1,4) его продолжительность увеличилась до 80 и 89 дней соответственно.

Наблюдения за совместными посевами чечевицы с рыжиком показали, что полевая всхожесть культур в среднем за годы исследований была достаточно высокой и варьировала в пределах 78,9-90,2 и 76,5-87,2 % соответственно. Наибольшая величина этого показателя отмечена в варианте с нормами высева 2,2 и 6,0 млн всхожих семян на 1 га. При таком соотношении норм высева наблюдали и самую высокую сохранность растений к уборке: чечевицы – 93,2 %, рыжика – 88,8 % (табл. 1). В дальнейшем в этом варианте отмечали наиболее низкую засоренность посевов (рис. 2): 7 шт./м^2 однолетних сорняков массой 6 г/м^2 (при остальных нормах высева – 8,0-17,3 шт./м^2 массой 7-14 г/м^2).

В среднем за годы изучения при различно складывающихся агрометеорологических условиях совместные посевы чечевицы с рыжиком обеспечивали высокие урожаи семян, как каждого компонента смеси, так и в целом агроценоза (табл. 2). Наибольший их сбор отмечен в варианте с посевом 2,2 млн всхожих семян на 1 га чечевицы и 6,0 млн всхожих семян на 1 га рыжика. Урожайность культур при этом составила соответственно 2,24 и 1,72 т/га, а всего агроценоза – 3,96 т/га. Такие результаты были обусловлены отмеченными ранее более благоприятными условиями и предпосылками (хорошая сохранность растений, низкая засоренность, слабая межвидовая конкуренция), способствующими лучшему росту и развитию растений. При соотношении компонентов 2,0:5,0 и 2,0:6,0 млн всхожих семян на 1 га урожайность была несущественно ниже и составила 2,13 : 1,66 и 2,16 : 1,61 т/га соответственно.

1. Полевая всхожесть и сохранность растений, 2013-2015 гг.

Норма высева, млн всхожих семян на 1 га		Полевая всхожесть, %		Сохранность к уборке, %	
чечевица	рыжик	чечевица	рыжик	чечевица	рыжик
1,8	5,0	78,9	84,8	88,9	84,8
1,8	6,0	81,4	78,7	84,4	88,7
1,8	7,0	83,9	79,1	73,9	86,1
2,0	5,0	81,5	87,0	85,5	87,0
2,0	6,0	80,5	83,7	86,5	86,7
2,0	7,0	81,5	76,8	91,5	86,9
2,2	5,0	88,2	78,6	88,2	88,6
2,2	6,0	90,2	87,2	93,2	88,8
2,2	7,0	89,3	83,4	92,3	87,3
2,4	5,0	81,9	78,5	87,9	85,4
2,4	6,0	83,7	76,5	83,8	88,5
2,4	7,0	84,6	86,6	89,6	86,6

Рис. 2. *Засоренность посевов чечевицы и рыжика (в среднем за 2013-2015 гг.)*

2. Продуктивность чечевицы и рыжика в смешанных посевах (в среднем за 2013-2015 гг.)

Норма высева, млн всхожих семян на 1 га		Урожайность, т/га			Чечевица	Рыжик
		компонентов смеси		всего агро-ценоза	содержание белка, %	содержание жира, %
чечевица	рыжик	чечевица	рыжик			
1,8	5,0	1,67	1,63	3,30	28,9	38,9
1,8	6,0	1,88	1,55	3,43	28,5	38,5
1,8	7,0	1,73	1,61	3,34	28,1	39,0
2,0	5,0	2,13	1,66	3,79	27,9	38,7
2,0	6,0	2,16	1,61	3,77	27,6	37,9
2,0	7,0	1,96	1,68	3,54	27,4	38,2
2,2	5,0	1,85	1,57	3,42	27,3	37,9
2,2	6,0	2,24	1,72	3,96	27,1	39,8
2,2	7,0	1,88	1,53	3,41	26,8	38,5
2,4	5,0	1,95	1,62	3,57	26,7	37,5
2,4	6,0	1,84	1,63	3,47	26,3	38,3
2,4	7,0	1,78	1,57	3,35	26,1	38,1
$НСР_{095}$		0,11	0,09	0,19	0,6	0,8

Использование более высоких норм высева культур (2,4 млн чечевицы и 7 млн рыжика) приводило к увеличению расхода посевного материала на 9-16 %, снижению урожайности чечевицы на 21,8 %, рыжика – на 5,6 %, в целом смешанного посева – на 15,4 %. При нормах высева культур ниже рекомендуемых (1,8-2,2 млн чечевицы и 5 млн рыжика) отмечали снижение урожайности чечевицы на 4,9-25,4 %, рыжика – на 5,2-8,7 %, в целом смешанного посева – на 4,3-16,6 %.

Содержание белка в семенах чечевицы изменялось в зависимости от плотности посева и соотношения растений в агроценозе. С увеличением густоты посева оно существенно снижалось с 28,1-28,9 до 26,1-26,7 %.

Масличность рыжика колебалась по вариантам опыта в зависимости от норм высева, но какой-либо достоверной зависимости не установлено. Наибольшее содержание жира (39,8 %) в семенах этой культуры отмечено при соотношении компонентов 2,2:6,0 млн всхожих семян на 1 га.

Урожайные свойства культур (масса 1000 семян и выровненность) при смешанном посеве были достаточно высокими и существенно не различались. Масса 1000 семян чечевицы варьировала в пределах 55,9-59,7 г (табл. 3), что было ниже, чем в чистом посеве (65,0 г). Более высокие величины этого показателя отмечены при нормах высева 2,2:6,0 млн всхожих семян на 1 га: у чечевицы – 59,7 г, у рыжика ярового 1,79 г (в чистом посеве 1,98 г).

Выровненность семян чечевицы колебалась в пределах от 71,3 до 78,9 %, рыжика – от 80,5 до 87,4 %.

В смешанном посеве культур с нормой высева чечевицы 2,2 млн всхожих семян и рыжика 6,0 млн всхожих семян на 1 га отмечены лучшие показатели структуры урожая чечевицы: высота растений – 41 см, количество стеблей на растении – 2,4 шт., бобов на растении – 12,9 шт., семян в бобе – 1,9 шт., масса семян с 1 растения – 1,33 г.

Таким образом, оптимальная норма высева чечевицы тарелочной в смешанном посеве в среднем за 3 года исследований составила 2,2 млн всхожих семян на 1 га, рыжика – 6 млн всхожих семян на 1 га. При таком соотношении зафиксированы наибольшие показатели всхожести чечевицы и рыжика – 90,2 и 87,6 %, сохранности растений к уборке – 93,2 и 88,8 % соответственно, отмечена самая высокая урожайность компонентов – 2,24 т/га чечевицы и 1,72 т/га рыжика, крупность – 59,7 и 1,79 г и выровненность семян – 78,9 и 87,4% соответственно. Использование более высоких норм высева культур приводило к увеличению расхода посевного материала на 9-16 %, снижению урожайности чечевицы на 21,8 %, рыжика – на 5,6 % и качества семян. При нормах высева культур ниже рекомендуемых происходило увеличение засоренности посевов на 1,6-10,3 шт./м^2, снижение показателей структуры урожая и урожайности чечевицы на 4,9-25,4 %, рыжика – на 5,2-8,7 %, в целом смешанного посева – на 4,3-16,6 %.

Преимущество разработанного способа обусловлено низкой конкуренцией рыжика по отношению к чечевице (при рекомендуемой норме высева), хорошим выполнением им поддерживающей функции благодаря деревянистому прямостоячему стеблю; неосыпаемостью семян рыжика до уборочной спелости чечевицы, что делает возможной однофазную уборку; легкостью разделения бункерной смеси чечевицы и рыжика на семяочистительных машинах путем подбора решет.

3. Урожайные свойства чечевицы и рыжика в бинарных посевах (в среднем за 2013-2015 гг.)

Норма высева, млн всхожих семян на 1 га		Выровненность семян, %		Масса 1000 семян, г	
чечевица	рыжик	чечевица	рыжик	чечевица	рыжик
1,8	5,0	73,6	81,0	57,1	1,65
1,8	6,0	73,0	86,0	56,5	1,69
1,8	7,0	75,9	86,1	56,4	1,72
2,0	5,0	77,3	82,0	56,3	1,72
2,0	6,0	77,4	86,6	56,4	1,73
2,0	7,0	73,2	84,7	55,9	1,72
2,2	5,0	75,2	87,0	56,4	1,73
2,2	6,0	78,9	87,4	59,7	1,79
2,2	7,0	78,2	85,7	56,6	1,63
2,4	5,0	78,4	85,4	56,1	1,69
2,4	6,0	73,5	84,6	56,0	1,74
2,4	7,0	71,3	80,5	55,9	1,75
$НСР_{095}$		0,11	0,09		

Литература.

1. Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Сидоренко В.С. Производство зернобобовых и крупяных культур в России: состояние, проблемы, перспективы // Земледелие. 2015. № 4. С. 3–5.

2. Зотиков В.И., Грядунова Н.В. Научное сотрудничество – основа успеха // Земледелие. 2014. № 4. С. 3–5.

3. Карпова Л.В. Продуктивность и кормовая ценность зернобобовых культур при выращивании на разных фонах питания // Нива Поволжья. 2010. № 3. С. 22–26.

4. Майорова М.М. Основные направления и результаты селекции тарелочной чечевицы на Петровской селекционно-опытной станции / Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений: сборник Всероссийской научно-производственной конференции. Пенза: Изд-во Пензенской ГСХА. 1998. Т. 2. С. 59–60.

5. Самаров В.М., Тарасенко А.И. Чечевица в Самарской области // Вестник Алтайского ГАУ. 2011. № 2 (76). С. 23–25.

6. Сорокин С.И. Оптимизация семеноводства и технологии возделывания чечевицы. Пенза: РИО ПГСХА, 2007. С. 229–236.

7. Новый сорт чечевицы Восточная / Г.Н. Суворова, Н.О. Костикова, А.В. Иконников, О.В. Уварова, В.И. Зотиков, И.И. Яньков // Земледелие. 2014. № 4. С. 19–20.

8. Суворова Г.Н., Иконников А.В. Характеристика перспективных краснозерных линий чечевицы // Земледелие. 2015. № 4. С. 41–43.

9. Шевцова Л.П., Дружкин А.Ф. Адаптивность и совершенствование технологии производства чечевицы тарелочной в степном Поволжье // Аграрный научный журнал. 2016. № 1. С. 40–43.

10. Самаров В.М., Ганзеловский Е.В. Смешанные посевы чечевицы с ячменем – выгодно // Вестник КрасГАУ. 2015. № 9. С. 167–169.

11. Тимошкин О.А. Адаптивная технология возделывания кормовых бобов в лесостепи Среднего Поволжья: монография. Пенза: РИО ПГСХА, 2011. 225 с.

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

13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / под ред. М.А. Федина. М., 1989. 194 с.

Perspective Way to Increase the Productivity of Plate-Shaped Lentil

O.A. Timoshkin, T.Y. Prakhova
Penza Research Institute of Agriculture, ul. Michurina, 1B, rab. pos. Lunino, Penzenskaya obl., 442731, Russian Federation

Abstract. *The investigation was carried out under conditions of Penza region in 2013-2015. We studied the possibility of cocultivation of plate-shaped lentil and spring Camelina for grain in mixed sowing with different sowing rates of both components. The soil of the test plot was leached chernozem, medium loamy; humus content was 5.2 %; pH of the salt extract was. 5.5-5.7; the content of mobile phosphorus was 135-141 mg/kg, of exchange potassium – 154-160 mg/kg. The seeds were sown in the first decade of May by SN-11-16 seeder. At first, we sowed lentil, then spring Camelina with sowing rates in accordance with the scheme of the test. The sowing method was row with row-spacing of 15 cm. The sowing depth for lentil was 4-5 cm, for Camelina – 1-2 cm. The area of the test plot was 11 m2; the replication of the experiment was fourfold. The objects for the research were plate-shaped lentil 'Vekhovskaya' and spring Camelina 'Yubilyar'. We examined four sowing rates of lentil (1.8, 2.0, 2.2, 2.4 million germinating seeds per hectare), in combination with three sowing rates of spring Camelina (5.0, 6.0, 7.0 million germinating seeds per hectare). According to the result of three-year studies, we can conclude that the optimum sowing rate of lentil is 2.2 million germinating seeds per hectare, of spring Camelina – 6.0 million germinating seeds per hectare, that allows to obtain high yields of standard seeds of both cultures (2.24 and 1.72 t/ha, correspondingly). Under such ratio of the components in the mixed agrocenosis, we got the largest seeds: the weight of 1000 seeds of lentil was 59.7 g, of spring Camelina – 1.79 g. The advantage of spring Camelina in mixed sowing with lentil (in comparison with earlier recommended oat, barley, pea) is its low competition to lentil; good execution of supporting functions due to a ligneous upright stem; its seeds do not fall before the harvest ripeness of lentil that permits the single-phase harvesting; the possibility of easy separation of the mixture of seeds of lentil and Camelina on sorting machines.*

Keywords: *spring Camelina, plate-shaped lentil, mixed crops, sowing rate, productivity.*

Author Details: *O.A. Timoshkin, D. Sc. (Agr.), head of division (e-mail: oatimoshkin@mail.ru), T.Y. Prakhova, D.Sc. (Agr.), head of division (e-mail: prakhova.tanya@yandex.ru).*

For citation: *Timoshkin O.A., Prakhova T.Y. Perspective Way to Increase the Productivity of Plate-Shaped Lentil. Zemledelie. 2017. No. 5. Pp. 21-24 (in Russ).*

УДК 631.8.022.3

Сравнительная эффективность регуляторов роста Карамба Турбо и Оптимо Дуо при возделывании озимого рапса

В.И. ПАНАСИН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор[1] (e-mail: agrohim_39@mail.ru)
Д.А. РЫМАРЕНКО[2], кандидат биологических наук, главный агрохимик
[1]Калининградский государственный технический университет, Советский просп., 1, Калининград, 236022, Российская Федерация
[2]Центр агрохимической службы «Калининградский», ул. Молодой Гвардии, 4, Калининград, 236038, Российская Федерация

Представлены результаты изучения влияния регуляторов роста Карамба Турбо и Оптимо Дуо на зимостойкость, урожайность и элементы структуры урожая озимого рапса в условиях Калининградской области. Опыты проведены в 2012-2014 гг. на полях ООО «Гурьевск-Агро» Гурьевского района Калининградской обл. Применение Карамба Турбо и Оптимо Дуо при возделывании озимого рапса на дерново-подзолистых почвах достоверно повышало зимостойкость растений. Действие этих препаратов в наибольшей степени проявлялось в относительно неблагоприятные по условиям перезимовки годы. В контроле гибель растений составляла 26,8-31,5 %, в вариантах, где проводили обработку регуляторами роста, – 8,9-17,9 %. Оба регулятора роста достоверно снижали высоту растений и повышали их общую биомассу в осенний период. В период от возобновления весенней вегетации до образования соцветий исследуемые препараты оказали достоверное стимулирующее действие на рост и развитие растений. Весенняя обработка регуляторами роста увеличила устойчивость растений к полеганию на 0,7-1 балл, а в фазе полной спелости семян под их действием возросли масса 1000 семян и общая биомасса растений на единицу площади. Все исследованные дозы препаратов оказали статистически достоверное положительное влияние на величину урожая основной продукции. Сбор маслосемян вырос на 8-19 %. Во всех вариантах опыта, где проводили обработку посевов регуляторами роста, отмечали существенную прибавку урожая в 2,7-6,2 ц/га, по сравнению с контролем. Между вариантами с обработкой посевов озимого рапса изучаемыми препаратами различия в урожайности были недостоверны. В производственных условиях целесообразно применять препарат Карамба Турбо или Оптимо Дуо по схеме 0,5 л/га осенью + 0,5 л/га весной в фазе ветвление – образование соцветий.

Ключевые слова*: регулятор роста, Карамба Турбо, Оптимо Дуо, озимый рапс, зимостойкость, урожайность*

Для цитирования: *Панасин В.И., Рымаренко Д.А. Сравнительная эффективность регуляторов роста Карамба Турбо и Оптимо Дуо при возделывании озимого рапса // Земледелие. 2017. № 5. С. 24-26.*

Одна из наиболее востребованных в современном сельском хозяйстве культур – рапс [1, 2]. В связи с возрастающим спросом на мировом рынке на его семена в последние десятилетия в Калининградской области увеличивают посевные площади под культурой. Одновременно растет ее урожайность и оптимизируется технология возделывания, в том числе система применения средств химизации земледелия. Природно-климатические условия региона в целом благоприятны для возделывания озимого рапса, однако участившиеся в последние годы проявления неблагоприятных метеоусловий (неустойчивый и маломощный снежный покров, чередование оттепелей с морозами, рост абсолютных величин месячных и декадных отклонений количества осадков [3, 4, 5, 6]) способствуют повышению рисков при возделывании озимых культур. В регионе уже существует отработанная технология выращивания озимого рапса, однако еще не задействованы все возможности повышения устойчивости культуры к стрессовым условиям. Перспективным решением в этом направлении представляется внедрение в технологические схемы регуляторов роста. Предыдущими исследованиями установлено, что их применение позволяет повысить устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды, увеличивает урожайность без отрицательного влияния на качество продукции [7]. В решении проблем повышения продуктивности и снижения метеотропных рисков при возделывании озимого рапса актуальной задачей остается поиск и испытание новых видов росторегуляторов, позволяющих повысить биологический потенциал урожайности растений, а также их устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды.

В связи с изложенным, целью исследований было изучение влияния регуляторов роста Карамба Турбо и Оптимо Дуо на зимостойкость, урожайность и элементы структуры урожая озимого рапса в условиях Калининградской области.

Винтаж, МЭ

65 Г/Л ДИФЕНОКОНАЗОЛА + 25 Г/Л ФЛУТРИАФОЛА

AGROW AWARDS НОМИНАНТ

ЭКО ПЛЮС

РЕКЛАМА

РОСКОШНАЯ ЗАЩИТА

2-Х КОМПОНЕНТНЫЙ СИСТЕМНЫЙ ФУНГИЦИД ДЛЯ БОРЬБЫ С ШИРОКИМ СПЕКТРОМ БОЛЕЗНЕЙ

Защита основных сельскохозяйственных культур от наиболее вредоносных заболеваний:

- **на посевах сои – аскохитоз, антракноз, фузариоз, септориоз и др.**
- **на посевах риса – пирикуляриоз**
- **на посевах гороха – ржавчина, мучнистая роса, аскохитоз, антракноз**
- **на посевах сахарной свеклы – мучнистая роса, фомоз, церкоспороз**

Высокая скорость проникновения к месту локализации инфекции благодаря инновационной препаративной форме

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ
российский аргумент защиты

www. betaren.ru

Медея, МЭ

50 Г/Л ДИФЕНОКОНАЗОЛА + 30 Г/Л ФЛУТРИАФОЛА

CVS
система управления вегетацией

AGROW AWARDS
НОМИНАНТ

Хит сезона

Эффект синергизма
двух действующих веществ!

ЗАЩИТА САДОВ И ВИНОГРАДНИКОВ НА ОТЛИЧНО!

СИСТЕМНЫЙ ФУНГИЦИД
ОТ ШИРОКОГО СПЕКТРА БОЛЕЗНЕЙ

- Высокая скорость проникновения к месту локализации инфекции благодаря инновационной препаративной форме
- Надежная защита от заболеваний, передающихся аэрогенным путем

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ
российский аргумент защиты

Фуршет

РЕКЛАМА

ВЫСОКАЯ СТЕПЕНЬ ЗАЩИТЫ ПЛОДОВ
ОТ СОЛНЕЧНЫХ ОЖОГОВ

ЭКО плюс

СОЗДАЙ КОМФОРТ – СОХРАНИ УРОЖАЙ

ПРОДУКТ МИНЕРАЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ
для плодовых и широколистных культур

- **Рассеивает УФ лучи, сокращая солнечные ожоги у растений**
- **Поддерживает температуру растения ниже окружающей, отражая ИК излучение**
- **Повышает эффективность использования влаги**
- **Улучшает вегетативный рост и развитие растений, повышает урожайность и качество получаемой продукции**

www. betaren.ru

Селфи

НОВИНКА

ВОДНЫЙ РАСТВОР

ЭКО ПЛЮС

ЗАФИКСИРУЙ УРОЖАЙ!

СРЕДСТВО ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ РАСТРЕСКИВАНИЯ СТРУЧКОВ РАПСА, СОИ, ГОРОХА

- Создает пластичную водопроницаемую пленку
- Устойчив к неблагоприятным погодным условиям
- Уменьшает проблемы, связанные с падалицей рапса
- Снижает потери при уборке
- Биоразлагаемый, малотоксичен

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ
российский аргумент защиты

Тонгара, ВР

150 Г/Л ДИКВАТА

CVS
система управления вегетацией

ПОДСУШИТ БЕЗ ТРУДА

НЕСЕЛЕКТИВНЫЙ КОНТАКТНЫЙ ДЕСИКАНТ

для предуборочной десикации подсолнечника, гороха, рапса, семенных посевов зерновых культур, люцерны, моркови, капусты, свеклы, сои, редиса, клевера, турнепса и бобов кормовых

- Обеспечивает быстрое и равномерное созревание
- Сокращает потери семян при уборке
- Облегчает уборку
- Снижает влажность семян, способствует быстрому подсушиванию урожая

www. betaren.ru

РЕКЛАМА

КАГАТНИК, ВРК

БЕЗ ОБРАБОТКИ

С ОБРАБОТКОЙ

ЭКСТРЕННАЯ ПОМОЩЬ ВАШЕМУ УРОЖАЮ

- ПРОТИВ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ
- УВЕЛИЧЕНИЕ ДИГЕСТИИ
- ДО 120 ДНЕЙ ХРАНЕНИЯ БЕЗ ПОТЕРЬ

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ
российский аргумент защиты

www.betaren.ru

Препарат Оптимо Дуо представляет собой концентрат эмульсии двух действующих веществ: метконазола – 80 г/л (ISO: № CAS: 125116-23-6; химический класс – триазолы) и пираклостробина – 130 г/л (ISO: № CAS: 175013-18-0; химический класс – стробилурины). Регистрант: БАСФ Агро Б.В. (Швейцария). Ранее исследованный регулятор роста Карамба Турбо [5], который представляет собой водорастворимый концентрат с содержанием действующего вещества 240 г/л (210 г/л мепикват хлорида и 30 г/л метконазола) был выбран в качестве препарата сравнения.

Испытания проводили в 2012-2014 гг. на базе ООО «Гурьевск-Агро» Гурьевского района Калининградской области в условиях краткосрочного мелкоделяночного опыта. Объект исследования – озимый рапс сорта Ливиус – линейный нулевой тип немецкой селекции (оригинатор – DEUTSCHE SAATVEREDELUNG AG, Германия), занесен в Госреестр по Северо-Западному региону, в области районирован с 2009 г.

Почва опытных участков – дерново-слабоподзолистая окультуренная глееватая легкосуглинистая на моренном суглинке, характеризуется слабокислой реакцией (pH_{KCl} 5,2-5,4), средним содержанием органического вещества по Тюрину в модификации ЦИНАО (2,5-2,8 %) и подвижных форм фосфора по Кирсанову (105-119 мг/кг), повышенным – подвижных форм калия по Кирсанову (142-167 мг/кг). Предшественник – яровой ячмень. Посев рапса проводили во второй декаде августа репродукционными семенами первой категории (чистота 98 %, всхожесть 97 %, масса 1000 семян 5,2 г, норма высева 730 тыс. шт. всхожих семян на 1 га). Технология возделывания озимого рапса – общепринятая для культуры в Калининградской области.

Опыт заложен по следующей схеме:

1. контроль, без обработки;

2. Карамба Турбо (1,4 л/га осенью в фазе розетки + 0,5 л/га весной в фазе 10-12 листьев);

3. Оптимо Дуо (0,5 л/га осенью + 0,5 л/га весной);

4. Оптимо Дуо (0,75 л/га осенью + 0,5 л/га весной).

