6.2018

ISSN 0044-3913

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

МЭ – ЗНАК КАЧЕСТВА
СОВРЕМЕННОГО ПРОТРАВИТЕЛЯ!

AGROW AWARDS НОМИНАНТ

РЕКЛАМА

МИКРОЭМУЛЬСИЯ СОВЕРШАЕТ НАУЧНЫЙ ПРОРЫВ!

ПРОТРАВИТЕЛИ

Бенефис, МЭ; Поларис, МЭ;
Скарлет, МЭ; Туарег, СМЭ;
Депозит, МЭ

ПЕРВЫЙ ШАГ К ВЫСОКОМУ УРОЖАЮ
2018 ГОДА!

Все протравители поставляются с регулятором роста **Эмистим**

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ
российский аргумент защиты

www. betaren.ru

Снимет стресс у культуры и агронома!

Оплот® Трио

дифеноконазол, 90 г/л +
+ тебуконазол, 45 г/л +
+ азоксистробин, 40 г/л

expectrum инновационные продукты

Трехкомпонентный стробилуринсодержащий протравитель с ростостимулирующим эффектом для обработки семян зерновых культур

Стимулирует прорастание семян, обеспечивает получение дружных и здоровых всходов, формирование мощной и здоровой корневой системы. Не оказывает ретардантного действия. На длительный срок защищает растения от широкого спектра семенной, почвенной и ранней аэрогенной инфекции. Способствует реализации сортового потенциала культуры благодаря увеличению количества закладываемых здоровых продуктивных стеблей. Предотвращает развитие резистентности у патогенов за счет трех д. в. с разными механизмами действия.

АО Фирма «Август»
Центральный офис в Москве
129515, г. Москва, ул. Цандера, д. 6
Тел.: (495) 787-08-00
Факс: (495) 787-08-20

С нами расти легче

www.avgust.com

avgust crop protection

6.2018 АВГУСТ–СЕНТЯБРЬ

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЛИ И СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ / USE OF SOIL AND AGRICULTURE SYSTEMS

Е. Я. Чебочаков, А. А. Шпедт. Эффективность приемов биологизации земледелия в разных агроэкологических районах Средней Сибири 3

E. Ya. Chebochakov, A. A. Shpedt. Efficiency of Methods of Agriculture Biologization in Different Agroecological Regions of Central Siberia

А. В. Кислов, А. П. Глинушкин, А. В. Кащеев, Г. В. Сударенков. Экологизация севооборотов и биологическая система воспроизводства почвенного плодородия в степной зоне Южного Урала 6

A. V. Kislov, A. P. Glinushkin, A. V. Kashcheev, G. V. Sudarenkov. Ecology Modeling of Crop Rotations and Biological Reproduction of Soil Fertility in the Steppe Area of the South Urals

А. С. Акименко. Методология проектирования севооборотов и оптимальной структуры посевных площадей в адаптивно-ландшафтном земледелии (на примере Центрального Черноземья) 11

A. S. Akimenko. Methodology of Designing Crop Rotations and Optimal Structure of Sown Areas in Adaptive Landscape Agriculture (by the Example of the Central Chernozem Region)

В. И. Турусов, Ю. И. Чевердин. Краткие итоги изучения и современное состояние агроландшафтного комплекса «Каменная степь» 15

V. I. Turusov, Yu. I. Cheverdin. Brief Results of the Study and the Current State of the Agrolandscape Complex Kamennaya Steppe

ПЛОДОРОДИЕ / FERTILITY

В. А. Седых, Р. Ф. Байбеков, К. В. Савич, Т. В. Доронкина. Интегральная оценка бонитета почв сельскохозяйственных угодий 18

V. A. Sedikh, R. F. Baibekov, K. V. Savich, T. V. Doronkina. Integral Assessment of Bonitet of Agricultural Land

Г. А. Шеховцов, Н. Н. Чайкина. Мониторинг плодородия почв, динамика применения минеральных и органических удобрений, баланс элементов питания в почвах восточной части Ставропольского края 21

G. A. Shexovtsov, N. N. Chaikina. Monitoring of Soil Fertility, Dynamics of Application of Mineral and Organic Fertilizers, Balance of Nutrients in Soils of the Eastern Part of Stavropol Krai

Основан в 1939 г.