Повторность в опыте – четырехкратная, общая площадь делянки – 50 м², учетная – 25 м². Густоту стояния растений определяли в первой половине ноября перед прекращением осенней вегетации и после возобновления весенней вегетации в последней декаде марта. Гибель растений оценивали по разности между этими показателями. Обработку посевов проводили согласно схеме опыта с помощью ранцевого опрыскивателя с расходом рабочего раствора 1500 мл на делянку (300 л/га). Маслич-ность в семенах рапса определяли на аппарате Сокслета по ГОСТ 10857-64. Статистическую обработку результатов проводили методом двухфакторного дисперсионного анализа [6].

1. Влияние препаратов Карамба Турбо и Оптимо Дуо на густоту стояния растений озимого рапса перед уборкой (шт./м²) и гибель растений (%)

Вариант	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
	густота стояния	гибель растений	густота стояния	гибель растений	густота стояния	гибель растений
1	38	30,0	41	26,8	44	19,6
2	45	12,5	50	9,1	52	5,5
3	44	12,8	51	8,9	52	5,5
4	42	17,9	50	9,1	50	10,9
$НСР_{05}$	2,8	7,4	3,5	8,2	4,1	7,9

Перед уборкой урожая проводили осмотр делянок, а также оценивали полегание растений по пятибалльной шкале, где 1 балл – неустойчивы к полеганию, 5 – устойчивы.

Величина урожайности озимого рапса во многом зависит от результатов перезимовки растений. В годы проведения исследования (2012-2013 гг.) в зимний период наблюдали неустойчивый снежный покров, длительные оттепели со среднесуточной температурой до +5 °С, сменяющиеся морозами до -15 – -18 °С. Условия зимовки в 2014 г. были относительно благоприятными.

Оба испытанных препарата оказывали достоверное положительное влияние на зимостойкость растений (табл. 1), при этом наибольшее увеличение густоты стояния растений перед уборкой (на 22-25 %) отмечали в относительно неблагоприятных условиях перезимовки 2013 г. Первая доза исследуемого препарата Оптимо Дуо по эффективности не уступала оптимальной дозе Карамба Турбо, при этом расход Оптимо Дуо в осеннюю обработку (0,5 л/га) был значительно меньше, по сравнению с препаратом Карамба Турбо (1,4 л/га). Повышенная доза (0,75 л/га осенью + 0,5 л/га весной) росторегулятора Оптимо Дуо вызвала некоторое ингибирующее действие, возможно, связанное с повышенной концентрацией метконазола, ингибирующего синтез гиббереллина.

Осенняя обработка растений обоими регуляторами роста в изученных дозах оказала существенное влияние на их высоту (от корневой шейки до точки роста), при этом действие Оптимо Дуо было несколько более выраженным, по сравнению с Карамба Турбо. В фазе прекращения осенней вегетации препараты Оптимо Дуо и Карамба Турбо оказали негативное влияние на высоту растений, которая снизилась на 21-22 и 19 % соответственно, по сравнению с контролем. В межфазный период ветвление – образование соцветий исследуемые препараты во всех изученных дозах оказали некоторое стимулирующее действие на высоту растений озимого рапса. Препарат Карамба Турбо способствовал ее увеличению на 22 %, а Оптимо Дуо – на 25-36 %, по сравнению с контролем. Весенняя обработка растений в фазе зеленого стручка регулятором роста Карамба Турбо способствовала снижению высоты, по сравнению с контролем, на 1 %, Оптимо Дуо – на 1,5-2 %. Аналогичную закономерность прослеживали и в фазе полной спелости семян (табл. 2).

2. Влияние препаратов Карамба Турбо и Оптимо Дуо на высоту растений озимого рапса, см

Вариант	Год	Прекращение осенней вегетации	Ветвление – образование соцветий	Зеленый стручок	Полная спелость семян
1	2012	2,84	35,8	126,5	127,2
	2013	3,87	46,7	110,9	113,1
	2014	3,96	42,3	121,6	124,3
2	2012	2,30	41,3	124,2	126,9
	2013	3,42	56,1	109,5	111,1
	2014	3,28	51,4	119,7	121,0
3	2012	2,25	42,2	124,8	126,2
	2013	3,30	55,7	109,2	110,7
	2014	3,17	53,8	119,3	121,0
4	2012	2,23	44,9	124,2	125,6
	2013	3,19	55,0	106,6	106,5
	2014	2,94	54,2	118,1	118,3

Во все фазы развития в вариантах с проведением обработки препаратами Карамба Турбо и Оптимо Дуо в изученных дозах масса надземной части и корней одного растения, а также биомасса надземной части с одного гектара была выше, чем в контроле, на 25-31 %. Такую закономерность прослеживали во все годы исследования.

Ростостимулирующие препараты также оказывали значительное влияние на устойчивость растений к полеганию, при этом наибольший эффект наблюдали в

3. Оценка полегания растений озимого рапса перед уборкой урожая, балл

Вариант	2012 г.	2013 г.	2014 г.
1	3,8	4,5	4,3
2	4,5	4,8	4,8
3	4,5	5,0	4,8
4	4,8	5,0	5,0

4. Влияние препаратов Карамба Турбо и Оптимо Дуо на массу 1000 семян озимого рапса, г (при натуральной влажности)

Вариант	2012 г.	2013 г.	2014 г.
1	4,17±0,03	4,72±0,12	4,60±0,05
2	4,24±0,03	4,98±0,04	4,92±0,08
3	4,26±0,04	4,82±0,08	4,84±0,05
4	4,35±0,06	4,81±0,12	4,80±0,04
$НСР_{05}$	0,07	0,09	0,11

наименее благоприятном 2012 г., когда разница с контролем достигала 0,7-1 балла (табл. 3). Протекторное действие максимальной в опыте дозы Оптимо Дуо было несколько выше, чем в остальных вариантах во все годы исследования.

Масса 1000 семян – важная составляющая структуры урожая озимого рапса. Обработка растений регуляторами роста Карамба-Турбо и Оптимо Дуо в обеих дозировках оказало положительное влияние на величину этого показателя (табл. 4).

выраженным в менее благоприятном по метеорологическим условиям 2012 г.

Таким образом, весенняя обработка регуляторами роста увеличила устойчивость растений к полеганию на 0,7-1 балл, а в фазе полной спелости семян под действием препаратов возросли масса 1000 семян и общая биомасса растений на единицу площади. Урожайность маслосемян после использования изучаемых регуляторов роста возросла на 8-19 %. Обработка посевов препаратами обеспечила достоверную прибавку

5. Влияние регуляторов роста Карамба Турбо и Оптимо Дуо на урожайность семян озимого рапса, ц/га (при стандартной влажности 12 %)

Вариант	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка
1	33,4	–	34,7	–	34,3	–
2	39,6	6,2	40,3	5,6	39,9	5,6
3	39,0	5,6	39,4	4,7	39,7	5,4
4	36,1	2,7	38,3	3,6	37,6	3,2
$НСР_{05}$	2,53	–	3,55	–	2,89	–

Действие исследованных регуляторов роста на другие составляющие структуры урожая различалось по годам исследования. В относительно неблагоприятном 2012 г. под их влиянием достоверно увеличилось количество ветвей и стручков на одном растении, а также соотношение побочной продукции к семенам, при этом эффект Карамба Турбо и первой дозы Оптимо Дуо был практически одинаковым и составил по количеству ветвей 32 %, а по количеству стручков – 9-10 %, по сравнению с контролем. В 2013 и 2014 гг. по количеству ветвей и стручков на одном растении статистически достоверных различий между вариантами выявлено не было. Масса семян на одном растении в вариантах с применением регуляторов роста в эти годы также не отличалась от контроля. Таким образом, протекторное действие препаратов во всех дозировках на рост и развитие растений в большей степени проявлялось в неблагоприятных метеорологических условиях.

Во все годы проведения опытов Оптима Дуо и Карамба Турбо оказывали положительное влияние на урожайность семян озимого рапса (табл. 5). Более эффективным было применение Карамба Турбо (1,4 л/га осенью в фазе розетки + 0,5 л/га весной в фазе 10-12 листьев) и Оптимо Дуо (0,5 л/га осенью + 0,5 л/га весной). При этом все варианты с использованием регуляторов роста показали достоверную прибавку, по сравнению с контролем. Действие оптимальных доз Оптимо Дуо (0,5 л/га осенью + 0,5 л/га весной) было более урожая в 2,7-6,2 ц/га, по сравнению с контролем во всех вариантах. Между вариантами, где проводили обработку посевов озимого рапса препаратами Карамба Турбо и Оптимо Дуо различия по урожайности были недостоверны. В производственных условиях целесообразно применять препарат Карамба Турбо или Оптимо Дуо по схеме 0,5 л/га осенью + 0,5 л/га весной в фазе ветвление – образование соцветий.

Литература.

1. Гущина В.А., Лыкова А.С. Урожайность и качество семян сортов ярового рапса в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2015. № 1 (33). С. 16-19.

2. Чекмарев П.А. У рапса большие перспективы // Земледелие. 2009. № 2. С. 3-5.

3. Баринова Г.М. Калининградская область. Климат. Калининград: ФГУИПП «Янтарный сказ», 2002. 196 с.

4. Экологическое состояние и плодородие почв Калининградской области / В.И. Панасин, Е.С. Роньжина, В.В. Долинина, Д.А. Рымаренко. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2014. 71 с.

5. Анциферова О.А. Реакция агрофитоценоза рапса на кислотность почвы и избыточное увлажнение // Физиология растений – теоретическая основа инновационных агро- и фитобиотехнологий: Материалы. Часть II. Калининград: Издательство ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2014. С. 45–47.

6. Анциферова О.А. Динамика агрохимических свойств буроземов в условиях развития водной эрозии // Агрохимический вестник. 2009. № 4. С. 12–15.

7. Панасин В.И., Рымаренко Д.А., Долинина В.В. Урожайность озимого рапса при использовании регулятора роста Карамба Турбо // Плодородие. 2014. № 1. С. 13–14.

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

Comparative Efficiency of KARAMBA TURBO and OPTIMO DUO Growth Regulators during Cultivation of Winter Rape

V.I. Panasin[1], D.A. Rymarenko[2]

[1]Kaliningrad State Technical University, Sovetskii prosp., 1, Kaliningrad, 236022, Russian Federation

[2]Center of Agrochemical Service "Kaliningradskii", ul. Molodoi Gvardii, 4, Kaliningrad, 236038, Russian Federation

Abstract. *It is presented the experimental data on the effect of KARAMBA TURBO and OPTIMO DUO growth regulators on winter hardiness, yield and elements of yield structure of winter rape under conditions of Kaliningrad region. The experiments were carried out in 2012-2014 in OOO "Gur'evsk-Agro", Gur'evsk district, Kaliningrad region. The use of KARAMBA TURBO and OPTIMO DUO during cultivation of winter rape on sod-podzol soils significantly improves winter hardiness of plants. The action of these preparations is most evident in the years relatively unfavorable for overwintering. The loss of plants was 26.8-31.5 % in the control variants and 8.9-17.9 % - in the variants with treatment by the preparations. Both growth regulators significantly reduced plant height and increased their total biomass during autumn period. During the period from the resumption of spring vegetation to inflorescence formation, the studied drugs had a significant stimulatory effect on plant growth and development. Spring treatment with the plant growth regulators increased the resistance to lodging on 0.7-1 points, and in the phase of full ripeness of seeds the weight of 1000 seeds and the total biomass of plants per unit area increased under the influence of the tested drugs. All tested doses of growth regulators had a statistically significant positive impact on the value of the harvest of main products. The yield of oilseeds increased by 8-19 %. In all test variants, where crops were treated by the growth regulators, the significant yield increase (270-620 kg/ha) was registered in comparison with the control variant. Between the variants where winter rape was treated by KARAMBA TURBO and OPTIMO DUO the yield differences were insignificant. Under production conditions it is expedient to use KARAMBA TURBO or OPTIMO DUO according to the scheme: 0.5 l/ha in autumn + 0.5 l/ha in spring at the phase "branching-inflorescence formation".*

Keywords: *growth regulator, KARAMBA TURBO, OPTIMO DUO, winter rape, winter hardiness, yield.*

Author Details: *Panasin V.I., D. Sc. (Agr.), professor, director (e-mail: agrohim_39@mail.ru); Rymarenko D.A., Cand. Sc.(Biol.), Chief agrochemist.*

For citation: *Panasin V.I., Rymarenko D.A. Comparative Efficiency of KARAMBA TURBO and OPTIMO DUO Growth Regulators during Cultivation of Winter Rape. Zemledelie. 2017. No. 5. Pp. 24-26 (in Russ).*

УДК 632.934:633.521

Применение биостимуляторов при возделывании льна-долгунца

Л.М. ЗАХАРОВА, старший научный сотрудник
(e-mail: vniilsekretar@mail.ru)
Всероссийский научно-исследовательский институт льна,
ул. Луначарского, 35, Торжок, Тверская обл., 172002, Российская Федерация

Исследования проводили с целью изучения эффективности применения антистрессантов Лигногумат, МиГиМ, Сивид-Комплекс. Работа выполнена на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в Торжокском районе Тверской области. Эталонные варианты в опыте – баковые смеси гербицидов Магнум + Гербитокс-Л + Квикстеп или Миура; Секатор Турбо + Гербитокс-Л + Пантера; Тифи + Гербитокс-Л + Клетодим Плюс Микс. Контроль – вариант без обработки. Опытные варианты включали баковую смесь с одним из антистрессантов. Добавленные к гербицидам препараты не уменьшали их фитотоксичность. Масса сорняков перед уборкой снижалась, по сранению с контролем, на 70-100 %. Урожайность льносоломы в контроле составила 3,3 т/га, льносемян – 0,45 т/га. От использования баковых смесей с Секатором Турбо урожайность льносоломы увеличивалась на 21-40 %, льносемян – на 29-51 %; с Магнумом – на 24-41 и 20-49 %; с Тифи – на 31-42 и 31-38 %. МиГиМ в схемах с Магнумом повысил урожайность льносоломы на 14 %, семян – на 18 %, с Секатором Турбо – на 16 и 14 %. Сивид–Комплекс в смеси с Тифи увеличил урожайность льносоломы до 8 и семян до 5 %. Повышение урожайности льносоломы от использования Лигногумата в сочетании с Секатором Турбо составило 13 % с Магнумом – 3 %, сбор семян увеличивался на 18 % только в варианте с Секатором Турбо. Условная рентабельность МиГиМа в смеси с Магнумом достигала 87 % с Секатором Турбо – 75 %. Сивид-Комплекс повышал рентабельность на 29 %. Рентабельность Лигногумата в баковой смеси с Секатором Турбо составила 52 %, с Магнумом – 25 %.

Ключевые слова: *лен-долгунец, сорные растения, гербициды, антистрессанты, химический стресс, урожайность, качество.*

Для цитирования: *Захарова Л.М. Применение биостимуляторов при возделывании льна-долгунца // Земледелие. 2017. № 5. С. 27-29.*

Несмотря на комплекс агротехнических мероприятий, проводимых на льняных полях России, применение гербицидов по-прежнему сохраняет приоритетное место в технологиях защиты растений этой культуры.

Высокая засоренность посевов практически во всех регионах льносеяния трудноискоренимыми многолетними корневищными и корнеотпрысковыми видами, а также развитие устойчивых популяций сорных растений вызывает необходимость использования гербицидов разных классов и механизмов действия [1]. На фоне их применения в результате устранения конкуренции со стороны сорняков создаются благоприятные условия для роста, развития и повышения продуктивности льна. Однако гербициды, губительно действуя на сорные виды, могут оказывать негативное влияние на рост и развитие, урожай и качество льна.

Цель исследований – определение возможности снятия химического стресса от применения гербицидов с растений льна-долгунца с помощью биостимуляторов роста.

Учитывая большой интерес к гуминовым удобрениям и широкое их применение на многих сельскохозяйственных культурах, возник интерес к изучению эффективности таких препаратов на посевах льна. Физиологически активные вещества гумусовой природы ускоряют синтез белка и нуклеиновых кислот, активизируя тем самым восстановительные процессы, поэтому гуматы – наиболее простое и эффективное средство повышения устойчивости культуры к действию гербицидов [2].

В опыте изучали следующие препараты: гуминовое удобрение с микроэлементами в хелатной форме Лигногумат «АМ» калийный П [3], органо-минеральная смесь из вермикомпоста калифорнийского червя МиГиМ Ж (2,0 л/га) [4], органо-минеральная смесь из экстракта морских водорослей Сивид Комплекс Ж (0,5 л/га) [5], оказывающие антистрессовый, росторегулирующий, иммуномодулирующий и другие полезные эффекты.

Эксперименты проводили в 2010-2015 гг. на среднеспелом сорте Альфа на базе ВНИИ льна в Тверской области на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с содержанием гумуса 1,45-1,60 %, подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) – 190-200 и 91-116 мг/кг соответственно, реакция почвенной среды (pH_{KCl}) – 5,1-5,5. Учетная площадь делянок 10 м^2. Повторность в опытах – четырехкратная.

Возделываали лен в соответствии с рекомендованной для зоны технологией с использованием серийных машин и оборудования. Учеты и наблюдения в опытах осуществляли в соответствии с действующими методическими указаниями [6, 7]. Урожай убирали поделяночно сплошным методом и приводили к стандартным показателям по влажности и засоренности. Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [8].

В опыте использовали разработанные перспективные баковые смеси гербицидов Секатор Турбо, Магнум, Тифи, Гербитокс-Л, Пантера, Клетодим Плюс Микс, Квикстеп и Миура для борьбы со смешанным спектром сорной растительности, присущей посевам льна-долгунца в период его вегетации (эталонные варианты), ранее продемонстрировавшие высокую эффективность [9, 10].

Расчет экономической эффективности композиционных смесей проводили путем сравнения стоимости дополнительной продукции с дополнительными затратами на основании существующих норм, расценок, закупочных цен и полученной урожайности. Определяли стоимость сохраненной части урожая, совокупность затрат на защиту растений (стоимость препаратов, нормативные затраты на уборку, доработку и транспортировку сохраненной части урожая), условный чистый доход, рентабельность. Цену реализации льнотресты в 2010-2012 гг. принимали равной 3,0 тыс. руб./т; льносемян – 15,0 тыс. руб./т, в 2013-2015 гг. – соответственно 5,5 и 30,0 тыс. руб./т.

Обработку посевов льна композиционными баковыми смесями гербицидов совместно с Лигногуматом, МиГиМом и Сивид-Комплексом проводили в фазе «елочка» при высоте растений 3-10 см.

Схема опыта предусматривала следующие варианты:

Магнум, 7 г/га + Гербитокс-Л, 0,6 л/га + Миура, 1,0 л/га (эталон);

Магнум, 7 г/га + Гербитокс-Л, 0,6 л/га + Миура, 1,0 л/га + Лигногумат, 50 г/га;

Магнум, 7 г/га + Гербитокс-Л, 0,6 л/га + Квикстеп, 0,8 л/га (эталон);

Магнум, 7 г/га + Гербитокс-Л, 0,6 л/га + Квикстеп, 0,8 л/га + МиГиМ, 2,0 л/га;

Секатор Турбо, 75 мл/га + Гербитокс-Л, 0,6 л/га + Пантера, 1,0 л/га (эталон);

Секатор Турбо, 75 мл/га + Гербитокс-Л, 0,6 л/га + Пантера, 1,0 л/га + Лигногумат, 50 г/га;

Секатор Турбо, 75 мл/га + Гербитокс-Л, 0,6 л/га + Пантера, 1,0 л/га + МиГиМ, 2,0 л/га;

Тифи, 10 г/га + Гербитокс-Л, 0,6 л/га + Клетодим Плюс Микс, 0,8 л/га + Микс, 0,8 л/га (эталон);

Тифи, 10 г/га + Гербитокс-Л, 0,6 л/га + Клетодим Плюс Микс, 0,8 л/га + Микс, 0,8 л/га + Сивид, 0,5 л/га;

без обработки (контроль)

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались. В 2010 г. с третьей декады июня и до самой уборки (28 июля) стояла

1. Эффективность Лигногумата в составе композиционных смесей препаратов на посевах льна-долгунца сорта Альфа (Тверская обл., ВНИИ льна, 2010-2012 гг.)

Вариант	Техническая эффективность, %		Засоренность льносоломы, %	Номер льнотресты	Условно чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
	двудольные сорняки	злаковые сорняки				
Магнум + Гербитокс-Л + Миура (эталон)	80-100	87-98	3,8	1,34	2246	127
Магнум + Гербитокс-Л + Миура + Лигногумат	86-100	88-97	4,3	1,38	3005	152
Секатор Турбо + Гербитокс-Л + Пантера (эталон)	89-100	70-99	3,5	1,39	1946	128
Секатор Турбо + Гербитокс-Л + Пантера +Лигногумат	83-100	74-90	4,8	1,36	2349	150
Контроль без обработки	160-1251 г/м^2*	145-776 г/м^2	44	1,53	–	–

**фактическая засоренность посевов и льносоломы.*

жаркая засушливая погода. Осадки в количестве 45 % нормы выпали только в третьей декаде июля. Гидротермический коэффициент по Селянинову (ГТК) июня составил 2,04, июля – 0,17, а в целом за вегетационный период – 1,33. Как влажные, с осадками в 1,5 и 1,4 раза выше среднемноголетних показателей характеризовались 2011 и 2012 гг. ГТК за вегетационный период составил 2,07 и 2,19 соответственно. В 2013 и 2014 гг.

Лигногумат, МиГиМ и Сивид-Комплекс в составе баковых смесей не влияли на техническую эффективность гербицидов. Применение рекомендуемых композиций снижало массу двудольных сорняков на 70-100 %, злаковых – на 79-100 %. Засоренность льносоломы при этом достигала 2,6-4,8 %, против 44 (средняя за 2010-2012 гг.) и 29,8 % (средняя за 2013-2015 гг.) в контроле (табл. 1 и 2).

способствовала увеличению высоты растений льна в период быстрого роста на 18 %, в фазе бутонизации – на 15 %, в фазе цветения – на 9 %. В вариантах с Лигногуматом в составе композиционных смесей Магнума и Секатора Турбо превосходство растений над эталонными в период быстрого роста составляло 14 и 6 % соответственно, в фазе бутонизации – 10 и 2 %, в фазе цветения – 8 и 2 %.

2. Эффективность МиГиМа и Сивид-Комплекса в составе композиционных смесей препаратов на посевах льна-долгунца сорта Альфа (Тверская обл., ВНИИ льна, 2013-2015 гг.)

Вариант	Прибавка, т/га		Техническая эффективность, %		Засоренность льносоломы, %	Номер льнотресты	Условно чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
	льнотресты	льносемян	двудольные сорняки	злаковые сорняки				
Магнум + Гербитокс-Л + Квикстеп (эталон)	0,62	0,54	70-98	97-100	2,6	1,50	3082	102
Магнум + Гербитокс-Л + Квикстеп + МиГиМ	1,07	0,64	88-100	90-100	4,4	1,83	7579	189
Тифи + Гербитокс-Л + Клетодим Плюс Микс+Микс (эталон)	0,82	0,59	90-98	94-100	3,5	1,75	6383	274
Тифи + Гербитокс-Л + Клетодим Плюс Микс + Микс + Сивид	1,12	0,62	85-97	91-100	3,3	1,83	8468	303
Секатор Турбо + Гербитокс-Л + Пантера (эталон)	0,56	0,58	80-96	79-99	4,6	1,83	4385	169
Секатор Турбо + Гербитокс-Л + Пантера + МиГиМ	1,06	0,66	85-98	86-98	3,8	1,92	8606	244
Контроль без обработки*	2,64	0,45	450-800 г/м^2	56-182 г/м^2	29,8	1,75	–	–

**фактическая засоренность посевов и льносоломы в контроле*

обеспеченность влагой была ниже оптимальной, ГТК – 1,28 и 1,21 соответственно. В вегетационном периоде 2015 г. практически до середины июля отмечали дефицит влаги при повышенных среднесуточных температурах воздуха. Затем в течение двух суток (20 и 21 июля) выпало почти 50 % от месячной нормы осадков, в результате чего ГТК за этот месяц составил 2,08, что свидетельствует об избыточном увлажнении. До конца второй декады августа погода была засушливой (ГТК – 0,82).

Метеоусловия оказали немаловажное влияние на высоту необработанных гербицидами растений льна. Наименьшей она была в 2013 г. (60,2 см), наибольшей – в 2014 г. (78,3 см). Средняя высота растений после обработки гербицидами варьировала от 64,2 до 73,1 см, что и обусловило различную эффективность изучаемых комбинаций по годам.

Как правило, наиболее эффективными были обработки, проведенные на ранних фазах развития сорняков: розетки осота и бодяка; 2-3 листа мари белой, горца вьюнкового, всех видов пикульников.

Включение в состав баковых смесей гербицидов антистрессантов способствовало увеличению высоты растений льна, по сравнению с эталонами. Наиболее выраженный эффект отмечен при использовании препарата МиГиМ. При его добавлении к эталонной смеси Магнума высота растений в период быстрого роста увеличивалась на 23 %, в фазе бутонизации – на 20 %, в фазе цветения – на 11 %. При использовании МиГиМ в составе баковой смеси с Секатором Турбо величина этого показателя повышалась по фазам роста соответственно на 7; 4; и 3 %. Добавка Сивид-Комплекса в баковую смесь гербицида Тифи способствовало повышению числа коробочек на растении на 4 % и массы 1000 семян – на 0,11 г; в варианте с Сивид-Комплексом в составе баковой смеси с Тифи – соответственно на 12,5 % и 0,19 г, по сравнению с эталонами.

Использование МиГиМа в составе баковых смесей с Магнумом и Секатором Турбо способствовало повышению числа коробочек на растении на 4 % и массы 1000 семян – на 0,11 г; в варианте с Сивид-Комплексом в составе баковой смеси с Тифи – соответственно на 12,5 % и 0,19 г, по сравнению с эталонами.

Комплексный показатель, характеризующий действие стимулирующих препаратов и, в конечном итоге, определяющий целесообразность их применения, – урожайность культуры. При использовании баковых смесей гербицидов (эталоны) прибавка урожая, по отношению к контролю (без гербицидов), была обусловлена снижением развития сорной растительности. Лигногумат, МиГиМ и Сивид-Комплекс влияли на формирование дополнительного урожая, усиливая ростовые и иммунизирующие процессы в растениях льна-долгунца.

3. Урожайность льнотресты и льносемян при использовании смесей гербицидов с Лигногуматом

Вариант	Льнотреста				Льносемена			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	среднее	2010 г.	2011 г.	2012 г.	среднее
Магнум + Гербитокс-Л + Миура (эталон)	2,3	2,86	2,82	2,66	0,34	0,67	0,28	0,43
Магнум + Гербитокс-Л + Миура + Лигногумат	2,48	3,12	3,07	2,89	0,40	0,69	0,26	0,45
Секатор Турбо + Гербитокс-Л + Пантера (эталон)	2,08	2,74	2,83	2,55	0,30	0,63	0,39	0,44
Секатор Турбо + Гербитокс-Л + Пантера + Лигногумат	2,46	2,66	3,64	2,92	0,34	0,57	0,47	0,46
Контроль без обработки	1,89	2,00	2,65	2,18	0,24	0,40	0,14	0,26
$НСР_{05}$	2,7	1,3	0,7		0,12	0,17	0,09	

4. Урожайность льнотресты и льносемян при использовании смесей гербицидов с препаратами МиГиМ и Сивид, т/га

Вариант	Льнотреста				Льносемена			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее
Магнум + Гербитокс-Л + Квикстеп (эталон)	2,15	3,49	4,14	3,26	0,26	0,58	0,78	0,54
Магнум + Гербитокс-Л + Квикстеп + МиГиМ	2,12	4,02	4,99	3,71	0,26	0,76	0,90	0,64
Тифи + Гербитокс-Л + Клетодим Плюс Микс + Микс (эталон)	2,05	4,27	4,07	3,46	0,24	0,84	0,69	0,59
Тифи + Гербитокс-Л + Клетодим Плюс Микс + Микс + Сивид	2,10	4,40	4,78	3,76	0,26	0,86	0,75	0,62
Секатор Турбо + Гербитокс-Л + Пантера (эталон)	2,07	3,71	3,81	3,20	0,29	0,74	0,72	0,58
Секатор Турбо + Гербитокс-Л + Пантера + МиГиМ	2,13	4,62	4,19	3,70	0,29	0,84	0,86	0,66
Контроль без обработки	1,78	3,65	2,50	2,64	0,21	0,69	0,44	0,45
$НСР_{05}$	2,2	1,9	4,7		0,17	1,83	2,07	

Урожайность льнотресты и льносемян в контроле в опытах с Лигногуматом была равна соответственно 2,18 и 0,26 т/га (табл. 3). От снятия конкуренции сорняков с культурой баковой смесью Секатора Турбо она возрастала на 0,37 и 0,18 т/га соответственно (17 и 69 %), баковой смесью Магнума – на 0,45 и 0,17 т/га (17 и 65 %).

Участие Лигногумата в повышении урожайности льнотресты, по сравнению с эталонным вариантом, в схемах с Секатором Турбо и Магнумом составило 0,37 и 0,23 т/га соответственно, в увеличении массы льносемян – 0,02 т/га в обеих смесях. На качество льнотресты в среднем за 3 года Лигногумат практически не влиял, хотя в отдельные годы наблюдали некоторое увеличение ее номера (см. табл. 1).

Расчет экономической эффективности показал, что рентабельность применения баковых смесей Магнума и Секатора Турбо составила 127 %. Введение Лигногумата повышало ее еще на 25 и 22 % соответственно.

Урожайность льнотресты и льносемян в опытах с МиГиМом и Сивид-Комплексом в контроле находилась на уровне 2,64 и 0,45 т/га (табл. 4). От снятия конкуренции сорняков с культурой баковой смесью Секатора Турбо она повысилась на 0,56 и 0,13 т/га, соответственно (на 21 и 29 %), баковой смесью Магнума – на 0,62 и 0,09 т/га (на 23 и 20 %), баковой смесью Тифи на 0,82 и 0,14 т/га (соответственно на 31 %).

Участие МиГиМа в повышении урожайности льнотресты в схеме с Магнумом, по сравнению с эталоном, составило 0,45 т/га, с Секатором Турбо – 0,5 т/га. Сивид-Комплекс в схеме с Тифи увеличил ее на 0,3 т/га; урожайность семян возрастала соответственно на 0,1, 0,08 и 0,03 т/га (см. табл. 4).

Условная рентабельность от применения МиГиМа в составе баковой смеси Магнума достигала 87 %, в баковой смеси с Секатором Турбо – 75 %. Сивид-Комплекс в баковой смеси Тифи увеличил рентабельность на 29 % (см. табл. 2).

В необработанных посевах средний номер тресты составил 1,75. В эталонном варианте с баковой смесью Магнума – 1,50, Секатора Турбо – 1,83, Тифи – 1,75. Лучшее качество льнотресты отмечено в варианте Секатор Турбо + Гербитокс-Л + Пантера + МиГиМ – 1,92. Однако самая высокая прибавка установлена при использовании МиГиМа в баковой смеси с Магнумом – более чем на 1 сортономер. Сивид-Комплекс в составе композиционной смеси с Тифи увеличил качество тресты на 0,08.

Таким образом, включение Лигногумата, МиГиМа и Сивид-Комплекса в баковые смеси гербицидов при обработке посевов льна-долгунца от спектра смешанной сорной растительности в период вегетации культуры дает возможность повысить сопротивляемость льна неблагоприятным факторам среды, снизить стрессовое воздействие гербицидов на культурные растения, что выражается в увеличении их высоты по фазам роста. Использование биостимуляторов роста в среднем за период исследований обеспечило повышение урожайности льнотресты от 0,23 до 0,5 т/га, льносемян – от 0,02 до 0,1 т/га. При этом препараты не влияли на техническую эффективность гербицидов, она превышала 80 %.

Литература.

1. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2015 году и прогноз развития вредных объектов в 2016 году / Д.Н. Говоров, А.В. Живых, Н.В. Ипатова и др. М.: Российский сельскохозяйственный центр, 2016. 380 с.

2. Локоть А.Ю. Эффективность биостимуляторов на льне-долгунце // Агрохимия. 2001. № 8. С. 47–53.

3. Захарова Л.М. Способ повышения эффективности на посевах льна-долгунца баковых смесей перспективных гербицидов, основанные на уменьшении их стрессового воздействия на лен: Регламент применения Лигногумата. Торжок – Санкт-Петербург, 2012. 26 с.

4. Препарат комплексного действия МиГиМ. М.: ООО «Подворье «Альбин», 2013. 25 с.

5. Микроудобрения и биостимуляторы роста на основе морских водорослей. М.: ООО НПО «РосАгроХим», 2013. 30 с.

6. Методические указания по проведению полевых опытов со льном- долгунцом. Торжок: ВНИИЛ, 1978. 72 с.

7. Методические указания по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве. М.: Государственная комиссия по химическим и биологическим средствам борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками при МСХ СССР; ВНИИ защиты растений, 1981. 46 с.

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 415 с.

9. Захарова Л.М. Новые послевсходовые гербициды на льне // Защита и карантин растений. 2013. № 4. С. 31–34.

10. Захарова Л.М., Дьяконов Ю.В. Технология защиты льна от вредных организмов с использованием препаратов компании «Август». М.: «Альфа-Дизайн», 2013. 52 с.

Application of Biostimulants during Cultivation of Fibre Flax

L.M. Zaharova
All-Russian Flax Research Institute,
ul. Lunacharskogo, 35, Torzhok,
Tverskaya obl., 172002, Russian Federation

Abstract. *The aim of the investigation was to study the efficacy of the antistress preparations Lignogumat, MiGiM, Sivid-Kompleks. The work was carried out on sod-podzol light loamy soil in Torzhok district, Tver region. The reference variants in the experiment were the tank mixtures of herbicides Magnum + Gerbitoks-L + Kvikstep or Miura; Sekator Turbo + Gerbitoks-L + Pantera; Tifi + Gerbitoks-L + Kletodim Plus Miks. The variant without processing was a control. The experimental variants included a tank mixture with one of the antistress drugs. The preparations, added to herbicides, did not reduce their phytotoxicity. The weight of weeds before harvesting decreased by 70-100 %. The yield of flax straw in the control was 3.3 t/ha and of flax seed – 0.45 t/ha. The yield of flax straw and flax seeds increased by 21-40 % and 29-51 %, respectively, due to the use of tank mixtures with Sekator Turbo; for Magnum preparation these values were 24-41 % and 20-49 %, for Tifi – 31-42 % and 31-38 %. MiGiM in the schemes with Magnum increased the yield of flax straw by 14 % and seeds by 18 %, with Sekator Turbo – by 16 % and 14 %. Sivid-Kompleks mixed with Tifi increased the yield of flax straw by 8 % and seeds – by 5 %. The increase in the yield of flax straw from the use of Lignogumat in the combination with Sekator Turbo was 13 %, and it was 3 % in the scheme with Magnum; the harvest of seeds raised by 18 % only in the variant with Sekator Turbo. The conditional profitability of MiGiM in the mixture with Magnum reached 87 %, in the mixture with Sekator Turbo – 75 %. Sivid-Kompleks increased the profitability by 29 %. Profitability of Lignogumat in the tank mixture with Sekator Turbo was 52 %, with Magnum – 25 %.*

Keywords: *fibre flax, weeds, herbicides, antistress agents, chemical stress, yield, quality.*

Author Details: *L.M. Zaharova, senior research fellow (e-mail: vniilsekretar@mail.ru).*

For citation: *Zakharova L.M. Application of Biostimulants during Cultivation of Fibre Flax. Zemledelie. 2017. No. 5. Pp. 27-29 (in Russ.).*

УДК: 631.432.24: 631.445.4 (571.1)

Водопроницаемость черноземных почв южной лесостепи Западной Сибири

Л.В. ЮШКЕВИЧ[1], доктор сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: sibniish@bk.ru)
Д.А. ГОЛОВАНОВ[2], кандидат технических наук, директор (e-mail: dir@oezomsk.ru)
[1]Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, просп. Королева, 26, Омск, 644012, Российская Федерация
[2]Омский экспериментальный завод, просп. Королева, 32, Омск, 644012, Российская Федерация

Водонепроницаемость черноземных почв лесостепи Западной Сибири во многом определяет увлажнение летними и вневегетационными осадками. Влагопроводные функции черноземных почв определяет увлажнение, приемы обработки почвы, уровень осеннего увлажнения и мерзлотное состояние верхнего слоя. Снижение водопроницаемости и повышение стока талых вод тем больше, чем сильнее она увлажнена, плотнее ее сложение, выше некапилярная скважность, особенно на расчленненом рельефе местности. Водопроницаемость изменяется от 3,5 до 0,05 мм/мин, или в 70 раз. Увеличение плотности верхнего слоя с 0,92 до 1,24 г/см^3 снижает объем инфильтрации в 13 раз. В условиях проведения исследований в 70-80 % лет верхний (0-20 см) слой черноземных почв осенью увлажняется выше ВРК (22-27 %), а в 30-40 % выше НВ (32-34 %), когда усвоение вневегетационных осадков значительно снижается, а поверхностный сток талых вод возрастает. Периодическое глубокое рыхление уплотненных почв в севооборотах с применением глубокорыхлителя РН-4 способствует повышению водопроницаемости почвы и увеличению урожайности зерна яровой пшеницы, относительно варианта с минимальной обработкой почвы, с 1,58 до 1,76 т/га, или на 11,4 %.

Ключевые слова: *водопроницаемость почвы, агрофизические показатели верхнего слоя, рыхление уплотненной почвы, средства химизации, урожайность зерна пшеницы.*

Для цитирования: *Юшкевич Л.В., Голованов Д.А. Водопроницаемость черноземных почв южной лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2017. № 5. С. 30-32.*

Продуктивность зерновых культур в засушливых регионах, включая южно-лесостепную зону Западной Сибири, во многом определяет обеспеченность растений влагой [1, 2]. Климатические условия региона достаточно жесткие. Так, продолжительность безморозного периода составляет 110-130 суток, годовая сумма осадков – 300-370 мм, в том числе за вегетацию – 160-210 мм, коэффициент увлажнения не превышает 0,51-0,60. Водопотребление в расчете на 1 т зерна составляет в зоне в среднем 160-180 мм.

Водопроницаемость мерзлоталой почвы во многом предопределяет её увлажнение как летними, так и вневегетационными осадками, поверхностный сток и в целом водный режим агрофитоценозов. На величину этого показателя значительное влияние оказывают агрофизические свойства верхнего слоя почвы.

Цель исследований – установить влияние основных агрофизических параметров верхнего слоя черноземных почв (плотность, агрегатный состав, увлажнение) и приемов обработки на водопроницаемость черноземов южной лесостепи Западной Сибири.

Исследования проводили в стационарных и краткосрочных полевых экспериментах лаборатории земледелия черноземной лесостепи ГНУ СибНИИСХ в 1980-2016 гг., а также в лабораторных лизиметрических опытах. Почва экспериментального участка, а также почва, используемая в лизиметрических колонках, представляла собой средний суглинок с равновесной плотностью до 1,15 г/см^3 и содержанием гумуса до 6-8 %.

Водопроницаемость почвы в полевых условиях определяли прибором ПВН, в лабораторных условиях – методом трубок [3, 4]. Повторность 3-4-кратная. Отсчеты впитывания воды брали через каждые 10 мин. Время проведения исследований – 3 ч. Для каждого интервала времени скорость фильтрации (мм/мин) определяли по формуле:

$V = Q \cdot 10/s \cdot t$,

где V – скорость фильтрации, мм/мин; Q – расход воды, см^3; t – промежуток времени между отсчетами, мин; s – площадь сечения, см^2.

В результате полевых исследований установлено, что значительное влияние на водопроницаемость выщелоченного чернозема оказывает плотность его верхнего (0-30 см) слоя, а скорость фильтрации изменяется, в зависимости от плотности и времени наблюдений, от 3,5 до 0,05 мм/мин, или в 70 раз. Увеличение плотности верхнего слоя с 0,92 до 1,24 г/см^3 снижало объем инфильтрации почти в 13 раз, причем впитывание возрастало с уменьшением плотности верхнего слоя.

Несмотря на то, что основное влияние на формирование урожаев зерновых культур в регионе оказывают дожди в период вегетации, вневегетационные осадки также имеют определенное значение. Осенние осадки, выпадающие в южной лесостепи в сентябре – октябре в количестве в среднем 65 мм (17,6 % от годовой нормы), оказывают, особенно во влажные годы, заметное влияние на гидрологические условия осеннего увлажнения почвы, усвоение талых вод, поверхностный сток и, в конечном итоге, на урожайность.

Установлено, что основной фактор, определяющий аккумуляцию талых вод весной, – водно-физическое состояние верхнего слоя в осенний период [5, 6, 7, 8, 9]. Как показал анализ многолетних данных, в южной лесостепи в 70-80 % лет верхний 0-20 см слой черноземных почв осенью увлажняется выше влажности разрыва капиллярной связи (ВРК, 22-27 %), а в 30-40 % – выше наименьшей влагостойкости (НВ, 32-34 %).

1. Водопроницаемость почвы в зависимости от системы обработки почвы в севообороте, мм/мин.

Время определения	Предшественник				
	пар		вторая культура		
	система обработки почвы в севообороте				
	отвальная	минимальная	отвальная	плоскорезная	минимальная
1 ч	1,56	1,24	3,12	2,28	1,28
2 ч	0,68	0,39	1,89	1,10	0,76
3 ч	0,62	0,42	1,64	0,95	0,71
Среднее	0,95	0,68	2,22	1,44	0,92

2. Водопроницаемость (мм/мин) выщелоченного чернозема в талом и мерзлом состоянии в зависимости от увлажнения и плотности (среднее за 3 ч)

Плотность почвы, г/см³	Состояние почвы					
	талое			мерзлое		
	исходные уровни увлажнения					
	ВЗ	ВРК	НВ	ВЗ	ВРК	НВ
0,9	1,27	0,67	0,64	0,43	0,21	0,04
1,1	0,39	0,23	0,21	0,30	0,03	0,006

Длительное (более 20 лет) применение систем основной обработки почвы в севообороте оказывает заметное влияние на водопроницаемость верхнего слоя выщелоченного чернозема. Особенно это заметно на второй культуре после пара (табл. 1), под которой величина этого показателя при отвальной системе обработки в среднем составляет 2,22 мм/мин., при плоскорезной она снижается на 0,78 мм/мин., а при минимальной – на 1,3 мм/мин.

Водопроницаемость почвы, определяемая в талом состоянии, указывает на потенциальную возможность усвоения вневегетационных осадков. В период снеготаяния почвенный профиль черноземов оттаивает медленно в связи с увлажнением и промораживанием, и условия водопоглощения сильно отличаются.

Главная причина недостаточной водопроницаемости мерзлой почвы – превращение содержащейся в ней капиллярно-стыковой воды в лёд, который сужает или полностью закупоривает поры. Так, при влажности почвы, близкой к наименьшей влагоемкости, количество стыковой воды в пахотном слое черноземов составляет 20-25 % абсолютно сухой почвы, то есть на ее долю приходится до 40-45 % всего объема порового пространства [3, 4, 10]. Установлено, что при уплотнении верхнего слоя с 0,9 до 1,1 г/см³ (при «минимальной» обработке почвы) свободное поровое пространство уменьшается с 65 до 57 %, а капиллярная скважность повышается с 39 до 43 %. Таким образом, при уплотнении почвы, в том числе в связи с отказом от основной обработки, возрастает доля капиллярной скважности. Если в талой почве особых проблем с передвижением воды нет, то при мерзлом ее состоянии отмечается иная картина. В этом случае вода тонкого порового пространства превращается в лед и значительно снижает водо- и воздухопроницаемость почвы. Так, при плотности 0,9 г/см³ и уровне увлажнения до ВЗ, свободное поровое пространство составляет 53,5 % объема почвы, при ВРК – 45,7 % и НВ – 38,9 %, при плотности 1,1 г/см³ (без обработки) соответственно 43,0, 33,0 и 25,1 %. Следовательно, с увеличением плотности и увлажнения объем свободного порового пространства уменьшается, что служит основной причиной снижения водопроницаемости мерзлой почвы и увеличения поверхностного стока талых вод. Водопоглощение почвы в мерзлом состоянии значительно отличается от талого, причем по мере увеличения увлажнении почвенного профиля различия возрастают (табл. 2).

3. Водопроницаемость структурных фракций в талом и мерзлом состоянии мм/мин.

Размер агрегатов, мм	Состояние почвы					
	талое			мерзлое		
	уровни увлажнения					
	ВЗ	ВРК	НВ	ВЗ	ВРК	НВ
<0,25	1,38	0,53	0,54	1,26	0,19	0,022
0,5-3,0	3,29	1,59	1,89	2,51	0,22	0,13

При плотности 0,9 г/см³ и уровне увлажнения до ВЗ водопроницаемость в мерзлой почве, в сравнении с талой, уменьшилась в 3,0 раза, ВРК – в 3,2 и при НВ – в 16 раз. При плотности 1,1 г/см³ соответственно в 1,3, в 7,7 и в 35,0 раз. В этой связи довольно часто начало посева зерновых культур на необработанных, в том числе замульчированных, фонах становится возможным на 3-5 суток и более позже обычных оптимальных сроков. В результате сев затягивается до 5-10 июня, а урожайность зерна снижается до 10-30 %.

Наблюдениями автора в течение 20-30 лет установлено, что одновременно с наметившимся потеплением климата Западной Сибири на 20-30 % увеличилось количество вневегетационных, в том числе предзимних, осадков. Кроме того, в связи с ухудшением впитывания талых вод в последние годы значительно выросли объемы поверхностного стока. В наибольшей степени эти процессы характерны для террас рек и озер, при расчлененном рельефе местности, паровых (без осенней обработки) и необработанных с осени полей, площадь которых достигает 0,5 млн га и более.

Водопроницаемость во многом определяется сложением верхнего слоя, размером агрегатов, капиллярной скважностью и состоянием почвы. В мерзлой почве (в период снеготаяния), в сравнении с талой, она сильно снижается, причем уменьшение тем выше, чем сильнее увлажнение и меньше размеры почвенных агрегатов (табл. 3). Так, при увлажнении до НВ и размере агрегатов 0,5-3,0 мм водопроницаемость меньше, чем при талом состоянии, в 19,3 раза, а при 0,25 мм и менее – более чем в 57 раз. Сухая или слабоувлажненная (до ВЗ-ВРК) почва, наоборот, ускоренно оттаивает, и при слабом промораживании даже в мерзлом состоянии водопроницаемость её остается достаточно высокой для усвоения (до 70-90 %) талых вод.

Ранее проведенные наблюдения [11] показали, что периодическое глубокое рыхление почвы в севообороте с применением глубокорыхлителя РН-4,0, разработанного и производимого Омским экспериментальным заводом, способствует повышению водопроницаемости почвы и в последствии увеличению урожайности зерна яровой пшеницы (табл. 4).

Наиболее экономный расход влаги в течение вегетации отмечается на фоне комплексного применения средств интенсификации, при урожайности зерна до 3 т/га и более. В этом варианте коэффициент водопотребления на 1 т зерна на фоне «нулевой» обработки с дополнительным внесением глифосата составил за годы исследований 84,6 мм, а при обработке почвы РН-4,0 (1 раз за ротацию севооборота) только 76,8 мм/т зерна, что на 9,2 % экономнее.

В результате длительных (11 лет) наблюдений [3] установлено, что осен-

4. Урожайность зерна 3-й пшеницы после пара сорта Омская-36 в зависимости от технологии возделывания в южной лесостепи (2014-2016 гг.), т/га

Система обработки почвы (А)	Средства химизации (В)				Среднее по обработке почвы (А), $НСР_{05}$=0,17 т/га
	контроль (без химизации)	гербициды	гербициды + удобрения	комплексная химизация	
Отвальная на 20-22 см	0,81	1,53	1,61	3,02	1,74
Плоскорезная на 10-12 см	0,60	0,88	1,58	2,90	1,49
Рыхление РН-4,0 на 25-30 см	0,76	1,46	1,70	3,12	1,76
«Нулевая» + глифосат	0,57	1,31	1,58	2,88	1,58
Среднее (В), $НСР_{05}$=0,19 т/га	0,69	1,30	1,62	2,98	–

ние влагозапасы в наибольшей степени определяют урожайность второй пшеницы – в среднем до 51,1 %, сбор зерна пшеницы по пару зависел от них на 20,7 %, ячменя – только на 12,6 %.