УЧРЕДИТЕЛИ:
Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии

ООО «Редакция журнала «Земледелие»

ИЗДАТЕЛЬ:
ООО «Редакция журнала «Земледелие»

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

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

КОНТАКТЫ:
Тел./факс: +7 916 241 63 43

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

АДРЕС ДЛЯ ОТПРАВКИ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:
101000, г. Москва, 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 08.08.18
Формат 60×90 1/8.
Печать офсетная.
Печ.л. 6,0+0,5 вкл.
Заказ

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

© “Земледелие”. 2018.

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

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

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

А. Х. Шеуджен, О. А. Гуторова, Т. Н. Бондарева, Л. М. Онищенко, Х. Д. Хурум, С. В. Есипенко. Эколого-агрохимическая оценка эффективности дефеката на посевах риса 27

A. Kh. Sheudzhen, O. A. Gutorova, T. N. Bondareva, L. M. Onischenko, H. D. Hurum, S. V. Esipenko. Ecological and Agrochemical Evaluation of Defecation Residues Efficiency in Rice Crops

ПОЛЕВОДСТВО И ЛУГОВОДСТВО — **FIELD CROPS**

А. Ю. Тимохин, В. С. Бойко. Повышение продуктивности бобов кормовых на лугово-черноземных почвах Омского Прииртышья 31

A. Yu. Timokhin, V. S. Boyko. Elevation of Productivity of Broad Beans on Meadow-Chernozem Soils of the Omsk Irtysh Region

В. И. Лазарев, А. Я. Башкатов, Ж. Н. Минченко. Эффективность микроэлементных удобрений при возделывании сои сорта Казачка в условиях Курской области 34

V. Lazarev, A. Bashkatov, J. Minchenko. Efficiency of Fertilizers with Trace Elements in Cultivation of Soybean ‘Kazachka’ under Conditions of Kursk Region

А. С. Голубев, П. И. Борушко, К. В. Желтова. Новый гербицид Гейзер для защиты сои 37

A. S. Golubev, P. I. Borushko, K. V. Zheltova. Geyser Herbicide for Soybean Protection

СОРТА И СЕМЕНА — **GRADES AND SEEDS**

В. Т. Синеговская, И. М. Присяжная, С. П. Присяжная. Урожайность сои и посевные качества семян в зависимости от особенностей двухфазного обмолота комбайном 41

V. T. Sinegovskaya, I. M. Prisyazhnaya, S. P. Prisyazhnaya. Soybean Productivity and Sowing Quality of Seeds Depending on the Peculiarities of Two-Stage Combine Threshing

И. А. Филатова. Формирование элементов продуктивности гороха в зависимости от погодных условий вегетационного периода 44

I. A. Filatova. Formation of Productivity Elements of Pea Depending on Weather Conditions of the Vegetation Period

Уважаемые читатели!

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

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

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10601
УДК 631.635

Эффективность приемов биологизации земледелия в разных агроэкологических районах Средней Сибири

Е. Я. ЧЕБОЧАКОВ[1], кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (e-mail: echebochakov@mail.ru)
А. А. ШПЕДТ, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора[2], профессор[3] (e-mail: shpedtaleksandr@rambler.ru)
[1]Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии, ул. Садовая, 5, с. Зеленое, Усть-Абаканский р-н, Республика Хакасия, 5655132, Российская Федерация
[2]Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр» СО РАН, просп. Свободный, 66, Красноярск, 660041, Российская Федерация
[3]Сибирский федеральный университет, просп. Свободный, 79, Красноярск, 660041, Российская Федерация