Влияние осенних влагозапасов на формирование продуктивности зерновых культур во многом зависит от применения средств химизации. Так, при отсутствии удобрений и гербицидов на его долю приходилось в среднем 12,7 %, на фоне удобрений – 29,2 % и при комплексном применении средств химизации – 39,7 %. В среднем по всем предшественникам, вариантам химизации и систем обработки почвы в севообороте, продуктивность зерновых культур зависела от осенних влагозапасов на 25,8 %.

Таким образом, в южной лесостепи Западной Сибири на водопроницаемость почвы и усвоение вневегетационных осадков значительное влияние оказывают приемы обработки, уровень осеннего увлажнения верхнего слоя черноземных почв и их плотность. Снижение водопроницаемости и повышение стока талых вод тем больше, чем выше она увлажнена, плотнее её сложение, выше некапиллярная скважность, особенно на расчлененном рельефе местности. Доля влияния осенних продуктивных влагозапасов на урожайность зерна в среднем составляет до 25,8 %.

Литература.

1. Зависимость урожайности яровой пшеницы от гидротермических условий вегетационного периода в Предкамской зоне Среднего Поволжья / И.М. Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов, И.И. Майоров, С.В. Петров, Ф.Ф. Галиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2013. Т. 8. № 4 (30). С. 138-142.

2. Расход влаги при возделывании озимой пшеницы по различным предшественникам в южной зоне Ростовской области / А.В. Алабушев, Н.Г. Янковский, Г.В. Овсянникова, А.С. Попов, А.А. Сухарев // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 5. С. 4-9.

3. Юшкевич Л.В. Ресурсосберегающая система обработки и плодородие черноземных почв при интенсификации возделывания зерновых культур в южной лесостепи Западной Сибири: дис... д-ра с.-х. наук. Омск, 2001. 491 с.

4. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.Ф. Методы исследования физических свойств почв. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.

5. Сурмач Г.П. Об условиях, определяющих поглощение талых вод // Земледелие,1955. № 1. С. 8–12.

6. Ларин П.А. Водопроницаемость мерзлых почв при различных приемах обработки почвы // Почвоведение, 1961. № 11. С. 89–92.

7. Буянкин Н.И., Слесарев В.Н. Деградация и экологизация сибирских черноземов. Калининград, 2006. 192 с.

8. Кауричев И.С., Александрова Л.Н. Почвоведение. 3-е изд. М.: Колос, 1982. 496 с.

9. Голованов Д. А. Параметры рабочих органов комбинированного почвообрабатывающего орудия для накопления влаги в засушливых зонах Западной Сибири: дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2013. 131 с.

10. Юшкевич Л.В. Водно-физические свойства выщелоченного чернозема в связи с изучением приемов щелевания в южной лесостепи Омской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Омск, 1982. 16 с.

11. Голованов Д.А., Кем А.А., Чекусов М.С. Комбинированное орудие для основной обработки почвы и влагонакопления в засушливых районах западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 2. С. 53–55.

Water Permeability of Chernozem Soils of the South Forest-Steppe of Western Siberia

L.V. Yushkevich[1], D.A. Golovanov[2]
[1]Siberian Research Agricultural Institute, prosp. Koroleva, 26, Omsk, 644012, Russian Federation
[2]Omsk Experimental Plant, prosp. Koroleva, 32, Omsk, 644012, Russian Federation

Abstract. *Water permeability of chernozem soils of the forest-steppe of Western Siberia largely determines the moistening by summer and out-of-season precipitations, affects spring runoff and water regime on the whole. The reduction of water permeability and the increase in the flow of melt water directly depends on moisture content, soil density, and non-capillary porosity, especially on partitioned relief of the territory. Water permeability varies from 3.5 to 0.05 mm/min or 70 times. An increase in the density of the upper layer from 0.92 to 1.24 g/cm3 reduces the amount of infiltration 13 times. Under study conditions during 70–80 % of the years in autumn the humidity of the upper layer (0–20 cm) of chernozems is more than discontinuous capillary moisture (22–27 %), and during 30–40 % of the years it is higher than field moisture capacity (32–34 %), when the absorption of non-vegetation precipitation significantly reduced, and the surface runoff of melt water increased. Periodical deep loosening of compacted soils in irrigated crop rotations using RN-4 deep ripper improves soil water permeability and increases the yield of spring wheat grain from 1.58 t/ha to 1.76 t/ha, or 11.4 %, in relation to the variant with minimum tillage.*

Keywords: *water permeability of soil, agrophysical properties of the upper layer, loosening of compacted soil, chemicalization means, grain yield of wheat.*

Author Details: *L.V. Yushkevich, D. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: sibniish@bk.ru); D.A. Golovanov, Cand. Sc. (Tech.), director (e-mail: dir@oezomsk.ru).*

For citation: *Yushkevich L.V., Golovanov D.A. Water Permeability of Chernozem Soils of the South Forest-Steppe of Western Siberia. Zemledelie. 2017. No. 5. Pp. 30-32.*

УДК 631.51:633.1

Влияние ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур на продуктивность полевого севооборота

А.И. ВОЛКОВ[1], кандидат сельскохозяйственных наук (e-mail: alex-volkov@bk.ru)
Н.А. КИРИЛЛОВ[2], доктор биологических наук, профессор
И.В. ГРИГОРЬЕВА[1], кандидат экономических наук, доцент
Е.А. СОКОЛОВА[1], аспирант
[1]Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, ул. К. Маркса, 29, Чебоксары, 428003, Российская Федерация
[2]Волжский филиал Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета, пр. Тракторостроителей, 101, Чебоксары, 428000, Российская Федерация

В условиях Чувашии на слабосмытых серых лесных почвах в 2005-2014 гг. проведены полевые опыты по выявлению эффективности традиционной и ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур с минимальной и нулевой обработкой почвы. Исследования осуществляли в полевом севообороте: клевер – озимая пшеница и рожь – картофель – яровая пшеница – ячмень с подсевом клевера. Минеральные удобрения вносили из расчета на запланированную урожайность озимой пшеницы, ржи, ячменя – 2,3 т/га ($N_{15}P_{10}K_{10}$), яровой пшеницы – 3,0 т/га ($N_{30}P_{20}K_{20}$). Средние показатели продуктивности севооборотов в обеих ротациях были выше в вариантах с возделыванием зерновых культур по ресурсосберегающим технологиям. Во второй ротации наибольший выход с 1 га пашни зерна и кормовых единиц отмечен в варианте с минимальной обработкой, а наибольшая стоимость основной и побочной продукции – с нулевой. При использовании традиционной технологии выход зерна был достоверно ниже, чем в варианте с минимальной обработкой, на 2,7 %; выход кормовых единиц – на 2,4 %; стоимость основной и побочной продукции – на 2,3 %. Технология, основанная на нулевой обработке по-

чвы, достоверно уступала другим по урожайности: озимой пшеницы – на 0,12 и 0,13 т/га, или 5,5 и 5,9 %, озимой ржи – на 0,10 и 0,09 т/га, или 4,6 и 4,2 %, яровой пшеницы – на 0,12 и 0,11 т/га, или 4,2 и 3,9 % и ячменя – на 0,10 и 0,09 т/га, или 4,5 и 4,0 %. Выход зерна с 1 га севооборотной площади в этом варианте был минимальным в опыте (1,39 т). Наибольшая (30243,4 руб./га) стоимость основной и побочной продукции отмечена в варианте с использованием нулевой обработки. Она была выше величин этого показателя в вариантах с минимальной обработкой почвы и традиционной вспашкой на 43,6 и 186,6 руб./га, или 0,1 и 0,6 % соответственно.

Ключевые слова: *ресурсосберегающие технологии, минимальная и нулевая обработка почвы, зерновые культуры, урожайность, продуктивность.*

Для цитирования: *Влияние ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур на продуктивность полевого севооборота / А.И. Волков, Н.А. Кириллов, И.В. Григорьева, Е.А. Соколова // Земледелие. 2017. № 5. С. 32-35.*

Сегодня в земледелии существует острая потребность в перспективных в агрономическом, экономическом и экологическом плане ресурсо- и энергосберегающих технологиях производства основных видов растениеводческой продукции, разработанных с учетом конъюктуры рынка сельскохозяйственной продукции, поставляемой товаропроизводителям техники, минеральных удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений, энергетических ресурсов, а также уровня фондовооруженности, ресурсо- и энергообеспеченности конкретного хозяйства, существующих научных достижений и имеющегося передового опыта [1, 2, 3, 4].

В то же время, в сложившихся рыночных условиях важнейшее значение имеет адаптивное ведение растениеводства с подбором рентабельных видов и сортов полевых культур, которые способны реализовать существующий потенциал местности, в которой расположено хозяйство, производство продукции по прогрессивным технологиям с максимальным использованием всех составных факторов, в том числе биологических [5, 6, 7, 8].

Типичный для агроклиматических условий Чувашской Республики севооборот включает следующее чередование полевых культур: клевер – озимая пшеница и рожь – картофель – яровая пшеница – ячмень с подсевом клевера. Выбор этих культур определен не только агрономической, но и экономической целесообразностью, то есть, возможностью производства той продукции, которая позволяет получать максимально возможный доход с единицы площади пашни и обеспечивает сохранение почвенного плодородия. В то же время анализ основных экономических показателей хозяйств республики за последние годы в отрасли растениеводства указывает на повышение себестоимости продукции и снижение уровня рентабельности возделывания сельскохозяйственных культур, связанное с высокими издержками на топливо, горюче-смазочные материалы, закупку и обслуживание техники, оборудования и запасных частей [9, 10].

Целью нашего исследования был сравнительный анализ эффективности возделывания зерновых культур в полевом севообороте по традиционной и ресурсосберегающим технологиям с минимальной и нулевой обработкой почвы.

Эксперименты проводили в 2005-2014 гг. на слабосмытых серых лесных почвах Чувашской Республики, характеризующихся низким содержанием гумуса (2,8 %), повышенным – фосфора (210 мг/кг) и калия (170 мг/кг), кислотность – 6,1.

Схема опыта для озимой пшеницы и озимой ржи включала три варианта: 1) традиционная технология возделывания – дискование на глубину 4-6 см тяжелой дисковой бороной БДТ-3, отвальная вспашка плугом ПЛН-4-35 на глубину 22 см и предпосевная культивация КПС-4 на 4-6 см с боронованием БЗСС-1, посев сеялкой СЗ-3,6; 2) ресурсосберегающая технология возделывания с минимальной обработкой почвы включала дискование на глубину 4-6 см бороной дисковой модифицированной БДМ-6, предпосевную культивацию на 6-8 см тяжелым культиватором «Лидер», посев сеялкой «Soliteir»; 3) ресурсосберегающая технология с нулевой обработкой почвы предусматривала обработку гербицидом сплошного действия «Зеро» опрыскивателем «Sieger», посев комплексом «Хорш-Агросоюз» АТД-11,35.

Схема опыта для яровой пшеницы: 1) традиционная технология – осенняя вспашка плугом ПЛН-4-35 на 22 см, весенняя культивация на 4-6 см КПС-4 с боронованием БЗСС-1,0, посев сеялкой СЗ-3,6; 2) ресурсосберегающая технология с минимальной обработкой почвы включала весеннюю культивацию на 4-6 см тяжелым культиватором «Лидер», посев сеялкой «Soliteir»; 3) ресурсосберегающую технологию с нулевой обработкой почвы осуществляли «прямым» посевом комплексом «Хорш-Агросоюз» АТД-11,35.

Схема опыта для ячменя предусматривала следующие варианты: 1) традиционная технология – осеннее лущение стерни на 6-8 см бороной дисковой тяжелой БДТ-3 и вспашка на 22 см плугом ПЛН-4-35, весенняя культивация на 4-6 см КПС-4 с боронованием БЗСС-1 и посев сеялкой СЗ-3,6; 2) ресурсосберегающая технология с минимальной обработкой почвы включала осеннее дискование на 4-6 см БДМ-6, весеннюю культивацию на 6-8 см тяжелым культиватором «Лидер», посев сеялкой «Soliteir»; 3) при ресурсосберегающей технологии с нулевой обработкой почвы осуществляли весеннюю обработку гербицидом сплошного действия «Зеро» опрыскивателем «Sieger», посев комплексом «Хорш-Агросоюз» АТД-11,35.

Картофель и клевер в севооборотах возделывали по принятым для Чувашской Республики технологиям [11].

В качестве материала для исследования использовали следующие сорта зерновых культур: озимая пшеница Казанская 560; озимая рожь Безенчукская 87; яровая пшеница Прохоровка; ячмень Эльф, с нормой высева 5,5; 5,0; 5,5 и 5,5 млн всхожих семян на 1 га соответственно. Посев озимых осуществляли с 21 по 30 августа, яровых – с 1 по 6 мая. Перед посевом семена озимых культур протравливали Феразимом КС из расчета 1,5 л/т, яровых – ТМТД с.п. 4 кг/т. Дозу используемых минеральных удобрений рассчитывали исходя из запланированной урожайности озимой пшеницы, озимой ржи и ячменя 2,3 т/га ($N_{15}P_{10}K_{10}$), яровой пшеницы – 3,0 т/га ($N_{30}P_{20}K_{20}$).

В контроле (традиционная технология) минеральные удобрения вносили дробно: под вспашку, под предпосевную культивацию и при посеве; по минимальной технологии – под дискование и при посеве, а по нулевой – при посеве. Кроме того, в фазе кущения проводили опрыскивание посевов зерновых культур гербицидом Ковбой (120 мг/га) с одновременной подкормкой аммиачной селитрой (10 кг/га). По «нулевой» технологии возделывания, за исключением посевов яровой пшеницы, гербицид не применяли, а осуществляли только подкормку. Повторность опытов – четырехкратная, размещение вариантов – рендомизированное. Размер делянки 1200 м^2, учетной – 100 м^2. Статистический анализ достоверности полученных результатов проводили по Б.А. Доспехову [12].

За первую (2005-2009 гг.) ротацию севооборота при традиционной технологии возделывания зерно-

Средняя продуктивность полевого севооборота при различных технологиях возделывания зерновых культур (2005-2014 гг.)

Культура	Урожайность, т/га	Содержание корм. ед.в 1 кг продукции		Соотношение основной и побочной продукции	Валовой сбор продукции				Стоимость продукции, руб.	
					т		тыс. корм. ед.			
		основной	побочной		основной	побочной	основной	побочной	основной	побочной
Традиционная обработка										
Клевер	4,90	0,50	–	–	4,90	–	2,45	–	8732	–
Озимая пшеница	2,19	1,19	0,22	1:1,5	1,10	1,65	1,31	0,36	6149	782
Озимая рожь	2,16	1,11	0,22	1:1,5	1,08	1,62	1,20	0,36	5319	768
Картофель	20,73	0,25	–	–	20,73	–	5,18	–	98550	–
Яровая пшеница	2,84	1,19	0,22	1:1	2,84	2,84	3,38	0,62	15876	1346
Ячмень	2,23	1,13	0,33	1:1	2,23	2,23	2,52	0,74	11705	1057
Всего							16,04	2,08	146331	3953
Минимальная обработка										
Клевер	4,89	0,50	–	–	4,89	–	2,44	–	8714	–
Озимая пшеница	2,18	1,19	0,22	1:1,5	1,09	1,64	1,30	0,36	6093	777
Озимая рожь	2,17	1,11	0,22	1:1,5	1,08	1,63	1,20	0,36	5319	773
Картофель	20,95	0,25	–	–	20,95	–	5,24	–	99596	–
Яровая пшеница	2,86	1,19	0,22	1:1	2,86	2,86	3,40	0,63	15987	1356
Ячмень	2,24	1,13	0,33	1:1	2,24	2,24	2,53	0,74	11758	1062
Всего							16,11	2,09	147467	3968
Нулевая обработка										
Клевер	4,88	0,50	–	–	4,88	–	2,44	–	8696	–
Озимая пшеница	2,06	1,19	0,22	1:1,5	1,03	1,55	1,23	0,34	5758	735
Озимая рожь	2,07	1,11	0,22	1:1,5	1,04	1,55	1,15	0,34	5122	735
Картофель	21,31	0,25	–	–	21,31	–	5,33	–	101308	–
Яровая пшеница	2,74	1,19	0,22	1:1	2,74	2,74	3,26	0,60	15317	1299
Ячмень	2,14	1,13	0,33	1:1	2,14	2,14	2,42	0,71	11233	1014
Всего							15,83	1,99	147434	3783

вых культур урожайность озимой пшеницы составила 2,07-2,22 т/га, озимой ржи – 2,03-2,26 т/га, яровой пшеницы – 2,80-2,98 т/га и ячменя – 2,04-2,27 т/га. При использовании ресурсо- и энергосберегающей технологии с минимальной обработкой почвы урожайность зерновых культур находилась в интервале 1,98-2,23; 1,95-2,15; 2,82-2,88; 2,02-2,20 т/га соответственно, а с нулевой – варьировала в пределах 1,90-2,14; 1,90-2,12; 2,76-2,85 и 1,91-2,08 т/га. При этом в отдельные годы урожайность зерновых культур, за исключением ячменя, в севооборотах с минимальной обработкой почвы была незначительно выше, чем в контроле с традиционной вспашкой. Сбор зерна в вариантах с нулевой обработкой почвы на протяжении всех пяти лет был несколько ниже других.

Традиционная обработка почвы обеспечивала в первую ротацию наибольшую продуктивность севооборота в расчете на 1 га пашни: 1,40-1,47 т зерна, 3,44-3,67 тыс. кормовых единиц, продукции основной и побочной стоимостью 14432,4-26896,2 руб. При использовании минимальной обработки почвы выход на 1 га пашни составлял: 1,38-1,45 т зерна, 3,42-3,63 тыс. кормовых единиц, продукции основной и побочной стоимостью 14388,8-26686,6 руб. Применение нулевой обработки почвы влекло за собой снижение продуктивности севооборота до 1,33-1,40 т/га зерна, 3,34-3,55 тыс. кормовых единиц, продукции основной и побочной стоимостью 14222,6-26291,2 руб./га.

Анализ данных второй ротации (2010-2014 гг.) показал некоторые различия, по сравнению с первой ротацией. Так, в аномально жарком и засушливом 2010 г. наибольшая урожайность озимой пшеницы (1,32 т/га), озимой ржи (1,35), яровой пшеницы (1,44) и ячменя (1,50) отмечена в варианте с применением нулевой обработки почвы, а наименьшая – при вспашке: ниже на 0,28 т/га, или 21,2 %; 0,23 т/га, или 17,0 %; 0,56 т/га, или 38,9 %; 0,58 т/га, или 38,7 % соответственно. В варианте с применением минимальной обработки почвы при возделывании зерновых культур урожайность была ниже наибольшей на 0,17 т/га, или 12,9 %; 0,17 т/га, или 12,6 %; 0,41 т/га, или 28,5 % и 0,37 т/га, или 24,7 %. Полученный результат можно объяснить тем, что осеннее проведение отвальной вспашки ведет к чрезмерному иссушению пахотного слоя, а исключение обработок или проведение их не глубже 10 см, как в случае с нулевой или минимальной технологиями, позволяет сохранить влагу и, самое главное, избежать образования излишней глыбистости почвы.

Урожайность клевера и картофеля была наибольшей в севооборотах, где под предшествующие им зерновые культуры на протяжении нескольких лет использовали ресурсосберегающие технологии. Так, максимальная в опыте продуктивность севооборота отмечена в варианте с возделыванием зерновых культур с нулевой обработкой почвы, где выход зерна с 1 га пашни составил 0,86 т, кормовых единиц 2,05 тыс., а стоимость побочной и основной продукции 25390,0 руб. Это значительно выше, чем в вариантах с применением минимальной обработки почвы и вспашки: по выходу зерна – на 0,28 и 0,20 т/га, или 32,6 и 23,2 %; по сбору кормовых единиц – на 0,53 и 0,36 т/га, или 25,8 и 17,6 %; общей стоимости произведенной продукции на 5986,0 и 4381,0 руб., или 23,6 и 17,2 % соответственно.

Следует отметить, что в 2010 г. из-за значительного недобора урожая сельскохозяйственных культур не только в республике, но и во многих регионах Российской Федерации рыночные цены реализации сельскохозяйственной продукции были максимальными за весь период проведения исследования.

В среднем за остальные годы второй ротации севооборота наибольшую урожайность озимой пшеницы (2,25 т/га), озимой ржи (2,24), яровой пшеницы (2,87) и ячменя (2,39) отмечали в варианте с минимальной обработкой почвы. Они превосходили аналогичные значения варианта со вспашкой на 0,04 т/га, или 1,7 %; 0,04 т/га, или 1,8 %; 0,10, или 3,5 % и 0,08 т/га, или 3,3 %, с нулевой обработкой почвы – на 0,14 т/га, или 6,2 %; 0,12 т/га, или 5,3 %; 0,18 т/га, или 6,3 % и 0,11 т/га, или 4,6 % соответственно.

При возделывании клевера на сено наибольшая урожайность (4,85 т/га) за вторую ротацию была получена в севообороте с нулевой обработкой почвы, что было на 0,04

и 0,06 т/га, или 0,8 и 1,2 % выше, чем в вариантах с использованием минимальной обработки почвы и традиционной вспашки при возделывании зерновых культур соответственно.

Аналогичную закономерность наблюдали и при сравнении урожайности клубней картофеля. Так, размещение картофеля после озимых культур, возделываемых по нулевой технологии обработки почвы, способствовало формированию наибольшего урожая (22,44 т/га), достоверно превосходящего на 0,92 и 1,38 т/га, или 4,1 и 6,1 % варианты с использованием минимальной обработки почвы и отвальной вспашкой соответственно.

В целом наибольшая продуктивность севооборота во второй ротации отмечена в варианте с возделыванием зерновых культур с использованием минимальной обработки почвы: выход зерна с 1 га пашни 1,50 т, кормовых единиц – 3,73 тыс. Наибольшая (40815,4 руб.) стоимость основной и побочной продукции установлена в варианте с прямым посевом. Эти данные свидетельствуют о положительном влиянии ресурсосберегающих технологий, основанных на минимальной и нулевой обработках почвы, на продуктивность изученного севооборота.

Максимальный выход продукции с 1 га пашни полевого севооборота за две ротации (см. табл.) установлен при использовании минимальной обработки почвы при возделывании зерновых культур (1,45 т зерна; 3,64 тыс. корм. ед.; стоимость основной и побочной продукции 30287,0 руб.), а наименьший – при применении нулевой обработки почвы (1,39 т зерна; 3,56 тыс. корм. ед.; стоимость основной и побочной продукции 30243,4 руб.).

Таким образом, усредненные результаты десятилетних полевых опытов, проведенных в агроклиматических условиях Чувашской Республики, свидетельствуют о том, что минимальная обработка почвы под озимые и яровые зерновые культуры обеспечивает практически одинаковую урожайность со вспашкой (с несущественным различием в 0,1-0,2 т/га по культурам), а вариант с нулевой обработкой почвы уступает им по урожайности: озимой пшеницы на 5,5 и 5,9 %, озимой ржи – 4,6 и 4,2 %, яровой пшеницы – 4,2 и 3,9 % и ячменя – 4,5 и 4,0 %, соответственно. Стоимость произведенной основной продукции при использовании ресурсо- и энергосберегающих технологий выше, чем при традиционной, на 0,7-0,8 %.

Литература.

1. Теоретические основы эффективного применения современных ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур / И.Г. Пыхтин, А.В. Гостев, Л.Б. Нитченко, В.А. Плотников // Земледелие. 2016. № 6. С. 16–19.

2. 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.

3. Кириллов Н.А., Волков А.И. Энергосберегающие технологии возделывания кукурузы на зерно // Инновации в сельском хозяйстве. 2016. № 3 (18). С. 125–130.

4. Ресурсосберегающие технологии на чернозёмах южных Оренбургской области / Ф.Г. Бакиров, Г.В. Петрова, А.П. Долматов, Д.Г. Петров // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 5. С. 3–5.

5. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В. Возможность применения нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы в различных регионах // Земледелие. 2014. № 5. С. 13–16.

6. Кириллов Н.А., Волков А.И. Минимальная обработка почвы при возделывании зерновых культур в Чувашской Республике // Земледелие. 2008. № 4. С. 30–31.

7. Черкасов Г.Н., Масютенко М.Н., Кузнецов А.В. Влияние системы обработки почвы, вида севооборота и экспозиции склона на агрофизические свойства чернозема типичного ЦЧР // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 1. С. 17–20.

8. Волков А.И. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в условиях Волго-Вятского региона // Аграрный вестник Урала. 2009. № 7. С. 53–54.

9. Ресурсосберегающие способы обработки почвы в севооборотах с чистым и сидеральными парами / А.Г. Ложкин, Н.А. Кириллов, А.И. Волков, Л.А. Куликов // Аграрная Россия. 2015. № 5. С. 11–13.

10. Волков А.И., Кириллов Н.А. Короткоротационные севообороты с включением кукурузы для малых форм хозяйствования // Аграрная Россия. 2016. № 8. С. 2–5.

11. Методические рекомендации по проведению весенних полевых работ, заготовке кормов и уборке зерновых в 2007 году // Чебоксары: КУП ЧР «Агроинновации», 2007. 68 с.

12. Доспехов Б.А. Методика полевого дела (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд. доп. и перераб. // М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Influence of Resource-Saving Technologies of Cereals Cultivation on the Productivity of a Field Crop Rotation

A.I. Volkov[1], N.A. Kirillov[2], I.V. Grigor'eva[1], E.A. Sokolova[1]

[1]Chuvashia State Agricultural Academy, ul. K. Marksa, 29, Cheboksary, 428003, Russian Federation
[2]Volga branch of Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, prosp. Traktorostroitelei, 101, Cheboksary, 428000, Russian Federation

Abstract. *Field tests were carried out under conditions of the Republic of Chuvashia on weakly washed-off gray forest soils in 2005-2014. The goal was to reveal the effectiveness of traditional and resource-saving technologies of cereals cultivation with minimal and zero tillage. The study was carried out in a field crop rotation: clover, winter wheat, and rye, potato, spring wheat, barley with undersow of clover. Mineral fertilizers were added at the rate for the planned yield of winter wheat, rye, barley of 2.3 t/ha (N15P10K10), of spring wheat – 3.0 t/ha (N30P20K20). The average productivity of crop rotations in both rotations was higher in the variants with the cultivation of cereals according to the resource-saving technologies. In the second rotation, the highest yield of grain and fodder units per 1 ha of arable land was noted in the variant with the minimal tillage, and the highest cost of the major produce and by-product – in the variant with the zero tillage. The traditional technology significantly yielded to the minimal processing in the output of grain by 2.7 %; in the output of fodder units – by 2.4 %; in the value of the major produce and by-products – by 2.3 %. The technology, based on the zero tillage, significantly yielded to the other technologies in the productivity of winter wheat by 0.12 and 0.13 t/ha, or 5.5 and 5.9 %; of winter rye – by 0.10 and 0.09 t/ha, or 4.6 and 4.2 %; of spring wheat – by 0.12 and 0.11 t/ha, or 4.2 and 3.9 %; and of barley – by 0.10 and 0.09 t/ha, or 4.5 and 4.0 %, respectively. The output of grain per 1 hectare of crop rotation area in this variation was minimal in the experiment (1.39 t). The most value of the major produce and by-products (30243.4 RUB/ha) obtained in the variant with the zero processing. It was higher than the values of this indicator in the variants with the minimum tillage and traditional plowing by 43.6 and 186.6 RUB/ha, or 0.1 and 0.6 %, respectively.*

Keywords: *resource-saving technologies, minimum and zero tillage, cereals, yield, productivity.*

Author Details: *Volkov A.I., Cand. Sc. (Agr.), associate professor (e-mail: alex-volkov@bk.ru); Kirillov N.A., D. Sc. (Biol.), professor; Grigor'eva I.V., Cand. Sc. (Econ.), associate professor; Sokolova E.A., post graduate student.*

For citation: *Volkov A.I., Kirillov N.A., Grigor'eva I.V., Sokolova E.A. Influence of Resource-Saving Technologies of Cereals Cultivation on the Productivity of a Field Crop Rotation. Zemledelie. 2017. No. 5. Pp. 32-35 (in Russ.).*

УДК 631.51: 631:816:631.559:633.1

Урожайность зерновых и качество зерна пшеницы при различных системах основной обработки почвы

Н.В. ПЕРФИЛЬЕВ, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник (e-mail: natalya_sharapov@bk.ru)
О.А. ВЬЮШИНА, научный сотрудник
Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья, ул. Бурлаки, 2, пос. Московский, Тюменский р-н, Тюменская обл., 625501, Российская Федерация

Цель исследования, проведенного в 2006-2013 гг. в стационарном опыте на базе НИИСХ Северного Зауралья, заключалась в оценке влияния длительного применения систем обработки почвы различной степени интенсивности на урожайность зерновых культур и качество зерна пшеницы. Эксперименты проводили в период 5-й ротации зернопарового севооборота: чистый пар, озимая рожь, яровая пшеница, яровая пшеница, яровой ячмень, развернутого во времени и пространстве. Почва темно-серая лесная тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 4,2-5,0 %; подвижного P_2O_5 – 14,7 мг/100 г почвы, K_2O – 15,5 мг/100 г почвы (по Чирикову), содержание N-NO_3 в весенний период не превышало 7 мг/кг почвы, pH $_{сол.}$ 6,0-6,4. Отвальная система основной обработки темно-серых лесных почв обеспечивала наилучшие условия для формирования урожая зерновых и качества зерна, в особенности культур удаленных от пара, замыкающих севооборот. Системы основной обработки с элементами минимизации, обеспечивая получение практически равной отвальной системе обработки урожайности озимой ржи и пшеницы (1-й и 2-й культуры после пара), приводили к снижению урожайности пшеницы и ячменя (3-й и 4-й культуры после пара), замыкающих севооборот на фоне без удобрений и с их применением на 0,09-0,40 т/га, содержания клейковины в зерне пшеницы – на 0,4-2,2 %, стекловидности – на 3-11 %. Эффективность минеральных удобрений возрастала по всем изучаемым системам обработки с удалением культуры от пара, повышая урожайность с 0,41-0,69 т/га зерна озимой ржи до 1,09-1,40 т/га ячменя. На фоне без удобрений наиболее близкие по чистому доходу к отвальной системе обработки были системы с плоскорезной обработкой, дискованием, дифференцированной системой обработки, уступая отвальной системе всего на 1,0-2,7 %. На фоне с применением удобрений плоскорезная, комбинированная, дифференцированная системы обработки уступали отвальной системе на 5,2-8,1 %.

Ключевые слова: *основная обработка почвы, минеральные удобрения, урожайность, качество зерна*

Для цитирования: *Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Урожайность зерновых и качество зерна пшеницы при различных системах основной обработки почвы // Земледелие. 2017. № 5. С. 36-38.*

Система обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур подчинена основной задаче – способствовать формированию наиболее благоприятных условий почвенного плодородия и фитосанитарного состояния в целях получения наибольшей продуктивности пашни, повышения урожайности культур и качества продукции [1, 2]. В свою очередь уровень урожайности определяет экономическую эффективность производства, поскольку снижение прямых затрат на основную обработку, при различных системах составляет в общей структуре затрат энергии при возделывании зерновых, по нашим данным, 0,4-5,6 % по отношению к отвальной системе обработки [3, 4].

По мнению И.Г. Пыхтина и его соавторов, основная цель освоения ресурсосберегающих технологий – не высокие, а устойчивые и более рентабельные уровни урожайности сельскохозяйственных культур [5]. При этом до сих пор остается актуальной проблема выбора оптимальной системы обработки даже в условиях одной климатической зоны, поскольку он обусловлен многообразием условий как природного, так и агротехнологического характера.

Известны положительные примеры и результаты использования элементов минимизации систем основной обработки, как правило, при технологиях возделывания с применением комплексной химизацией (минеральные удобрения, средства защиты), а также на почвах с благоприятным пищевым режимом и агрофизическими свойствами, равновесная плотность которых близка к оптимальной для выращиваемых культур [6, 7, 8].

Нам представляется важным оценить воздействие длительного применения различных систем основной обработки темно-серой лесной почвы, обладающей не вполне благоприятными свойствами по плотности пахотного слоя – равновесная плотность 1,30-1,40 г/см^3, низкой обеспеченностью нитратным азотом, средней обеспеченностью P_2O_5 и высокой K_2O, на урожайность культур зернопарового севооборота и качество зерна яровой пшеницы.

Работу проводили в 2006-2013 гг. в стационарном эксперименте на опытном поле НИИСХ Северного Зауралья в период 5-й ротации зернопарового севооборота: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровая пшеница – яровой ячмень, развернутого во времени и пространстве. Почва темно-серая лесная тяжелосуглинистая, содержание гумуса по Тюрину 4,2-5,0 %, pH солевой вытяжки 6,0-6,4. Содержание подвижного P_2O_5 – 14,7 мг/100 г почвы, K_2O – 15,5 мг/100 г почвы, определяемых по Чирикову, соответствовало средней и высокой степени обеспеченности ими пахотного слоя почвы. Содержание N-NO_3 по Грандваль-Ляжу не превышало в весенний период 7 мг/кг почвы и соответствовало низкой степени обеспеченности. Сумма поглощенных оснований – 29,4 мг/экв, степень насыщенности основаниями – 85%. Урожай формировался в большинстве лет в условиях близких к среднемноголетним, только в 2012 г. вегетационный период отмечен как засушливый.

Изучали следующие системы обработки почвы:

отвальная – ежегодно под все культуры вспашка оборотным плугом Lemken на 20-22 см;

безотвальная – ежегодно обработка плугом со стойками СибИМЭ на 20-22 см;

комбинированная – чередование вспашки и безотвального рыхления на 20-22 см;

дифференцированная – в пару и после озимой ржи плоскорезная обработка культиватором Смарагд на 12-14 см, вспашка Lemken на 20-22 см под вторую пшеницу, под ячмень и после него дискование БДТ-2,5 на 10-12 см;

комбинированно-минимальная – чередование вспашки на 20-22 см и дискования БДТ-2,5 на 10-12 см; чередование рыхления стойками СибИМЭ на 20-22 см и дискования БДТ-2,5 на 10-12 см; чередование вспашки на 20-22 см и рыхления Смарагд на 12-14 см;

плоскорезная – ежегодная обработка Смарагд на 12-14 см;

дискование – ежегодная обработка БДТ-2,5 на 10-12 см.

Все варианты сравнивали на фоне без удобрений и с внесением минеральных удобрений из расчета $N_{80}P_{80}K_{60}$ кг д. в. на 1 га севооборотной площади. Весной на всех фонах основной обработки после закрытия влаги выполняли предпосевную обработку культиватором Смарагд, посев осуществляли сеялкой СЗП-3,6 с последующим прикатыванием. Обработку гербицидами проводили общим фоном. Солому возделываемых культур измельчали при уборке и оставляли в поле. В исследованиях использовали общепринятые методики [9, 10, 11].

В опытах возделывали озимую рожь сорта Чулпан с нормой высева 7 млн всхожих семян на 1 га; яровую пшеницу сорта АВИАДа – 6,2 млн всхожих семян на 1 га; яровой ячмень Ача – 5 млн всхожих семян на 1 га.

Установлено, что на фоне без удобрений и с их применением системы

1. Урожайность сельскохозяйственных культур зернопарового севооборота после пара в зависимости от системы основной обработки почвы, т/га, среднее за 2006-2013 гг.

Система основной обработки почвы	Озимая рожь		Яровая пшеница		Яровая пшеница		Яровой ячмень		Сбор зерна с 1 га	
	без/у*	у	без/у	у	без/у	у	без/у	у	без/у	у
Глубокая обработка										
Отвальная, Лемкен	2,99	3,68	2,21	2,90	2,30	3,10	2,37	3,60	1,97	2,66
Безотвальная, СибИМЭ	2,95	3,46	2,08	2,76	1,93	2,68	2,10	3,27	1,81	2,43
Комбинированная	2,93	3,54	2,13	2,90	2,15	2,94	1,99	3,39	1,84	2,55
Мелкая										
Дискование, БДТ-2,5	3,35	3,68	2,28	2,81	1,97	2,80	2,10	3,20	1,94	2,50
Дифференцированная	3,18	3,68	2,14	2,67	2,13	2,96	2,14	3,31	1,92	2,52
Плоскорезная, Смарагд	3,13	3,70	2,17	2,87	2,03	2,70	2,28	3,46	1,92	2,55
Комбинированно-минимальная										
Чередование вспашки и дискования	3,23	3,64	2,10	2,73	2,03	2,86	2,00	3,36	1,87	2,52
Чередование рыхления СибИМЭ и дискования	3,06	3,66	2,14	2,76	2,03	2,73	2,08	3,30	1,86	2,49
Чередование вспашки и рыхления Смарагд	3,15	3,64	2,05	2,70	2,11	2,94	2,21	3,30	1,90	2,52
$НСР_{0,05}$	0,28	0,23	0,16	0,22	0,18	0,21	0,20	0,24		

** (здесь и далее) без/у – без удобрений, у – с удобрениями*

обработки практически не оказывали влияния на урожайность озимой ржи, ресурсосберегающие системы обработки обеспечивали формирование урожаев этой культуры на уровне вариантов с глубокой отвальной и безотвальной обработкой. Такую закономерность мы объясняем благоприятными условиями для накопления нитратного азота в паровом поле и агрофизическими свойствами почвы по этим обработкам к периоду посева и возобновлению вегетации озимой ржи [12]. С удалением культур севооборота от парового поля отмечали постепенное снижение урожайности зерновых в вариантах с элементами минимизации. Так, урожайность пшеницы по озимой ржи (2-я культура от пара) по ресурсосберегающим системам обработки имела тенденцию к незначительному уменьшению. На фоне без удобрений максимальное в опыте снижение ее урожайности составляло 0,13 т/га, в вариантах с удобрениями – 0,23 т/га зерна, по сравнению с отвальной системой обработки.

На повторной пшенице (3-й культуре после пара) и ячмене (4-й культуре после пара) уменьшение урожайности по безотвальной и плоскорезной обработке, а также по дискованию, по сравнению с отвальной системой, особенно при ежегодном их применении, было более устойчивым и значительным. Сбор зерна повторной пшеницы на фоне без удобрений снизился на 0,19-0,37 т/га, на фоне с применением удобрений – на 0,14-0,42 т/га, ячменя – на 0,09-0,38 и 0,14-0,40 т/га соответственно (табл. 1).

В итоге урожайность в варианте с отвальной системой обработки была выше, по сравнению с перечисленными ресурсосберегающими системами обработки, на фоне без применения удобрений на 0,03-0,16 т/га, а при их внесении на 0,11-0,23 т/га севооборотной площади.

Такое преимущество отвальной системы обработки обусловлено более благоприятным азотным режимом питания, лучшими агрофизическими свойствами почвы, фитосанитарным состоянием и биологическим режимом почвы, которые складывались по вспашке [12], а также относительно благоприятной обеспеченностью осадками в послеуборочный и зимний период большинства лет проведения исследований, при которых отвальная система обработки, как правило, имеет преимущество в реализации потенциала почвенного плодородия урожаем [13].

Внесение минеральных удобрений способствовало существенному повышению урожайности культур при всех изучаемых системах обработки почвы. С удалением во времени культуры в севообороте от пара их эффективность возрастала. Так, сбор зерна озимой ржи на удобренном фоне увеличилась на 0,41-0,69 т/га, пшеницы по озимой ржи – на 0,53-0,77 т/га, пшеницы по пшенице – на 0,67-0,83 т/га, ячменя – на 1,09-1,40 т/га, по сравнению со сбором зерна этих культур без удобрений.

В варианте с отвальной системой обработки было выращено зерно пшеницы с лучшими показателями стекловидности и содержания клейковины. Безотвальные и мелкие обработки снижали стекловидность на фоне без удобрений на 6-11 %, с удобрениями – на 3-8 %, по сравнению со вспашкой. Содержание клейковины уменьшалось при этом соответственно по фонам удобрений на 0,5-2,0 % и 0,4-2,2 %. Наиболее близкие, практически равные варианту вспашки, показатели качества зерна отмечены в варианте с основной обработкой дисковой бороной (табл. 2).

Способ обработки почвы не оказывал существенного влияния на натуру зерна и массу 1000 зерен. Применение минеральных удобрений повышало содержание клейковины на 3,5-4,2 %, массу 1000 зерен – на 1,2-2,0 г при всех изучаемых системах обработки, по сравнению с вариантами без внесения удобрений.

Анализ показателей экономической эффективности свидетельствует о том, что она в значительной степени зависела от продуктивности. Применение ресурсосберегающих систем обработки снижало прямые затраты на фоне без удобрений на 0,7-5,62 %, с удобрениями – на 0,4-1,54 % (табл. 3). При этом стоимость валовой продукции уменьшалась соответственно фонам применения удобрений на 1,64-8,93 % и 3,85-8,34 %.

Самый высокий чистый доход 11,15-11,85 тыс. руб. с 1 га севооборотной площади был получен в варианте с отвальной системой. При этом на фоне без удобрений наиболее близкие величины этого показателя отмечены при системах с плоскорезной обработкой, дискованием, дифференцированной системой

2. Влияние основной обработки почвы на технологические показатели качества зерна повторной пшеницы, среднее за 2006-2013 гг.

Основная обработка почвы	Масса1000 зерен, г		Натура,г/л		Стекловидность, %		Содержание клейковины, %		Качество клейковины, ед. ИДК-1	
	без/у	у	без/у	у	без/у	у	без/у	у	без/у	у
ПН-4-35 на 20-22 см (ежегодно)	32,0	33,6	781	785	62	64	20,2	24,6	66	73
стойки СибИМЭ на 20-22 см (ежегодно)	31,3	32,7	784	784	56	60	18,2	22,4	81	85
стойки СибИМЭ на 20-22 см (комбинированно)	32,0	33,6	776	776	55	56	19,7	23,4	75	80
БДТ-2,5 на 10-12 см (ежегодно)	31,7	33,8	776	783	62	61	20,9	24,2	66	75
Смарагд на 12-14 см (ежегодно)	32,3	34,3	780	784	56	58	19,2	22,7	76	68
Смарагд на 12-14 см (дифференцированно)	32,2	33,4	784	784	51	58	19,0	23,9	72	70
$НСР_{0,05}$	0,8	0,9	8	10	5	6	0,4	0,5	14	13

3. Экономическая эффективность возделывания зерновых в зернопаровом севообороте при различных системах основной обработки, среднее за 2006-2013 гг.

Система основной обработки	Фон удобрений	Показатель, тыс. руб. на 1 га севооборотной площади			
		прямые затраты	себестоимость 1 т зерна	стоимость валовой продукции	чистый доход
Отвальная	без/у	5,87	2,98	17,02	11,15
	у	11,03	4,15	22,88	11,85
Безотвальная	без/у	5,74	3,17	15,63	9,89
	у	10,90	4,48	20,97	10,07
Комбинированная	без/у	5,82	3,16	15,50	9,68
	у	10,97	4,30	22,00	11,03
Дифференцированная	без/у	5,70	2,97	16,55	10,85
	у	10,86	4,31	21,75	10,89
Плоскорезная	без/у	5,54	2,89	16,58	11,04
	у	10,70	4,20	21,93	11,23
Дискование	без/у	5,78	2,98	16,74	10,96
	у	10,93	4,37	21,53	10,60
Чередование вспашки и дискования	без/у	5,83	3,12	16,16	10,33
	у	10,99	4,36	21,69	10,71
Чередование рыхления СибИМЭ и дискования	без/у	5,76	3,10	16,07	10,30
	у	10,92	4,39	21,45	10,53
Чередование вспашки и рыхления СибИМЭ	без/у	5,73	3,02	16,29	10,56
	у	10,89	4,32	21,68	10,79

обработки (ниже контроля всего на 1,0-2,7 %). На фоне с применением удобрений плоскорезная, комбинированная, дифференцированная системы обработки уступали отвальной на 5,2-8,1 %. В остальных изучаемых вариантах обработки почвы чистый доход был ниже, чем при отвальной системе, на фоне без удобрений на 593-1469 руб./га (5,3-13,0 %), на фоне с применением удобрений – на 1059-1779 руб./га (8,9-15,0 %).

Таким образом, в пятипольном зернопаровом севообороте в среднем за годы близкие по метеоусловиям вегетационного периода к среднемноголетним, отвальная система обработки обеспечивала наиболее высокую и устойчивую урожайность зерновых культур, качество зерна пшеницы, сбор зерна с 1 га севооборотной площади, экономическую эффективность.

Системы основной обработки с элементами минимизации, обеспечивая формирование практически равной отвальной системе обработки урожайности озимой ржи и пшеницы (1-й и 2-й культуры после пара), приводили к снижению сбора зерна пшеницы и ячменя (3-й и 4-й культуры после пара), замыкающих севооборот в вариантах без удобрений и с их использованием на 0,09-0,40 т/га. Одновременно происходило уменьшение содержания клейковины в зерне пшеницы на 0,4-2,2 % и стекловидности – на 3-11 %. Эффективность минеральных удобрений возрастала во всех изучаемых системах обработки с удалением во времени культуры в севообороте от пара, повышая урожайность озимой ржи на 0,41-0,69 т/га, ячменя – 1,09-1,40 т/га.

На фоне без удобрений наиболее близкие по чистому доходу (на 1,0-2,7% ниже) к отвальной системе обработки были системы с плоскорезной обработкой, дискованием, дифференцированной системой. На фоне с применением удобрений плоскорезная, комбинированная, дифференцированная системы обработки уступали отвальной системе по величине этого показателя 5,2-8,1 %.

Литература.

1. Качество продукции при различных приемах основной обработки почвы / В.И. Турусов, Гармашев, А.Ф. Витер, С.А. Гаврилова // Земледелие. 2012. № 6. С. 34–36.
2. Борин А.А., Коровина О.А., Лощинина А.Э. Обработка почвы в севообороте // Земледелие. 2013. № 2. С. 20–22.
3. Власенко А.Н., Шарков И.Н., Иодко Л.Н. Перспективы минимализации основной обработки сибирских черноземов при возделывании зерновых культур // Сибирский вестник с/х науки. 2010. № 7. С. 5–14.
4. Перфильев Н.В. Оценка эффективности систем основной обработки почвы в Северном Зауралье // Земледелие. 2014. №5. С. 17–19.
5. Теоретические основы эффективного применения современных ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур / И.Г. Пыхтин, А.В. Гостев, Л.Б. Нитченко, В.А. Плотников // Земледелие. 2016. № 6. С. 16–19.
6. Экологизация обработки почвы в Западной Сибири: монография / А.Н. Власенко, Ю.П. Филимонов, В.К. Каличкин, Л.Н. Иодко, В.Т. Усолкин. Новосибирск: СибНИИЗХим, 2003. 268 с.
7. Кирюшин В.И. Проблема минимизации обработки почвы: перспективы развития и задачи исследований // Земледелие. 2013. № 7. С. 3–6.
8. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В. Возможность применения нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы в различных регионах // Земледелие. 2014. № 5. С. 13–16.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 415 с.
10. Зерно. Методы анализа (Межгосударственные стандарты). М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. 107 с.
11. Экономическая оценка агротехнических мероприятий и севооборотов: метод. Рекомендации. Новосибирск, 1977. 16 с.
12. Перфильев Н.В. Влияние основной обработки темно-серой лесной почвы в Северном Зауралье на содержание нитратного азота // Аграрный вестник Урала. 2014. № 7. С. 22–26.
13. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Влияние основной обработки на водный режим темно-серой лесной почвы в Северном Зауралье // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2013. № 3. С. 33–40.