В статье представлены результаты обобщения эффективности приемов биологизации земледелия. Для достижения поставленной цели были проанализированы многолетние данные научных учреждений, расположенных в разных агроэкологических условиях в лесостепном и степном агроландшафтных районах. Длительные полевые опыты по сравнительной оценке чистых и сидеральных паров в Сибири показали неодинаковую урожайность первой, второй, третьей культур севооборотов и выход продукции с 1 га севооборотной площади в зависимости от почвенно-климатических условий, соответственно 2,38, 2,05, 1,37 и 1,12-1,81 т/га. В современных условиях при экстенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур для поддержания плодородия почв в Средней Сибири в более благоприятных подтаежной и лесостепной зонах необходимо выращивать многолетние травы, а также разбрасывать солому. В полузасушливом степном агроландшафтном районе целесообразны севообороты с многолетними травами в виде выводных полей, посев зернобобовых культур, использование сидеральных паров, внесение навоза на прифермских полях, разбрасывание соломы под пар, для защиты почвы от дефляции и водной эрозии. В засушливом степном агроландшафтном районе юга Средней Сибири целесообразно освоение значительных площадей залежных земель. Их распашка и увеличение посевных площадей зерновых и зернобобовых культур в ООО «Целинное» Ширинского района Республики Хакасия способствовали увеличению валового сбора зерна в 2006–2010 гг., по сравнению с периодом до освоения (2001–2005 гг.), в среднем в 1,4 раза.

Ключевые слова: *севообороты, залежь, почва, плодородие, технология, культура, навоз, солома, урожай, продуктивность, зерно.*

Для цитирования: *Чебочаков Е. Я., Шпедт А. А. Эффективность приемов биологизации земледелия в разных агроэкологических районах Средней Сибири // Земледелие. 2018. № 6. С. 3–5. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10601.*

Актуальность разных приемов биологизации земледелия обусловлена значительными изменениями, связанными с такими новыми социально-экономическими и агроэкологическими условиями, как перераспределение угодий между хозяйствами разных категорий и их использование, уменьшение площади пашни и увеличение доли залежных земель; снижение плодородия почвы, обострение проблемы охраны окружающей среды и защиты почв от эрозии [1, 2, 3].

Цель исследований – определить эффективность приемов биологизации земледелия в разных агроэкологических условиях Средней Сибири.

Объект исследований – приемы, обеспечивающие активное регулирование агроэкологических параметров, воспроизводство плодородия почв, а также вовлечение в сельскохозяйственный оборот залежных земель.

Яровую пшеницу высевали по чистым и сидеральным паровым полям. Эффективность сидеральных паров оценивали по урожайности 1-й, 2-й, 3-й культур, а также в целом севооборотах (по данным научных учреждений Сибири) в разных агроэкологических условиях. Агроэкономическую эффективность использования залежных земель определяли по материалам ООО «Целинное». Исследования проводили методом полевого опыта.

В Красноярской лесостепи в полевом опыте (1973–1978 гг.) изучали действие и последствие сидеральных паров, в сравнении чистым паром, в зернопаровом звене севооборота: пар – яровая пшеница – яровая пшеница – ячмень. Общая площадь делянок в опыте составляла 500...2500 м^2, учетная – 100...400 м^2 [6]. В полевых опытах в лесостепи Алтайского Приобья (1984–1989 гг.) сравнивали чистый, занятый и сидеральный пары в севообороте пар-пшеница-овёс. В качестве сидеральной культуры использовали донник, который подсевали под покров овса. Повторность трехкратная, общая площадь делянок 600 м^2, учетная – 100 м^2 [8]. В северной лесостепи Кузнецкой котловины изучали чистый и сидеральный пар, а также разные способы обработки почвы. Повторность – четырехкратная, расположение делянок – последовательное. Площадь делянок – 4720 м^2, учетная – 80 м^2 [9]. В степной зоне Минусинской впадины действие и последствие чистого и донникового паров исследовали в севообороте: пар – пшеница – пшеница – овёс на зерносенаж. Повторность – четырехкратная, расположение делянок систематическое. Донник жёлтый высевали под покров овса. При достижении фазы бутонизации его скашивали комбайном КСК-100. Чистый пар обрабатывали в соответствии с общепринятой зональной технологией [3].