Yield and Quality of Wheat Grain under Different Tillage Systems

N.V. Perfil'ev, O.A. V'yushina
Research Agricultural Institute of the Northern Trans-Urals, ul. Burlaki, 2, pos. Moskovskii, Tyumenskii r-n, Tyumenskaya obl., 625501, Russian Federation

Abstract. *The purpose of the research, carried out in 2006-2013 in the stationary experiment on the premises of the Research Agricultural Institute of the Northern Trans-Urals, was to assess the effects of prolonged use of tillage systems of various intensification degrees on the yield of cereals and grain quality of wheat. The experiments were carried out during the 5th rotation of grain-fallow crop rotation: bare fallow, winter rye, spring wheat, spring wheat, spring barley, deployed in time and space. The soil was dark-gray forest, heavy loamy; the content of humus was 4.2-5.0 %, of mobile P2O5 – 14.7 mg/100 g, of K2O – 15.5 mg/100 g (by Chirikov). The content of N-NO3 does not exceed 7 mg/kg in spring; pH(KCl) was 6.0-6.4. The moldboard system of tillage of dark-gray forest soil ensured the best conditions for the formation of grain yield, grain quality, especially for crops the most distant from the fallow, closing the rotation. Tillage systems with elements of minimization provided the yield of winter rye and wheat (the 1st and the 2nd crops after fallow) almost equal to the yield at the moldboard system. At the same time the productivity of wheat and barley (the 3d and the 4th crops after fallow) decreased by 0.09-0.4 t/ha against the backgrounds without and with fertilizer application, grain output reduced by 0.03-0.4 t/ha, the gluten content in wheat grain decreased by 0.03-0.4 t/ha, vitreousness reduced by 3-11 %. The efficiency of mineral fertilizers increased at all processing systems with the removal of the culture from the fallow, increasing productivity from 0.41-0.69 t/ha of winter rye grain to 1.09-1.40 t/ha of barley. Against the background with zero fertilization, the systems with subsurface cultivation, disking, and differentiated processing systems were the closest to the moldboard tillage at net income, yielding only 1.0-2.7 % to it. Against the background of fertilizer application, subsurface, combined, differentiated processing systems yielded to the moldboard system by 5.2 -8.1 %.*

Keywords: *primary tillage, mineral fertilizer, yield, grain quality.*

Author Details: *N.V. Perfil'ev, D. Sc. (Agr.), chief research fellow (e-mail: natalya_sharapov@bk.ru); O.A. V'yushina, research fellow.*

For citation: *Perfil'ev N.V., V'yushina O.A. Yield and Quality of Wheat Grain under Different Tillage Systems. Zemledelie. 2017. No. 5. Pp. 36-38 (in Russ).*

УДК : 633.11«324» : 631.527

Реакция селекционных образцов озимой пшеницы на уровни интенсификации земледелия

С.Н. КУЛИНКОВИЧ, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: wheat.npc@mail.ru)
Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию»,
ул. Тимирязева, 1, Жодино,
Минская обл. 222164,
Республика Беларусь

Цель исследования – выявление сортообразцов с высокой продуктивностью при различных уровнях интенсификации земледелия. Работа выполнена в 2014-2015 гг. в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию». Закладку опытов проводили на дерново-подзолистой легкосуглинистой и рыхлосупесчаной почве с содержанием гумуса 2,02-2,53 %, фосфора – 153–257 мг/кг почвы, калия – 242–289 мг/кг, pH почвы 5,86-6,2. Предшественник – озимый рапс на зерно. Стандарт – сорт Элегия. Селекционный материал озимой пшеницы (19 сортообразцов) изучали при двух уровнях интенсификации – обычном и интенсивном. Обычная технология предусматривала протравливание семян (Баритон, КС, 1,5 л/т), применение гербицида (Алистер, МД, 0,6 л/га, ДК 11-13), регулятора роста (Моддус, КЭ, 0,2 л/га, ДК 29-31) и фунгицида (Солигор, КЭ, 0,7 л/га, ДК 37-39) на фоне внесения минерального удобрения $N_{130}P_{75}K_{120}$. При интенсивной технологии вносили дополнительную дозу азотных удобрений (40 кг д.в./га карбамида, ДК 39), проводили обработку регулятором роста (ССС 750, ВК, 0,6 л/га, ДК 37-39) и фунгицидом (Фалькон, КЭ, 0,6 л/га, ДК 61-65). Урожайность стандарта в среднем за два года при обычной технологии возделывания составила 71,7 ц/га, при интенсивной – 79,6 ц/га. Выделены генотипы, у которых с увеличением уровня интенсификации достоверно возрастала урожайность – 018.11/10-08 (+18,8 ц/га), 0560 (+12,1) и 0311.32/3-09 (+12,0). У 5 образцов отмечена стабильно высокая урожайность при различных уровнях интенсификации: die 61146 (81,7 ц/га при обычной и 87,7 ц/га при интенсивной), 0318 (77,2 ц/га и 76,0 ц/га), 0326 (74,2 ц/га и 81,6 ц/га), 0311.2 (72,1 ц/га и 79,6 ц/га), 0311.3 (77,2 ц/га и 76,0 ц/га).

Ключевые слова: *озимая пшеница, сорт, сортообразец, урожайность, уровень интенсификации.*

Для цитирования: *Кулинкович С.Н. Реакция селекционных образцов озимой пшеницы на уровни интенсификации земледелия // Земледелие. 2017. № 5. С. 39-42.*

Создание нового сорта пшеницы – продолжительный процесс, длящийся 10-12 лет и более [1]. Поэтому важно выделять перспективные образцы на всех этапах селекционного процесса. Экологическое изучение селекционного материала в нескольких контрастных по почвенно-климатическим условиям зонах – один из эффективных методов отбора таких генотипов, поскольку, несмотря на небольшие размеры Республики Беларусь, почвенно-климатические условия очень контрастные. Так, пшеницу возделывают на глинистых, суглинистых, торфяно-болотных и песчаных почвах, имеющих различный агрохимический состав [2, 3]. Наряду с этим, по влагообеспеченности в южной части республики растения могут страдать от засухи, в то время как в северной – от переувлажнения. Как следствие, при одной и той же технологии возделывания, урожайность одного и того же сорта может варьировать в интервале 25-75 ц/га. При подобной контрастности почвенно-климатических условий необходима оценка селекционного материала в нескольких точках, о чем ещё 35 лет назад писал А.А. Жученко: «При организации селекционного процесса необходимо учитывать связь сортов с местными природно-климатическими условиями» [4]. К недостаткам этого метода можно отнести малое количество семян селекционного материала, а также сложность его своевременной и качественной оценки (в связи с удаленностью участков экологического испытания). В качестве альтернативы нами была поставлена цель – оценить возможность использования в селекционном процессе агротехнологических методов для выявления высокопродуктивных сортообразцов, стабильно реализующих свой генетический потенциал при различных условиях выращивания, в связи с чем была изучена реакция селекционных образцов озимой пшеницы на уровни интенсификации. Кроме того, такой метод оценки селекционного материала актуален с точки зрения дальнейшего практического использования выделенных образцов в производстве, поскольку он позволит создавать продуктивные сорта, стабильно формирующие высокую урожайность при различных уровнях интенсификации.

Исследования проводили в Республиканском унитарном предприятии «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по земледелию» в 2014-2015 гг. в питомнике конкурсного сортоиспытания. Изучено 19 селекционных сортообразцов, из которых 18 – собственной селекции и 1 – немецкой (die 61146). Эксперименты закладывали в соответствии с методикой опытного дела [5]: площадь делянки – 10 м^2, повторность четырехкратная. Стандарт – сорт озимой пшеницы Элегия. Посев осуществляли во второй декаде сентября с нормой высева 4,5 млн всхожих зерен на 1 га. В качестве предшествующей культуры использовали озимый рапс на семена. Выбор предшественника, срока сева и нормы высева были обусловлены требованиями отраслевого регламента по возделыванию озимой пшеницы [6]. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая и рыхлосупесчаная с содержанием гумуса 2,02-2,53 %, фосфора – 153-257 мг/кг почвы, калия – 242-289 мг/кг, pH – 5,86-6,2. Определение содержания калия и фосфора проводили по Кирсанову в модификации ЦИНАО, а гумуса – по Тюрину в модификации ЦИНАО.

Селекционные образцы изучали на двух фонах – обычном и интенсивном. Все семена обрабатывали протравителем Баритон, КС (1,5 л/т). Фосфорные и калийные удобрения ($P_{75}K_{120}$) во всех вариантах вносили общим фоном. Также общим фоном вносили N_{130}, в том числе N_{20} – осенью вместе с фосфорными удобрениями, N_{60} – при возобновлении весенней вегетации (ДК 23-24), N_{50} – в межфазный период «конец кущения – начало выхода в трубку» (ДК 29-31). В варианте интенсивной технологии возделывания озимой пшеницы дополнительно применяли N_{40} (ДК 39) при появлении флагового листа.

С осени посевы обрабатывали гербицидом Алистер, МД (0,6 л/га)

1. Погодные условия вегетационных периодов озимой пшеницы 2013-2014 и 2014-2015 гг.

Декада	Температура, °С			Количество осадков, мм		
	средняя многолетняя	2013-2014 гг.	2014-2015 гг.	среднее многолетнее	2013-2014 гг.	2014-2015 гг.
1 сентября	13,5	13,4	14,8	23	9,5	0,8
2 сентября	11,6	14,3	13,5	22	8,1	0
3 сентября	9,7	7,2	9,9	20	21,4	17,0
1 октября	7,7	7,0	7,4	19	0	0
2 октября	5,7	7,5	6,9	18	5,2	9,0
3 октября	3,8	8,5	0,7	17	30,4	10,0
3 марта	0,3	8,8	4,2	15	0	17,8
1 апреля	2,9	4,0	3,8	15	21,5	9,8
2 апреля	5,7	7,8	5,7	16	14,4	27,3
3 апреля	8,4	12,4	10,9	17	18,3	6,8
1 мая	11,0	9,7	11,1	17	5,8	22,1
2 мая	13,1	15,7	10,6	18	54,8	11,2
3 мая	14,6	17,7	14,9	23	61,7	22,0
1 июня	15,6	19,0	17,6	26	23,0	0
2 июня	16,2	13,8	17,2	28	21,8	3,1
3 июня	17,0	13,2	16,9	30	32,0	3,0
1 июля	17,6	19,5	20,1	29	18,0	31,2
2 июля	18,0	19,9	15,7	28	20,5	27,9
3 июля	18,0	22,2	18,1	30	3,4	15,7
1 августа	17,6	24,1	22,7	25	0	3,1

в фазе 1-3 листа. На обоих уровнях интенсификации в фазе флагового листа проводили опрыскивание фунгицидом Солигор, КЭ (0,7 л/га). Ретардант Моддус, КЭ использовали в половинной дозе (0,2 л га) в межфазный период «конец кущения – начало выхода в трубку». В варианте интенсивной технологии возделывания на фоне повышения уровня азотного питания до 170 кг/га д.в. дополнительно обрабатывали посевы ретардантом ССС 750, ВК (0,6 л/га) в фазе флагового листа, а также проводили дополнительную защиту колоса фунгицидом Фалькон, КЭ (0,6 л/га) в фазе начало цветения.

Статистическую (дисперсионный анализ) и математическую обработку данных осуществляли при помощи пакета анализа, который входит в состав Microsoft Excel.

Возобновление вегетации в 2014 г. произошло раньше среднемноголетних значений более чем на месяц, так как уже в третьей декаде марта средняя температура воздуха составила 8,8 °С, в то время как среднемноголетние величины для этого периода составляют 0,3 °С. В дальнейшем вплоть до уборки, температура воздуха во всех декадах, за исключением трех (1 декада мая, 2 и 3 декады июня), превышала среднемноголетние значения (табл. 1). Дефицита влаги не отмечали. В среднем за апрель, май и июнь осадков выпало выше среднемноголетней нормы (ГТК составил 2,7). Таким образом, сложившиеся погодные условия в 2014 г. были благоприятными для роста растений и формирования высокого урожая зерна.

Весна 2015 г. выдалась теплой. Температура воздуха во всех декадах марта и апреля была выше среднемноголетней. В первой и третьей декадах мая она находилась на уровне среднемноголетних значений, в то время как первые две декады июня были жаркими (температура воздуха выше среднемноголетней на 1-2 ^{0}С). При этом следует отметить, что в 2015 г. наблюдали дефицит влаги. В среднем за март – июнь выпало 57,6 % осадков от среднемноголетней нормы (см. табл. 1). Таким образом, метеоусловия 2015 г. были не вполне благоприятными для реализации максимального потенциала озимой пшеницы.

В результате проведенных исследований установлено, что в 2014 г. на обычном фоне урожайность варьировала в интервале от 55,2 ц/га у образца 018.11/10-08 до 92,1 ц/га у die 61146, в то время как на интенсивном – от 63,3 ц/га у 05141.7/7-09 до 92,4 ц/га у die 61146, при урожайности стандарта 77,0 и 82,5 ц/га соответственно. На обоих фонах достоверно превысил стандарт по урожайности только один селекционный образец – die 61146. На обычном фоне он обеспечил прибавку 15,1 ц/га, на интенсивном – 9,9 ц/га, при наименьшей существенной разнице 8,89 ц/га. Еще один генотпип (0311.32/3-09) сформировал достоверно высокую прибавку только на интенсивном фоне – 11,4 ц/га. Достоверно ниже на обоих фонах была урожайность у 05141 (-9,6 и -19,2 ц/га) и у 05151 (-9,3 и -12,3 ц/га). Кроме того, при обычной технологии она была достоверно ниже у 018.11/10-08 (-21,8 ц/га), а при интенсивной – у 07168 (-13,0 ц/га).

В 2015 г. средний сбор зерна с единицы площади в питомнике конкурсного сортоиспытания был ниже: при обычной технологии возделывания – 62,8 ц/га, при интенсивной – 68,6 ц/га. Урожайность стандарта также была ниже – 66,3 и 76,6 ц/га соответственно. В неблагоприятных условиях сезона при обычной технологии возделывания достоверную прибавку урожайности, по сравнению с контролем, сформировал образец 0311 – +15,0 ц/га (81,3 ц/га), а при интенсивной таких генотипов не зафиксировано. Достоверно ниже, чем у стандарта, при обычной технологии была урожайность у 4 образцов – 05141 (-16,1 ц/га), 07168 (-14,2), 0774 (-11,1) и 018.11/10-08 (-10,2), при интенсивной у 10 генотипов, то есть более половины изученного набора (018.11/10-08, 0319, 0319.1, 0423, 05122, 05141, 07159, 07168, от№6, 0774), она была ниже на 9,6-21,4 ц/га.

Для хозяйств с высоким уровнем интенсификации земледелия важны сорта, которые положительно реагируют на повышение уровня интенсификации, окупая дополнительные затраты прибавкой урожайности. В благоприятном по метеорологическим условиям 2014 г. выявлено пять таких сортообразцов – 018.11/10-08 (29,3 ц/га), 0311.1 (17,0), 0311.2 (13,9), 0319 (10,8) и 0317 (9,3). В менее благоприятном по метеоусловиям 2015 г. положительно отреагировали на повышение уровня интенсификации 6 сортообразцов (в том числе и стандарт) – 0560 (18,1 ц/га), die 61146 (11,6), 07168 (11,4), 0774 (11,3), 0116 (9,5) и стандарта (10,3).

Поскольку экономические и почвенно-климатические условия сельскохозяйственного производства сильно различаются, в Республике Беларусь для большинства хозяйств представляют интерес пластичные сорта, способные формировать стабильные и высокие урожаи при различных уровнях интенсификации земледелия, и слабо реагирующие на изменение погодных условий. Из изученного спектра перспективных генотипов озимой пшеницы следует выделить сортообразцы 0318, die 61146, 0326, 0311.2, 0311.3, а также сорт озимой пшеницы Элегия (стан-

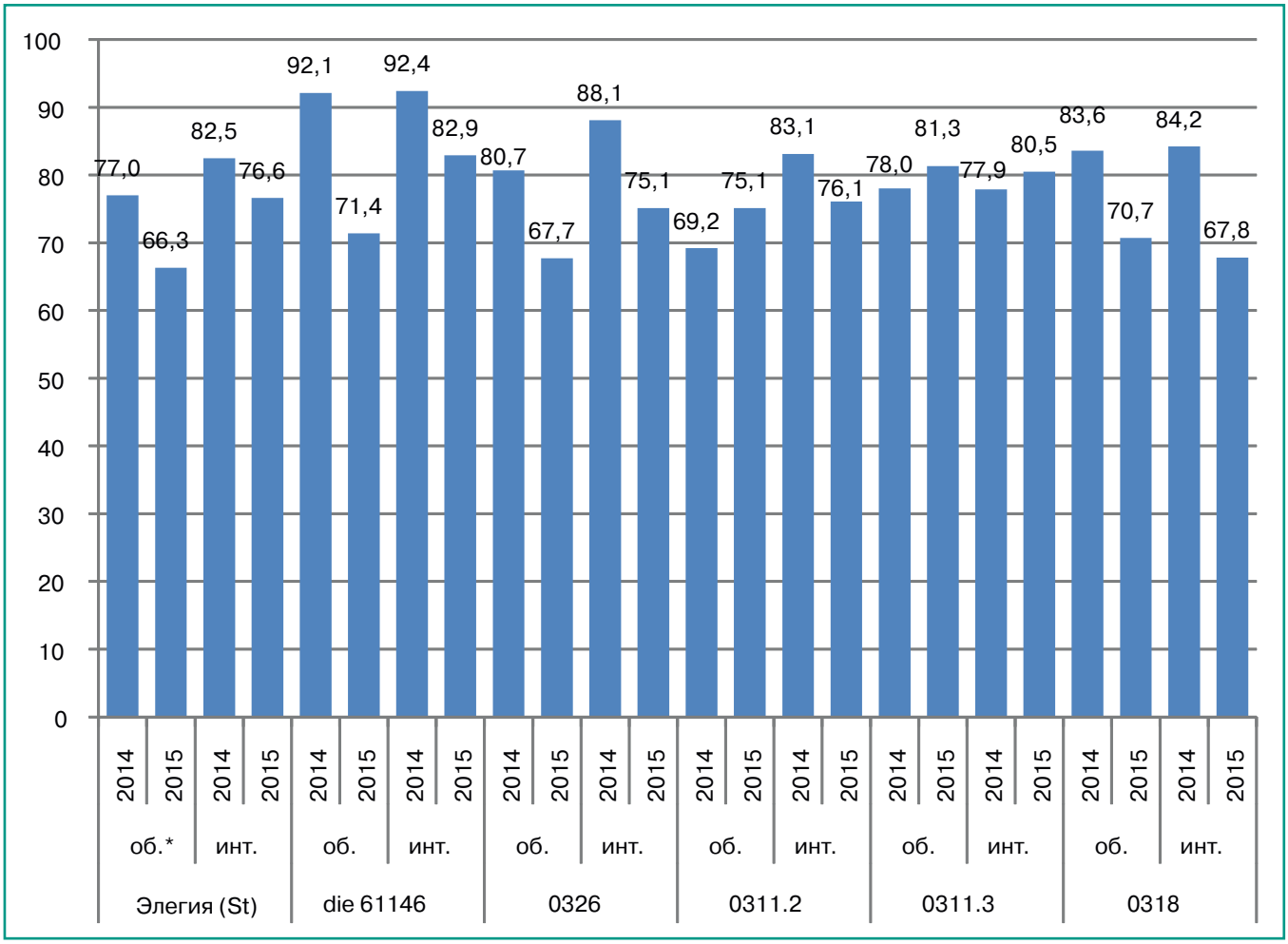


Рисунок. *Урожайность сортообразцов озимой пшеницы, формирующих стабильные и высокие урожаи при различных уровнях интенсификации земледелия, ц/га (*об. – обычный, инт. – интенсивный).*

дарт), у которых в оба года изучения при различных уровнях интенсификации урожайность не опускалась ниже 65 ц/га (см. рисунок).

В результате проведенных исследований установлено, что в среднем за два года урожайность стандарта при обычной технологии возделывания составила 71,7 ц/га и при интенсивной – 79,6 ц/га (табл. 2). Достоверно при обычной технологии возделывания его превзошел один сортообразец (die 61146) – 10,0 ц/га. При интенсивной технологии таких генотипов не устновлено, хотя следует вновь отметить die 61146, у которого прибавка урожайности составила 8,1 ц/га, при наименьшей существенной разнице 9,07 ц/га. При обычной технологии достоверно более низкую урожайность сформировали сортообразцы 018.11/10-08 (-16,1 ц/га) и 05141 (-12,9), при интенсивной – 05141 (-19,2), 07168

2. Урожайность сортообразцов озимой пшеницы питомника конкурсного сортоиспытания при различных уровнях интенсификации, среднее за 2014-2015 гг.

Сортообразец	Обычная			Интенсивная			Интенсивная ± к обычной	
	ц/га	± к St		ц/га	± к St		ц/га	%
		ц/га	%		ц/га	%		
Элегия – St	71,7	–	–	79,6	–	–	7,9	9,9
018.11/10-08	55,6	-16,1	-22,5	74,4	-5,2	-6,5	18,8	25,2
0560	65,5	-6,2	-8,6	77,6	-2,0	-2,5	12,1	15,6
0311.32/3-09	69,3	-2,4	-3,3	81,3	1,7	2,1	12,0	14,7
0319	65,5	-6,2	-8,6	73,4	-6,2	-7,8	7,9	10,8
0311.2	72,1	0,4	0,6	79,6	0,0	0,0	7,5	9,4
0326	74,2	2,5	3,5	81,6	2,0	2,5	7,4	9,1
0317	68,8	-2,9	-4,0	75,3	-4,3	-5,4	6,5	8,6
die 61146	81,7	10,0	13,9	87,7	8,1	10,2	6,0	6,8
0774	65,4	-6,3	-8,8	70,8	-8,8	-11,1	5,4	7,6
0116	70,5	-1,2	-1,7	75,7	-3,9	-4,9	5,2	6,9
0423	67,4	-4,3	-6,0	71,0	-8,6	-10,8	3,6	5,1
05122	67,0	-4,7	-6,6	70,5	-9,1	-11,4	3,5	4,9
07168	63,9	-7,8	-10,9	66,5	-13,1	-16,5	2,6	3,9
0319.1	65,5	-6,2	-8,6	67,7	-11,9	-14,9	2,2	3,3
05151	65,0	-6,7	-9,3	66,8	-12,8	-16,1	1,8	2,7
05141	58,8	-12,9	-18,0	60,4	-19,2	-24,1	1,6	2,7
0311.3	79,6	7,9	11,0	79,2	-0,4	-0,5	-0,4	-0,5
0318	77,2	5,5	7,7	76,0	-3,6	-4,5	-1,2	-1,5
07159	72,4	0,7	1,0	71,6	-8,0	-10,1	-0,8	-1,1

$НСР_{0,5}$ технология – 1,95-2,14 ц/га, $НСР_{0,5}$ сорт – 8,89-9,07 ц/га, $НСР_{0,5}$ част. ср. – 12,58-12,83 ц/га

(13,1), 05151 (-12,8), 0319.1 (-11,9), 05122 (-9,1).

В процессе изучения селекционных образцов установлено, что в среднем за 2 года три генотипа достоверно увеличили урожайность при повышении уровня интенсификации – 018.11/10-08 (+18,8 ц/га, или +25,2 %), 0560 (12,1 ц/га, или 15,6 %) и 0311.32/3-09 (12,0 ц/га, или 14,7 %). Однако отмечены некоторые различия в реакции на интенсификацию. Рост урожайности при увеличении ее уровня происходил не у всех сортообразцов. В среднем за два года исследований у трех генотипов (0311.3, 0318, 07159) она недостоверно уменьшилась на 0,5-1,1 ц/га.

Таким образом, за два года исследований достоверно урожайность стандарта при обычной технологии превысил образец die 61146 – на 10,0 ц/га, при величине этого показателя у стандарта 71,7 ц/га.

Выявлены три высокоинтенсивных генотипа, у которых за два года исследования с увеличением уровня интенсификации достоверно росла урожайность – 018.11/10-08 (18,8 ц/га, или + 25,2 %), 0560 (12,1 ц/га, или 15,6 %) и 0311.32/3-09 (12,0 ц/га, или 14,7 %).

Выделены пластичные сортообразцы, способные формировать стабильные и высокие урожаи при различных уровнях интенсификации земледелия при этом слабо реагирующие на изменение погодных условий (die 61146, 0318, 0326, 0311.2, 0311.3). Урожайность у die 61146 при обычной технологии составила 81,7 ц/га, а при интенсивной – 87,7; у 0318 – 77,2 и 76,0 ц/га; 0326 – 74,2 и 81,6 ц/га; 0311.2 – 72,1 и 79,6 ц/га; 0311.3 – 77,2 и 76,0 ц/га соответственно.