В опытах высевали районированные сорта.

При выполнении исследований применяли статистические и графические методы анализа.

В экстремальных условиях Сибири к основным приемам биологизации земледелия относится включение в структуру посевов многолетних трав, зернобобовых и сидеральных культур, использование навоза и соломы, возвращение в оборот залежных земель [2]. Их эффективность зависит от агроэкологических условий природных зон Сибири.

Основные показатели, характеризующие эффективность использования сидератов – изменение запасов продуктивной влаги, содержания азота, фосфора и калия и продуктивность

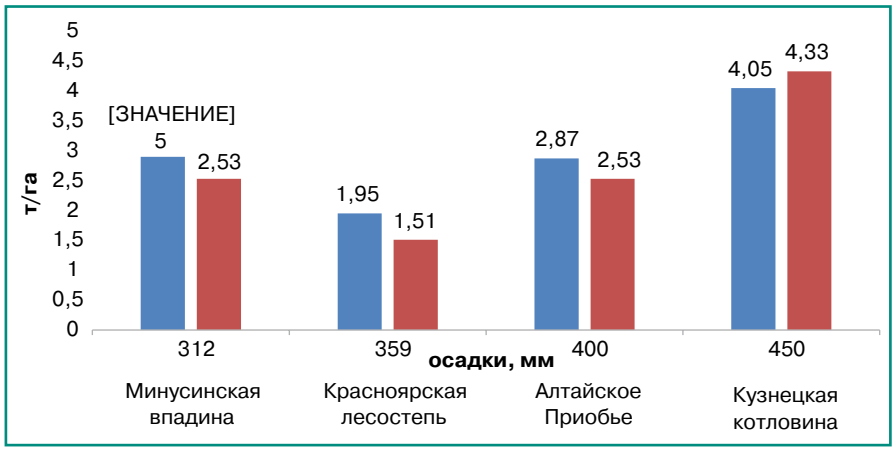


Рисунок. *Урожайность первой культуры по разным видам паров (при составлении графика использовали результаты многолетних исследований [3, 6, 8, 9]): ■ – чистый пар; ■ – сидеральный пар.*

сельскохозяйственных культур [2, 3, 4, 5, 6, 7]. В зависимости от вида сидеральных культур и их продуктивности на 1 га пашни накапливается 110…150 кг азота, 50…70 кг фосфора и 100…150 кг калия, увеличивается содержание подвижных гумусовых веществ. При этом выращивание парозанимающих культур снижает запасы продуктивной влаги [2, 3, 6].

Урожайность зерновых культур в севооборотах с разными видами пара варьирует по природно-климатическим зонам. Так, в лесостепной и степной зонах (сумма осадков в год 359 и 312 мм соответственно) урожайность первой культуры в севообороте с сидеральным паром в среднем ниже, чем в варианте с чистым паром, на 0,3...0,4 т/га при $НСР_{05}$ 0,08...0,27 (см. рисунок, табл. 1).

Вторая культура севооборота после сидерального пара обеспечила в Красноярской лесостепи (осадки 359 мм в год) прибавку урожая зерна, по сравнению с чистым паром, на уровне 0,12 т/га ($НСР_{05}$ 0,08…0,27). Урожайность зерна третьей культуры после пара была выше только в Красноярской лесостепи. При этом в целом выход продукции в севооборотах с разными видами пара был почти одинаковым.

Таким образом, в лесостепной и степной зонах с атмосферными осадками до 400 мм в год, урожайность пшеницы после сидерального пара в среднем снижается, по сравнению с чистым паром, на 0,3…0,4 т/га, в северной лесостепи (с осадками до 450 мм в год) можно получить прибавку до 0,3 т/га. Вторая культура севооборота после сидерального пара формирует прибавку урожая зерна в Красноярской лесостепи и засушливой степи.

Важный приём повышения плодородия почвы – включение в севооборот многолетних трав и бобовых культур. В агроландшафтах типичной лесостепи высокий урожай сена (10,3 т/га), выход кормовых единиц (7,4 т/га), сырого протеина (1,6 т/га) обеспечивала люцерна до четвертого года пользования Кроме того, включение ее посевов в структуру посевных площадей стабилизировало плодородие почвы [10].

В засушливой степной зоне, наряду с другими приемами, можно рекомендовать севообороты с многолетними травами в выводном поле [11, 12].

В условиях резкого сокращения поголовья скота в хозяйствах Средней Сибири увеличивается роль соломы зерновых и зернобобовых культур в качестве удобрения. Это один из наиболее доступных и экономически эффективных способов сохранения и повышения плодородия почв, улучшающий экологическую и противопожарную ситуацию в регионе. С 1 т соломы в почву поступает 5…14 кг азота, 1…2,5 кг фосфора, 10…17 кг калия, 3…12 кг кальция, 1…3 кг магния, сера и микроэлементы [13]. Затраты при использовании соломы в качестве удобрения в 4 раза меньше, чем транспортировка и внесение торфа [5, 13]. Технология ее внесения достаточно проста. Во время уборки зерновых солому измельчают и равномерно разбрасывают по полю. Для усиления гумификации на каждую тонну соломы следует вносить 8–10 кг д. в. азотных удобрений.

Внесение соломы в почву с компенсирующими дозами азотных удобрений повышает урожайность яровой пшеницы, ячменя и овса на 0,3…1,2 т/га [5]. Кроме того, ее использование улучшает баланс гумуса почвы [14]. Применение соломы на удобрение устраняет затраты на ее вывоз и хранение [13].

В новых социально-экономических условиях при сокращении посевных площадей сельскохозяйственных культур в засушливой степной зоне Средней Сибири открываются возможности для использования залежных земель (табл. 2). Результаты исследований по восстановлению плодородия залежных земель в степной зоне Хакасии свидетельствуют, что наибольший прирост органического вещества (1,9…4,2 т/га) в почве отмечен на 4…10-летней залежи. В дальнейшем его накопление резко снижается (до 0,5 т/га в год) [15].

Определенное влияние на эффективность освоения залежных земель оказывает обработка почвы. Так, урожайность зеленной массы овса при использовании технологий со вспашкой в среднем составила 5,62 т/га, с минимальной обработкой – на 0,31 т/га меньше ($НСР_{05}$ = 0,48).

В ООО «Целинное» незначительное увеличение урожайности зерновых культур начали отмечать в первые годы освоения залежных земель. За 2006–2010 гг. она возросла, по сравнению с

1. Урожайность зерновых и продуктивность севооборота от вида пара в разных агроэкологических условиях Сибири (при составлении графика использовали результаты многолетних исследований [3, 6, 8, 9]