Литература.

1. Гончаров П.Л., Гончаров Н.П. Методические основы селекции. Новосибирск: изд-во Новосибирского университета, 1993. С. 232.

2. Справочник агрохимика / В.В. Лапа, Н.И. Смеян, И.М. Богдевич, А.Ф. Черныш, М.В. Рак, А.Р. Цыганов и др.; под. ред. В.В. Лапа. Минск: Белорус. наука, 2007. 390 с.

3. Кулинкович С.Н., Бобер В.С. Озимая пшеница в вопросах и ответах. Минск : Наша Идея, 2012. 320 с.

4. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). Москва: изд-во РУДН, 2001. Т. 1. С. 89.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта 9с основами статистической обработки результатов исследований). 3-е изд., переработанное и дополненное. М.: «Колос», 1973. 336 с.

6. Отраслевой регламент возделывания озимой пшеницы / С.Н. Кулинкович, И.К. Коптик, Т.Д. Карпович и др. // Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сборник отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разраб.: Ф.И. Привалов и др. Минск: Беларуская навука, 2012. С. 45-62.

Response of Winter Wheat Breeding Samples to Intensification Levels of Farming

S.N. Kulinkovich
Republican Unitary Enterprise "Science and Practical Center of the National Academy of Farming of Belarus", ul. Timiryazeva, 1, Zhodino, Minskaya obl., 222164, Belarus

Abstract. *The purpose of the study was to identify varieties with high productivity at different levels of intensification of farming. The research was carried out in 2014-2015 in the Republican Unitary Enterprise "Science and Practical Center of the National Academy of Farming of Belarus". The experiments were carried out on sod-podzol light loamy and loose sabulous soils with the content of humus of 2.02-2.53 %, phosphorus – 153-257 mg/kg, potassium – 242-289 mg/kg; and soil pH was 5.86-6.2. The forecrop was winter rape for grain. The standard was Elegia variety. The breeding material of winter wheat (19 varieties) was studied at two levels of intensification: ordinary and intensive ones. The usual technology involved seed dressing (Bariton SC, 1.5 l/t), application of the herbicide (Alister OD, 0.6 l/ha, DK 11-13), of the growth regulator (Moddus EC, 0.2 l/ha, DK 29-31) and of the fungicide (Soligor EC, 0.7 l/ha, DK 37-39) against the background of mineral fertilizer N130P75K120. At the intensive technology we applied an additional dose of nitrogen fertilizers (40 kg/ha of the active substance of carbamide, DK 39), the crops were treated by CCC 750, WC, growth regulator (0.6 l/ha, DK 37-39) and Falcon, CE, fungicide (0.6 l/ha, DK 61-65). The yield of the standard averaged 7.17 t/ha over two years at the usual technology and 7.96 t/ha on intensive farming. We selected the genotypes, which increased their productivity with the growth of intensification level: 018.11/10-08 (+1.88 t/ha), 0560 (+1.21 t/ha) and 0311.32/3-09 (+1.20 t/ha). Five samples showed a consistently high yield at various levels of intensification of farming: die 61146 (8.17 t/ha – usual technology, 8.77 t/ha – intensive technology), 0318 (7.72 t/ha and 7.60 t/ha), 0326 (7.42 t/ha and 8.16 t/ha), 0311.2 (7.21 t/ha and 7.96 t/ha), 0311.3 (7.72 t/ha and 7.60 t/ha).*

Keywords: *winter wheat, variety, variety sample, yield, intensification level.*

Author Details: *S.N. Kulinkovich, Cand. Sc (Agr.), head of laboratory.*

For citation: *Kulinkovich S.N. Response of Winter Wheat Breeding Samples to Intensification Levels of Farming. Zemledelie. 2017. No. 5. Pp. 39-42 (in Russ.).*

УДК: 633.13:631.559:631.527.5

Оценка сортообразцов овса посевного (*Avena sativa* L.) методом многомерного ранжирования в Центральной Якутии

Л.В. ПЕТРОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова, ул. Бестужева-Марлинского, 23/1, Якутск, 677000, Российская Федерация

Приведены результаты многомерного ранжирования сортообразцов овса, изученных в коллекционных питомниках в 1999-2001 гг., по 12 признакам: продолжительность вегетационного периода, высота растений, урожайность зерна, длина метелки, количество колосков в метелке, количество зерен в метелке, масса зерна с метелки, продуктивная кустистость, масса зерна с растения, масса 1000 зерен, выход зерна, отношение соломы к зерну. По результатам многомерного ранжирования сортообразцы распределили на три группы: «лучшие», «средние», «худшие». При этом из введенных данных по 75 образцам, программа определила приоритеты по сочетанию продолжительности вегетационного периода и урожайности. Среди группы «лучших» основную долю составляли образцы из России (48 %), Европы (36 %) и США (16 %). Местный районированный сорт-стандарт Покровский включен в «среднюю» группу с границей ранга 492,5. Основную долю в этой группе составляли образцы из Европы (52 %), России (36 %) и Азии (8 %). В «худшей» группе было больше всего образцов из стран Европы (48 %), России (28 %) и США (24 %). По признаку скороспелости отобрано шесть образцов из двух групп ранжирования: среди «лучших» – 13802 из Финляндии, 14450 из Эстонии и 11717 из Кировской области; среди «средних» – 14223 из Чехии, 14399 из Чехии, 12245 из Томской области. Из группы лучших отобраны образцы с высокой урожайностью зерна. Наиболее стабильной величиной этого показателя в 1999-2001 гг. характеризовались образцы Riti, Lo 1057, Amlanche, Blanche de Nations, Мутика 572, Lapida, Ato, Donald из Финляндии, Франции, России, США и Канады, урожайность которых была боль-

ше, чем у стандарта сорта Покровский, на 20-39 %

Ключевые слова: *овес яровой, скороспелость, образцы, коллекционный питомник, многомерное ранжирование, ранг, отбор, вегетационный период, Центральная Якутия.*

Для цитирования: *Петрова Л.В. Оценка сортообразцов овса посевного (Avena sativa L.) методом многомерного ранжирования в Центральной Якутии // Земледелие. 2017. №5. С. 42-45.*

Выведение новых сортов невозможно без предварительного изучения исходного материала в условиях региона, для которого их создают [1]. Работы по селекции зерновых культур в Якутии были начаты в 1929 г. с испытания большого набора инорайонных образцов в коллекционном питомнике. Очень быстро исследователи установили, что инорайонные сорта мало приспособлены для возделывания в условиях Севера. Изучение тысяч образцов популяций, собранных во всех земледельческих районах республики, показало, что местные формы ярового овса состоят из ряда разновидностей, включающих различные биотипы, которые отличаются по равномерности созревания зерна, скороспелости, приспособленности к климатическим условиям, реакции на удлиненный световой день, устойчивости к засухе и заморозкам [2].

Лимитируют интродукцию сортов зерновых культур, в том числе овса, из других регионов России и мира своеобразные почвенно-климатические условия Якутии, обусловленные коротким вегетационным периодом, засушливым климатом, поздними весенними и ранними осенними заморозками. Первый в Якутии селекционер по зерновым культурам А.Н. Скалозубова еще в 1930 г. отмечала, что короткий вегетационный период и засуха не позволяют возделывать в Якутии сорта, выведенные в районах с иным, более мягким, климатом. Привозные сортообразцы в республике не всегда вызревают, хотя в отдельные благоприятные годы они формируют более высокие урожаи зерна лучшего качества. Следовательно, в селекции необходимо использовать в первую очередь местные популяции, учитывая их скороспелость и качество зерна, путем скрещивания с привозными европейскими формами [2, 3, 4].

Изучение исходного материала из коллекции ВИР принято проводить в течение трех-пяти лет, так как генетический потенциал сорта реализуется в новых условиях не полностью и не каждый год. Однако сорта, оказавшиеся явно не перспективными по результатам испытания первого года, выбраковывают и выключают из дальнейших исследований. При этом учитывают прежде всего их скороспелость, продуктивность метелки, устойчивость к полеганию, засухоустойчивость и др. [5, 6].

При засухе и коротком вегетационном сезоне лучше всего подходит такой тип растений, который может отличаться не очень высоким потенциалом урожайности, но будет наиболее устойчивым во всех отношениях к неблагоприятным факторам среды. При этом, чем жестче условия, тем больше сужаются возможности отбора. Например, для Волго-Вятского региона наиболее актуален скрининг источников, обладающих высокой урожайностью, устойчивостью к абиотическим (повышенная почвенная кислотность и засуха) и биотическим (поражение патогенами) стрессовым факторам, скороспелостью, высоким качеством зерна [7, 8]. В Якутии, учитывая короткое северное лето, нужны скороспелые сорта, а на фоне засухи – засухоустойчивые [9, 10]. В этом отношении усложняется выведение новых сортов со всеми желательными признаками и свойствами, строго адаптивных к местному климату. Поэтому на практике необходимо выбраковывать большое количество позднеспелого гибридного материала только из-за продолжительности вегетационного периода или недостаточной засухоустойчивости, хотя, возможно, по всем остальным параметрам он вполне отвечает требованиям желательного типа сорта.

Наиболее важные признаки при селекции овса в условиях Якутии – скороспелость, засухоустойчивость, кустистость, масса 1000 зерен и др. Задача усложняется еще тем, что они нередко находятся в отрицательной корреляции между собой [6].

Цель исследований – выделение ценных для селекции коллекционных образцов овса посевного (*Avena sativa* L.), адаптированных к условиям Якутии, с последующим отбором наиболее перспективных (лучших) из них в качестве родительских форм для гибридизации.

Работу проводили в 1999-2001 гг. в условиях Центральной Якутии на опытных участках Покровского стационара по зерновым культурам Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова (Якутский НИИСХ). Было изучено 75 образцов различного эколого-географического происхождения из коллекции генофонда Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства имени Н.И. Вавилова (ВИР).

Агрохимические свойства почвы определяли с использованием общепринятых методик в лаборатории биохимии и массовых анализов Якутского НИИСХ на инфракрасном анализаторе «Инфранид 61». Почва опытных участков мерзлотная таежно-палевая осолоделая среднесуглинистая с содержанием гумуса в верхнем пятисантиментровом слое 3-6 %, с глубиной величина этого показателя уменьшается до 1-1,5 %. Содержание подвижного фосфора по Эгнеру-Риму – 10,43 мг/100 г почвы, обменного калия по Масловой – 27,4 мг/100 г почвы. Реакция водной вытяжки щелочная по всему профилю, pH – 7,11-7,55, гидролитическая кислотность – 0,84-0,98 мг/экв. на 100 г почвы. Тип засоления – сульфатно-хлоридный (до 49,1 %). В составе солей преобладают натриевые.

Из трех лет исследования лучшим для роста и развития овса был 2000 г. (см. рисунок). Метеоусловия вегетационного периода 1999 г. можно охарактеризовать как неблагоприятные для зерновых культур, гидротермический коэффициент с мая по август составил 0,9. В 2001 г. отмечали прохладную засушливую погоду (ГТК 0,4).

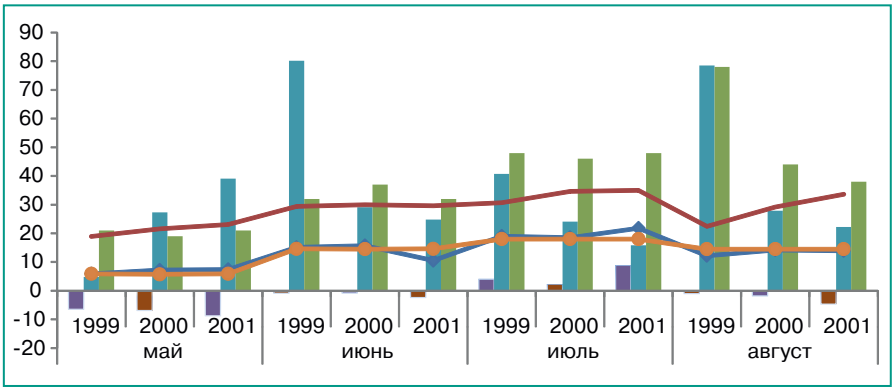


Рисунок. *Метеоусловия по месяцам вегетационных сезонов 1999-2001 гг.: – минимальная температура воздуха, °С; – норма осадков, °С; – максимальная температура воздуха, °С; – осадки, мм; – температура, °С; – норма температуры.*

Оценку образцов овса проводили по 12 хозяйственно ценным признакам: продолжительность вегетационного периода, высота растений, урожайность зерна, длина метелки, количество колосков в метелке, количество зерен в метелке, масса зерна с метелки, продуктивная кустистость, масса зерна с растения, масса 1000 зерен, выход зерна, отношение соломы к зерну [6].

Ранжирование коллекционных сортообразцов овса по совокупности признаков с использованием алгоритма, разработанного А.И. Южаковым [11], позволило разделить их на три группы «лучшие» (сумма рангов 508,5-632,5), «средние» (375,5-492,5) и «худшие» (134,5-372,0).

Ранжирование – это способ оценки переменной, когда ее значению присваивают место в последовательности величин, определяемое с использованием порядковой шкалы пакета прикладных программ, разработанных О.Д. Сорокиным. Все 12 признаков оценивали в совокупности, при этом определяли границы величин суммы рангов, по которым размер группы мог быть изменен пользователем в сторону уменьшения от 1/3 общего числа объектов, так как определяли лишь три группы рангов «лучшие», «средние» и «худшие» [12].

Поскольку признаки могут иметь различную степень «ценности», можно задать некоторую систему весов для каждого признака в виде чисел от -1,0 до 1,0, если этого не сделать, программа считает, что все признаки имеют равную степень полезности (=1,0) [12]. Использование многомерного ранжирования необходимо для надежного подбора пар (родительских компонентов) для скрещивания овса посевного и комплексной оценки сортообразцов.

Наблюдения, оценки и учеты урожая в коллекционных питомниках проводили согласно методическим указаниям [13] и международному классификатору СЭВ рода *Avena* L. [14], математическую обработку данных – с использованием пакета прикладных программ, разработанных О.Д. Сорокиным [12].

В изученной коллекции выявлены наиболее перспективные для проведения гибридизации образцы из России, стран дальнего и ближнего зарубежья по продолжительности периодов вегетации и созревания зерна, которые наиболее цены и актуальны для условий Якутии: 13802 (Финляндия), 12046 (Швеция), 14450 (Эстония), 3590 (Омская область) и 11717 (Кировская область).

Основу группы «лучших» сформировали образцы из России (48 %), представленные образцами из Сибири, и Европы (36 %), в том числе по два образца из Финляндии (0,5 %) и Франции (0,5 %) (табл. 1).

По показателям урожайности в группе «лучших» образцов овса ярового выделены 16 номеров. В среднем сбор зерна за три года испытания у них варьировала от 293,6 до 440,0 г/м^2. Большой диапазон размаха признака (lim) свидетельствует о нестабильности величины этого показателя у образца в разные годы. Кроме того, об устойчивости проявления изучаемого признака можно судить по размаху вариации (R). Когда он находится в диапазоне от 12 до 100 образец относят к стабильным. В нашем случае наиболее устойчивую урожайность отмечали у образцов Lo 1057, Blanche de Nations, Мутика 572, Lapida, Donald из Финляндии, Франции, России, США и Канады. Сбор их зерна в среднем варьировал от 330 до 383 г/м^2, что превышало стандарт Покровский на 39-20 % (табл. 2).

У образцов Овен, Sv 68289, Riti и Ровестник, превзошедших стандарт по урожайности на 40-60 %, размах вариации был высоким (R=160-345). Несмотря на это по совокупности 12 хозяйственно-ценных признаков их оценили как лучшие. Таким образом, наиболее выдающимися по урожайности зерна оказались образцы, которые не сохраняли величину этого показателя по годам, но были рекомендованы для включения в селекционный процесс.

1. Ранжирование коллекционных сортообразцов овса по совокупности хозяйственно ценных признаков и свойств (среднее за 1999-2001 гг.)*

Место объекта	№ по каталогу ВИР	Происхождение	Сумма рангов	Сумма взвешенных рангов	Эвклидово расстояние
		Группа «лучших объектов			
1	12046	Швеция	632,5	632,5	438,2
2	13802	Финляндия	629,5	629,5	413,2
3	3590	Омская обл.	626,0	626,5	381,4
4	Овен	Тулунская ГСС	615,5	615,5	465,7
5	6529	Алтайский край	601,5	601,5	362,6
6	12276	Швеция	592,5	592,5	392,6
7	14386	Франция	592,0	592,5	400,3
8	14031	Новосибирская обл.	589,0	589,0	376,9
9	3581	Новосибирская обл.	587,5	587,5	349,4
10	11899	Томская обл.	583,0	583,0	331,1
11	11717	Кировская обл.	558,5	558,5	359,5
12	11614	США	554,0	554,0	386,4
13	13941	Канада	553,5	553,5	360,0
14	14365	Кемеровская обл.	553,0	553,0	410,7
15	13470	Мексика	546,0	546,0	381,5
16	14475	Испания	539,5	539,5	346,9
17	14376	Франция	529,5	529,5	403,4
18	11020	Архангельская обл.	529,5	529,5	336,6
19	3588	Новосибирская обл.	529,0	529,0	299,6
20	3598	Омская обл.	526,0	526,0	347,9
21	12104	Омская обл.	517,0	517,0	303,7
22	14240	Мексика	511,5	511,5	315,6
23	14450	Эстония	509,5	509,5	328,4
24	10934	Польша	509,0	509,0	334,3
25	11719	Финляндия	508,5	508,5	432,1
		Группа «средних» объектов			
26	Покровский	Якутия	492,5	492,5	314,0
27	14387	Нидерланды	484,5	484,5	423,8
28	11121	Белоруссия	472,5	472,5	345,2
29	14223	Чехия	468,0	468,0	314,2
30	14370	Украина	464,5	464,5	361,8
31	13827	Финляндия	463,5	463,5	357,1
32	14289	Румыния	463,0	463,0	308,2
33	14311	Австралия	461,0	461,0	370,8
34	14479	Испания	460,0	460,0	250,2
35	11610	Венгрия	455,5	455,5	329,8
36	14350	США	454,0	454,0	369,2
37	13952	Новосиб. обл.	453,5	453,5	335,5
38	14384	Свердл. Обл.	441,0	441,0	318,8
39	10984	Швеция	432,5	432,5	298,3
40	14429	Франция	417,5	417,5	306,0
41	7766	Китай	417,0	417,0	277,0
42	14405	Великобритания	416,0	416,0	284,5
43	12368	Омская обл.	415,0	415,0	287,7
44	12369	Омская обл.	404,5	404,5	336,8
45	14399	Чехия	404,0	404,0	349,3
46	14271	Московская обл.	398,0	398,0	275,7
47	12245	Томская обл.	396,5	396,5	333,3
48	14428	Нидерландия	395,5	395,5	305,7
49	13475	Омская обл.	393,0	393,0	239,8
50	14372	Казахстан	375,5	375,5	388,9

** в таблице представлены сведения по группам «лучших» и «средних» образцов*

2. Вариация урожайности зерна лучших сортообразцов овса, 1999-2001 гг.

№ катало-га ВИР	Сорт, происхождение	Среднее, г/м²	+ к st, %	Lim, г/м²	R, г/м²
St	Покровский, Якутия	274,7	–	125-520	395
14417	Овен, Тулунская ГСС	440,0	60	335-545	210
12046	Sv 68289, Швеция	413,0	50	435-664	229
11719	Riti, Финляндия	408,3	49	450-610	160
14365	Ровестник, Кемеровская обл.	385,0	40	240-585	345
13802	Lo 1057, Финляндия	383,0	39	401-413	12
14376	Amlanche, Франция	380,0	38	270-490	220
14386	Blanche de Nations, Франция	368,5	34	360-377	17
14377	Мутика 572, Омская обл.	362,5	32	340-390	50
11614	Lapida, США	357,5	30	335-380	45
13470	Ato, Мексика	353,0	29	220-486	266
13941	Donald, Канада	330,5	20	300-361	61
11717	Скороспелый, Кировская обл.	326,6	19	110-500	390
11899	Юбилейный, Томская обл.	293,6	7	110-471	361

По признаку скороспелости из группы «лучших» образцов отобраны 13802 (Финляндия) с длиной вегетационного периода 62 (lim 56-66) дня, 14450 (Эстония) – 61 день (lim 56-67), 11717 (Кировская обл.) – 64 дня (lim 56-73). Из «средней» группы выделено также три образца: 14223 (Чехия) с длиной вегетационного периода 64 дня (lim 62-69), 14399 (Чехия) и 12245 (Томская обл.) с размахом варьирования признака (lim) 62-71 дня.

Таким образом, методом многомерного ранжирования по совокупности 12 признаков были отобраны наиболее подходящие для скрещивания образцы из группы «лучших»: 12046 (Швеция), 13802 (Финляндия), 3590 (Омская обл.), Овен (Тулунская ГСС), 6529 (Алтайский край), 12276 (Швеция), 14386 (Франция), 14031 и 3581 (Новосибирская обл.), 11899 (Томская обл.), 11717 (Кировская обл.), 11614 (США), 13941 (Канада), 14365 (Кемеровская обл.), 13470 (Мексика), 14475 (Испания), 14376 (Франция), 11020 (Архангельская обл.), 3588 (Новосибирская обл.), 3598 и 12104 (Омская обл.), 14240 (Мексика), 14450 (Эстония), 10934 (Польша), 11719 (Финляндия).

По скороспелости отобрано шесть образцов из группы «лучших» и «средних» с продолжительностью вегетационного периода от 59 до 71 дня: 13802 (Финляндия), 14450 (Эстония), 11717 (Кировская обл.),14223 и 14399 (Чехия), 12245 (Томская обл.)

По вариации и размаху урожайности зерна за три года изучения (1999-2001 гг.). наиболее стабильный урожай формировали образцы, Lo 1057, Blanche de Nations, Мутика 572, Lapida, Donald из Финляндии, Франции, России, США, Канады, которые превышали стандарт сорт Покровский на 20-39 %.

Литература.

1. Шиндин И.М. Селекция и технология возделывания сельскохозяйственных культур на Дальнем Востоке // сб. науч.тр. Хабаровск: ДВО РАСХН, 1995. С. 24–30.

2. Амбросьева Л.В. Исходный материал для селекции овса посевного (Avena sativa L.) в условиях Центральной Якутии: дис. .... канд. с.-х. наук. Якутск, 2008. 196 с.

3. Рожин В.С., Чичигинаров В.В. Возделывание зерновых культур в условиях Якутии // Достижения науки и техники АПК. 2006. №5. С. 12–13.

4. Рожин В.С. Селекционная наука и зерновое хозяйство Республики // Наука и техника в Якутии. 2003. №4. С. 27–30.

5. Амбросьева Л.В. Селекция овса в Якутии // Сафроновские чтения: I сборник материалов молодых ученых и специалистов Якутского НИИ сельского хозяйства, посвященный памяти профессора Михаила Григорьевича Сафронова. Якутск: ГНУ ЯНИИСХ СО РАСХН, 2006. 104 с.

6. Иванов Б.И. Селекция зерновых в Якутии // Селекция зерновых в Якутии. Якутск: Якутский филиал СО АН СССР.. 1979. 123 с.

7. Источники хозяйственно ценных признаков для селекции овса пленчатого / И.И. Русакова, Г.А. Баталова, Ю.Е. Ведерников, М.В. Тулякова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 5 (54). С. 4-9.

8. Некоторые результаты и вопросы методологии селекции овса на устойчивость к эдафическому стрессу / Г.А. Баталова, И.Г. Широких, М.В. Тулякова, С.Н. Шевченко, И.И. Русакова, Р.И. Абубакирова, О.А. Жуйкова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 4. С. 9-15.

9. Васильев П.П. Производство зерна в Якутии. Якутск: ГУП «Агроинформ», 2000. 199 с.

10. Иванов Б.И. Иванова А.Д. Мерзлотное растениеводство (на примере Центральной Якутии): учебное пособие. Новосибирск: Изд-во Сфера, 2012 г. 460 с.

11. Южаков А.И., Сорокин О.Д. Пакет программ прикладной статистики «Snedecor V4» для обработки данных, полученных в биологических экспериментах // Информационные технологии, Информационные измерительные системы и приборы в исследованиях сельскохозяйственных процессов: материалы региональной научно-практической конференции. Новосибирск: Сибирский физико-технический институт аграрных проблем, 2000 г. С. 323–324.

12. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. 162 с.

13. Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. Л., 1981. 30 с.

14. Международный классификатор СЭВ рода Avena L. Л.: ВИР, 1984. 39 с.

Estimation of Oat Variety Samples (Avena sativa L.) by the Method of Multidimensional Ranking in Central Yakutia

L.V. Petrova
M.G. Safronov Yakutsk Research Institute of Agriculture, ul. Bestuzhev-Marlinsky 23/1, Yakutsk, 677000, Russian Federation

Abstract. *The article presents the results of a multidimensional ranking of oat variety samples, studied in the collection nurseries in 1999-2001 on 12 characteristics: duration of the vegetation period, plant height, yield of grain, length of panicle, number of spikelets on a panicle, number of grains on a panicle, grain weight from a panicle, productive tillering capacity, grain weight per plant, weight of 1000 grains, grain output, ratio of straw to grain. According to the results of the multidimensional ranking, the cultivars were divided into three groups: "the best", "average", "the worst". At the same time from the entered data for 75 samples, the program identified the priorities for the combination of the length of growing season and yield. Among the best examples, a majority is constituted by the samples from Russia (48 %), Europe (36 %) and the USA (16 %). The local zoned standard variety 'Pokrovsky' is included in the middle group with the border rank 492.5. The main part of varieties in this group is presented by the samples from Europe (52 %), Russia (36 %), Asia (8 %). In "the worst" group there were the most samples from the countries of Europe (48 %), Russia (28 %) and the USA (24 %). According to the early maturation, we selected six samples from two groups. From "the best" group it was 13802 from Finland, 14450 from Estonia, and 11717 from Kirov region. From the "average" group we selected 14223 and 14399 from the Czech Republic, and 12245 from Tomsk region. We selected the samples with high grain yield from the best group. Riti, Lo 1057, Amlanche, Blanche de Nations, Mutika 572, Lapida, Ato, Donald samples from Finland, Russia, the USA, and Canada were characterized by the most stable value of this index in 1999-2001. Their productivity was higher by 20-39 % in comparison with Pokrovsky standard variety.*

Keywords: *spring oat, early maturation, samples, collection nursery, multidimensional ranking, rank, selection, vegetation period, Central Yakutia.*

Author Details: *Petrova L.V., Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow (e-mail: e-mail pelidia@yandex.ru).*

For citation: *Petrova L.V. Estimation of Oat Variety Samples (Avena sativa L.) by the Method of Multidimensional Ranking in Central Yakutia. Zemledelie. 2017. No. 5. Pp 42-45. (in Russ.).*

Прикладная система земледелия как механизм повышения эффективности сельскохозяйственного производства

Продолжение, начало в №№2-4-2017

Интенсивные технологии выращивания сельскохозяйственных культур. Говорят, что для того, чтобы добиться успеха в аграрном бизнесе, необходимы три главных условия: первое условие – место; второе – место и третье – тоже место. С первым условием согласен. Особенно, это актуально для сельскохозяйственного производства, в котором очень важное значение имеют почвенно-климатические факторы. С двумя другими – нет. По моему мнению, *формула успеха* должна быть такой: **«Место, компетенции, команда».**

Из-за нехватки компетенций большинство сельскохозяйственных предприятий России работают по-старинке, используя экстенсивные технологии выращивания сельскохозяйственных культур, как будто не замечая, что за последние годы в мире произошла технологическая революция, кардинально изменившая всю нашу жизнь. Многие руководители хозяйств понимают, что это плохо, как с точки зрения производительности труда, так и с позиций рентабельности деятельности сельскохозяйственных предприятий, но никак не могут решиться на кардинальные изменения.

Уверяю – никто не «отсидится»: хотите Вы этого или нет, жизнь заставит всех перейти на современные (интенсивные) технологии в земледелии. Принятие такого решения – это скорее вопрос не денег или силы воли, а вопрос компетенций, без которых не будет ни силы воли, ни денег. Мы свои компетенции нарабатывали в течение 15 лет, ежегодно закладывая десятки опытов, участвуя в работе выставок и семинаров, посещая передовые хозяйства в стране и мире. В поисках знаний, лично я посещал фермерские хозяйства США, Аргентины, Бразилии, Голландии, Франции, Италии, Румынии и Великобритании. **Только после наработки достаточно большого объема компетенций было принято решение о переходе с экстенсивных на интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, в соответствии с советом Президента компании «Nabiosco» Росса Джонсона: «Все планирование сводится к одному вопросу: что нового мы собираемся делать в следующем году по сравнению с нынешним. Нужно, чтобы это укладывалось в несколько пунктов».**

Многие думают, что суть интенсивных технологий заключается в значительном увеличении доз внесения минеральных удобрений. Это не совсем так. Технологическая революция в земледелии развитых стран началась после того, как на рынке появился гербицид Раундап, а позднее и такие технологии, как «Clearfild» и «Express sun», обеспечивающие тотальное уничтожение сорных растений. В результате их использования, вся влага, питательные вещества и солнечный свет стали «доставаться» культурным растениям, что резко увеличило их продуктивность.

Поэтому, первое, что надо сделать при переходе на интенсивные технологии – очистить поля от сорняков, не жалея для этого ни сил, ни времени, ни средств. В этой работе следует стремиться к идеалу, то есть к тому, чтобы сорняков на полях не было вообще, а не так, как предлагают существующие рекомендации: «с учетом порога вредоносности сорных растений», допускающим наличие 2-3-х корнеотпрысковых и 5-6 однолетних сорняков на 1 м^2.

В борьбе с сорными растениями, Вы можете найти союзников в «лице» таких компаний, как «Август», «Сингента», «Байер», «БАСФ» или «Дюпон». Работать надо с той из них, которая готова будет выделить консультанта по применению химических средств защиты растений (ХСЗР). Мы сотрудничаем со всеми этими компаниями, в том числе занимаемся испытанием новых препаратов, но основной наш партнер – фирма «Август», которая присылает высокопрофессиональных консультантов в хозяйства по первому требованию. Если Вы решитесь на такой шаг и очистите свои поля от сорняков, то уже в конце текущего года будете сильно ругать себя за то, что не сделали этого раньше.

Эффективность ХСЗР может быть значительно выше, если одновременно с их применением вносить микроудобрения, что позволяет не только обеспечивать растения такими недостающими элементами, как магний, цинк, сера, бор и др., но и снижать стресс культурных растений, наносимый ХСЗР. Это делает микроудобрения высоко эффективным средством «в борьбе за урожай». Например, рентабельность применения микроудобрения Гумат-7 на нуте в фазе бутонизации в 2016 г. у нас составила 252 %.

Очистив поля от сорняков, можно переходить к следующему этапу – внедрению в производство высокопродуктивных сортов и гибридов. В таком вопросе нельзя обойтись без испытаний по определению лучших из них. Мы это делаем ежегодно по всем культурам, которые выращиваем. При внедрении в производство учитываем не только урожайность, но и рентабельность. Например, приобретение семян зернового сорго гибрида Арфрио обошлось нам в 8 раз дороже, чем стоили семена сорта Самба собственного производства (4241 руб./га, против 525 руб./га). Однако при прочих равных затратах рентабельность выращивания гибрида Арфрио составила 39,9 %, а сорта Самба только 13,6 %. Поэтому мы «сделали ставку» на Арфрио.

Очень важно, чтобы процесс внедрения сортов и гибридов интенсивного типа коррелировал с увеличением доз минеральных удобрений. Кроме того, при выборе сорта или гибрида необходимо учесть особенности почвенного плодородия, влияние предшественника, запасы влаги и др., и только после этого планировать технологические операции с определением доз и сроков применения минеральных удобрений.

Далее Вы можете ознакомиться с некоторыми нашими наработками. Буду рад, если опыт группы предприятий «Содружество-регион»: ООО «Большой Морец», ОАО «Колос» и

ООО «МАКС» поможет Вам разобраться в некоторых тонкостях интенсивных технологий.

Интенсивная технология выращивания озимой пшеницы *по парам.* Обработку раннего пара мы проводим во второй половине мая, поверхностным способом, на глубину 8-10 см. Далее 3-4 раза обрабатываем поля культиваторами, которые устанавливаем так, чтобы глубина каждой последующей обработки была на 1 см меньше предыдущей. Цель – сформировать ко времени сева «твердое ложе и мягкое одеяло» на глубине 5-6 см.

Сев озимых проводим с 28 августа по 10 сентября, сдвигая эти сроки на 3-5 дней в одну или другую сторону, в зависимости от среднесуточной температуры воздуха и количества влаги в верхнем слое почвы. Если влага начинает «уходить», надо сеять, даже если среднесуточная температура воздуха выше рекомендованных наукой 18-19°. Дружные всходы – это самое главное при возделывании озимой пшеницы.

На своих полях мы выращиваем такие сорта озимой пшеницы, как Виктория-11, Олимп, Ставка, Ермак, сев которых проводим с нормой 5,5-6,0 млн шт./га, хотя в рекомендациях «Научно-обоснованной системы сухого земледелия» (НОССЗ) Волгоградской области написано, что в нашей зоне она не должна превышать 4-4,5 млн шт./га. Вероятно, ученые исходят из того, что чем меньше влаги в почве, тем меньше должна быть и норма высева, чтобы растениям ее хватило. *У нас другое мнение.* Оно связано с тем, что в Волгоградской области летом очень активное солнце, и если позволить его лучам достичь почвы, то влага испарится. Единственный способ решить эту проблему – закрыть почву растениями (как одеялом). В результате ее температура днем снизится, по сравнению с температурой воздуха, на 10-20° и более, что приводит к конденсации влаги на озимой пшенице в утренние часы. Благодаря этому она может сформировать хороший урожай даже в засуху. По-сути, **мы научились «добывать» влагу, а значит и деньги, из воздуха.**

Сев проводим с одновременным внесением аммофоса в количестве 130-160 кг/га. Весной, в период возобновления вегетации, осуществляем подкормку аммиачной селитрой (150 кг/га). Затем, в фазе кущения обрабатываем посевы гербицидом Балерина (0,4 л/га) в баковой смеси с микроудобрением Благо-5 (0,5 л/га). В фазе начала выхода в трубку проводим 2-ю подкормку озимых КАС (50 кг/га), а в фазе выхода флагового листа – 3-ю подкормку КАС (30 кг/га) и обработку фунгицидом Колосаль-Про (0,5 л/га). В фазе колошения опрыскиваем посевы инсектицидом Борей (0,1 л/га) в смеси с удобрением Благо-5 (0,5 л/га).

По непаровым предшественникам интенсивная технология выращивания озимой пшеницы идентична изложенной, за исключением того, что после уборки нута поле обрабатываем по типу «полупара». Сев проводим на 3-4 дня раньше, чем по парам, с внесением в почву КАС в дозе 100 кг/га. При этом, норму высева увеличиваем еще на 1 млн шт./га.

С рекомендациями НОССЗ Волгоградской области мы не согласны и по объемам применения фосфорных и калийных удобрений, необходимых для получения 50 ц зерна с 1 га. Ученые рекомендуют для формирования такой урожайности использовать 100-120 кг д.в. азота, 140-160 кг д.в. фосфора и 40-60 кг д.в. калия на 1 га. Мы в 2016 г. внесли на 1 га: 79-119 кг д.в. азота, то есть примерно столько же, но фосфора в 2 раза меньше (70-86 кг д.в.), а калий вообще не использовали. Этих доз нам хватило, чтобы во всех предприятиях «Содружество-регион» получить более 50 ц/га зерна, в том числе в ООО «МАКС» – 57,4 ц/га, в ООО «Большой Морец» – 55,2 ц/га и в ОАО «Колос» – 53,2 ц/га. Возможно, такие рекомендации по внесению фосфора и калия связаны с недооценкой учеными влияния на урожай сорных растений и микроудобрений. Чтобы разобраться с этим вопросом, на 2017 г. у нас во всех трех предприятиях заложены производственные опыты с различными комбинациями минеральных удобрений. Кроме того, в ООО «Большой Морец» запланировано испытание новых сортов озимой пшеницы на фонах с различной степенью интенсификации.

Интенсивная технология выращивания кукурузы на зерно. Если в хозяйстве нет финансовой возможности возделывать кукурузу на зерно по интенсивной технологии, ее вообще не надо выращивать, так как в засушливые годы кукуруза не формирует початки даже при незначительном количестве сорняков на полях. Не может эта культура нормально расти и без сбалансированного питания.

Мы используем две технологии выращивания кукурузы: классическую и «прямой посев». В первом случае, сразу после уборки озимой пшеницы или нута, обрабатываем поле чизельным плугом ПЧ-4,5 на глубину 25-35 см. Затем обрабатываем поле по типу «полупара». Весной, по мере «созревания» и прогревания почвы до 10-12°, осуществляем предпосевную культивацию с внесением КАС в дозе 100 кг/га и сев кукурузы на глубину 6-8 см. При посеве вносим 80-100 кг/га аммофоса. Норма высева 57-58 тыс. шт./га. Через 4-5 дней после сева проводим довсходовое боронование.

Здесь надо сделать небольшое отступление. Во многих рекламных проспектах производители семян рекомендуют сеять кукурузу на зерно при более низких температурах. Категорически не согласен с этим, так как при 8-10° кукуруза долго всходит, а при возврате холодов вообще не растет, приобретая фиолетово-розовый цвет. Для нее это стресс, который приводит к большим потерям урожая. Поэтому кукурузу надо сеять на 10-12 дней позже, рекомендованных сроков. В этом случае она догонит и перегонит в росте ту, которую посеяли раньше.

В фазе 4-5 листьев посевы кукурузы обрабатываем гербицидом Эскудо-Микс (0,4 л/га) в баковой смеси с микроудобрением Омекс (1 л/га). В фазе 5-6 листьев в междурядья вносим КАС (100 кг/га). Сроки уборки зависят от особенностей года: в засушливых условиях начинаем ее при влажности зерна 12-14 %, в благоприятные по осадкам годы – при 20-23 %.

По технологии «прямого посева» высеваем кукурузу в междурядья предшествующего подсолнечника (без обработки) с предварительным внесением на поле гербицида Торнадо (2 л/га). Все остальные операции по подкормкам и обработкам ХСЗР идентичны. Преимущество этого способа заключается в том, что за зиму на стерне подсолнечника «набивается» до 50 см снега, это увеличивает весенние запасы влаги в почве на 30 мм и более.

Интенсивная технология выращивания нута. Лучший предшественник для нута – озимая пшеница после пара. Это обусловлено тем, что для нута нет повсходовых гербицидов. Поэтому он очень чувствителен к засоренности полей. Кроме того, большое количество соломы, остающееся на поле после озимой пшеницы, защищает почву от потери влаги и перегрева в период вегетации.

Сразу после уборки озимой пшеницы обрабатываем почву поверхностным способом на глубину 10-12 см. Затем культивируем поле по типу «полупара» на глубину 6-8 см. Весной начинаем сеять нут при прогревании почвы до 10-12° на глубину 5-7 см. Можно начинать посев и при температуре 8-10°, но тогда, в случае возврата холодов, возникнет опасность загнивания семян в почве. Проверенным сигналом для начала сева нута в наших условиях служит цветение терна. В засушливой зоне Волгоградской области очень важно, чтобы сорта нута были скороспелыми, так как при увеличении продол-

жительности вегетации возрастает вероятность попадания посевов под дожди во время уборки. Лучше других для этих целей подходит сорт Приво-1. Посев проводим нормой 800 тыс. шт./га с одновременным внесением 80 кг/га аммофоса. Сразу после посева, вносим почвенный гербицид Пропанит (2,5 л/га) и КАС (100 кг/га) с последующей заделкой их боронами. В фазе начала ветвления нута проводим опрыскивание инсектицидом Борей (0,1 л/га) в баковой смеси с Гумат-7 (0,5 л/га), через 7-10 дней – фунгицидом Колосаль-Про (0,5 л/га) с Благо-5 (0,5 л/га). Перед цветением нута обрабатываем его инсектицидом Сирокко (0,8 л/га) в сочетании с Благо-5 (0,5 л/га). В период созревания 85-90 % бобов нута проводим десикацию препаратом Суховей (2,2 кг/га). Уборку осуществляем прямым комбайнированием. На 2017 г. у нас запланировано несколько опытов по испытанию повсходовых гербицидов для нута, появившихся на рынке.

Интенсивная технология возделывания подсолнечника. Подсолнечник мы выращиваем по технологии «Clearfild» и «Express sun». Они идентичны, за исключением использования различных гибридов и гербицидов. Предшественники для этой культуры – озимая пшеница, кукуруза на зерно и зерновое сорго. Сразу после уборки озимой пшеницы проводим обработку зяби без оборота пласта на глубину 25-35 см. Далее обрабатываем поле куль0тиваторами по типу «полупара». Весной, при прогревании почвы до температуры 8-10°, вносим КАС (100 кг/га). Заделываем ее культиваторами на глубину 5-7 см и проводим сев подсолнечника с одновременным внесением 80 кг/га аммофоса. Следует отметить, что в последние годы урожайность подсолнечника более поздних сроков сева была на 5-7 ц/га выше, чем при ранних. Норма высева 54 тыс. шт./га. Через 2-3 дня после сева, проводим довсходовое боронование. В фазе появления 2-4 пар листьев вносим гербицид Евролайтинг (1 л/га), в начале цветения – микроудобрение Бороплюс (1 л/га). В случае появления вредителей обрабатываем посевы инсектицидом Борей (0,2 л/га).

После кукурузы и зернового сорго подсолнечник выращиваем по технологии «прямого посева». Перед севом обрабатываем поля гербицидом сплошного действия Торнадо (2,0 л/га) в баковой смеси с препаратом Балериной (0,2 л/га) для удаления падалицы. Уборку начинаем при влажности маслосемян 11-12 %.

Интенсивная технология выращивания зернового сорго. Считаю, что значение зернового сорго в России недооценено. Оно необходимо в севообороте как «страховая культура» для кукурузы на зерно, если ко времени сева запасы влаги в почве будут менее 100 мм, и как мелиоративная культура, способная улучшать плодородие засоленных или солонцовых почв. Кроме того, сорго оставляет после себя большое количество непродуктивного органического вещества.

При возделывании зернового сорго после подсолнечника используем технологию «прямого посева». Весной, по мере прогревания почвы до 12-14°, вносим гербицид сплошного действия Торнадо (2 л/га) и сразу же проводим сев на глубину (4-5 см) с одновременным внесением 70 кг/га аммофоса. В фазе 4-5 листьев осуществляем обработку гербицидом Балерина (0,4 л/га) в смеси с микроудобрением Благо-5 (0,5 л/га). В фазе 5-6 листьев в междурядья вносим 150 кг/га КАС. В фазе 7-8 листьев опрыскиваем посевы инсектицидом Борей (0,1 л/га), еще одну обработку этим же препаратом проводим, если возникнет такая необходимость. При влажности зерна 30 % осуществляем десикацию Суховеем (2,5 л/га). Уборку проводим прямым комбайнированием.

Интенсивная технология выращивания люцерны на семена. В целях снижения засоренности мы практикуем летний посев люцерны (в период с 1 по 15 августа). До этого обрабатываем поля по типу «полупара». При выборе сорта обращаем внимание не на то, сколько можно получить семян с 1 га, а на его кормовые достоинства. В наибольшей степени таким требованиям отвечают сорта Артемида, Узень, Находка, Сирена. Сев люцерны проводим дисковыми сеялками на глубину 2-3 см, с одновременным внесением 70 кг/га аммофоса и последующим прикатыванием. В течение вегетации 3 раза (в фазы ветвления, начала цветения и начала образования бобов) обрабатываем посевы инсектицидом Борей (0,1 л/га). При побурении 70-80 % бобов проводим десикацию препаратом Суховей (3,0 л/га). Уборку семян осуществляем прямым комбайнированием.

Внедрение интенсивных технологий выращивания сельскохозяйственных культур требует существенных финансовых ресурсов. Например, в предприятиях «Содружество-регион» производственные затраты на 1 га пашни выросли с 14509 руб. в 2014 г. до 24559 руб. в 2016 г., то есть на 69 %, но за этот же период стоимость произведенной продукции увеличилась почти в 2 раза – с 15707 до 30649 руб. Одновременно чистый доход на 1 га пашни вырос в 5 раз – с 1198 до 6090 руб., а средняя заработная плата на 1 механизатора – с 381029 до 704762 руб.

Все эти цифры привожу для того, чтобы показать: внедрение интенсивных технологий – очень выгодное дело. Однако эффективность нашей работы могла бы быть еще выше, если бы мы использовали больше минеральных удобрений. Об этом свидетельствуют следующие цифры: в 2016 г. в ООО «МАКС» внесли 79 кг д.в. минеральных удобрений на 1 га пашни, или в 1,5-2 раза больше, чем в других наших хозяйствах. Считаю, что, именно поэтому рентабельность сельскохозяйственного производства этого предприятия была почти в 2 раза выше, чем в ООО «Большой Морец» и в ОАО «Колос».

Применение минеральных удобрений требует кардинальных изменений не только в «Содружество-регион», но и в целом по стране. По данным ФГБУ «ЦАС «Волгоградский», дефицит основных элементов питания (N, P, K,) в почвах Волгоградской области в 2016 г. составлял 70,9 кг д.в./га, а с удобрениями внесли в 8,2 раза меньше – 8,64 кг д.в./га. При этом в среднем в мире в 2016 г. в расчете на 1 га пашни было внесено 119,9 кг д.в./га; в Белоруссии – 160 кг д.в./га; в России – 35 кг д.в./га. Все эти цифры говорят о том, что необходимо в разы увеличивать объемы применения минеральных и органических удобрений.

Если Вы, уважаемые руководители сельскохозяйственных предприятий, поверите в интенсивные технологии выращивания сельскохозяйственных культур и начнете их осваивать, то и Ваше предприятие, и страна в целом, буквально за несколько лет могут выйти на новый, значительно более высокий уровень производства сельскохозяйственной продукции. Уверен, что так будет, поскольку альтернативы интенсивным технологиям нет. Мы в этом вопросе на десятки лет отстали от развитых стран, которые сейчас переходят на еще более высокий уровень работы – активно внедряют «точное земледелие». Поэтому нам надо прислушаться к мнению президента компании «Тайота» Хироси Окуда: «Ничего не делать и ничего не менять – это самое плохое, что можно придумать в 21-м веке».

(Продолжение следует)

Банькин Виктор Александрович,
председатель Совета директоров группы предприятий «Содружество-регион»,
кандидат экономических наук
контактный тел.:
8 (8442) 93-11-27
e-mail: s-region@mail.ru

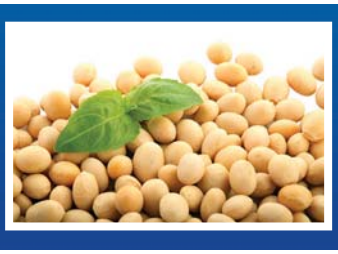
The effective technology

Farmet 25 1992–2017

Специалист по переработке масличных семян, растительных масел и экструзии комбикормов

- Прессование холодным способом
- Прессование горячим способом
- Прессование с экструзией
- Фильтрация, рафинация

Экструзия комбикормов
Комбикормовые заводы



АО Фармет
Йиржинкова 276, 552 03 Ческа Скалице
Чешская Республика
Тел. +420 491 450 116
e-mail: oft@farmet.cz; **www.farmet.ru**

ООО «Фармет»
109456, Москва, Рязанский пр-т, д. 75, к. 4
Тел. +7 (495) 640-13-07
Моб. +7 916 596 55 83
e-mail: p.pugachev@farmet.ru

Алистер Гранд –
гербицид для борьбы с однолетними злаковыми и двудольными сорняками, предназначенный для применения на озимых зерновых культурах в осенний период.

Бакара Форте –
гербицид для контроля смешанного засорения на озимой пшенице, предназначенный для применения в осенний период.

www.cropscience.bayer.ru

ISSN 0044-3913. Земледелие. 2017. № 5.1 - 48. Индекс 70329.

на правах рекламы