Звено севооборота	Атмосферные осадки, мм	Урожайность, т/га			Выход зерна с 1 га севооборотной площади, т
		1-й год	2-й* год	3-й* год	
Красноярская лесостепь (1973–1978 гг.)					
Чистый пар – пшеница – пшеница – ячмень	359	1,95	1,37 / 70,26	1,20 / 61,54	1,13
Сидеральный (донниковый) пар – пшеница – пшеница – ячмень	359	1,51	1,49 / 98,68	1,47 / 97,35	1,12
Лесостепь Алтайского Приобья (1985–1989 гг.)					
Чистый пар – пшеница – пшеница – овес	350-400	2,87	2,24 / 78,05	2,45 / 85,37	1,89
Сидеральный (донниковый) пар – пшеница – пшеница – овес	350-400	2,53	2,12 / 83,80	2,25 / 88,94	1,73
Северная лесостепь Кузнецкой котловины (2005–2009 гг.)					
Чистый пар – пшеница	450	4,05**			
Сидеральный пар – пшеница	450	4,33**			
Засушливая степь Минусинской котловины (1989–1991 гг.) * **					
Чистый пар – пшеница – пшеница – овес на зерносенаж	312	2,90	2,13 / 73,45	1,50 / 51,73	1,64
Сидеральный (донниковый) пар**** – пшеница – пшеница – овес на зерносенаж	312	2,53	3,00 / 118,58	1,48 / 58,50	1,76

** – урожайность 2-й, 3-й год: в числителе – т/га, знаменателе – % к 1 году **– средняя урожайность по отвальной, плоскорезной на 20-22 см, плоскорезной на 10-12 см, нулевой обработкам почвы; ***– зерновые единицы; ****– плоскорезная обработка почвы при подготовке пара.*

2. Эффективность освоения залежных земель в ООО «Целинное»

Показатель	До освоения (2004-2005 гг.).	Начало освоения (2006-2010 гг.)	Период массового освоения (2011-2014 гг.)
Освоено залежных земель, тыс. га	–	9,6	17,6
Урожайность зерновых культур, т/га	1,65*	1,74	1,94
Производство: зерна, тыс. т	4,6	6,4	25,4
молока, тыс. т	1,8	29,9	76,9
мяса, тыс. т	1,1	2,8	6,0
Прибыль, млн руб.	+ 7,2	+ 35,2	+ 51,8
Рентабельность, %			20,3

** 2001-2005 гг.*

предыдущем периодом, на 0,09 т/га, а за 2011–2014 гг. – на 0,20 т/га. Такая динамика объясняется тем, что используется восстановленное плодородие почвы и залежные земли осваиваются по типу чистого пара, что повышает продуктивность в степной зоне на 0,2…0,4 т/га [15, 16, 17].

При этом следует отметить, что освоение приемов биологизации земледелия в условиях Средней Сибири необходимо осуществлять дифференцированно с учетом агроэкологических условий агроландшафтов.

Выводы. Внесение соломы в почву с компенсирующими дозами азотных удобрений повышает урожайность яровой пшеницы, ячменя и овса на 0,3…1,2 т/га и устраняет затраты на её вывоз и хранение. Освоение залежных земель неиспользуемых в течение 4…10 лет обеспечивает повышение урожайности зерновых культур.

Для поддержания плодородия почв и предотвращения их дальнейшей деградации необходимо в более благоприятном по увлажнению лесостепном агроландшафтном районе использовать многолетние травы и сидеральные культуры (с запашкой зеленной массы во второй половине июня), вносить солому. В засушливом степном агроландшафтном районе необходимо шире применять севообороты с многолетними травами в виде выводных полей, оставлять солому в полях, использовать залежные земли, сидеральные донниковые пары.

Литература.

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: методическое руководство / под ред. академика РАСХН В. И. Кирюшина и академика РАСХН А. Л. Иванова. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2005. 784 с.

2. Берзин А. М. Зеленые удобрения в Средней Сибири. Красноярск: Изд. КрасГАУ, 2002. 395 с.

3. Донниковые зеленные удобрения в земледелии Хакасии / И. С. Антонов, С. М. Чарков, Н. А. Градобоева и др. Абакан: Изд. Хакасского гос. ун-та им. Н. Ф. Катанова, 2004. 102 с.

4. Земледелие Сибири / под ред. Н. В. Яшутина. Барнаул: Изд. АГАУ, 2004. 414 с.

5. Едимеичев Ю. Ф., Романов В. Н. Потенциал земледелия в Приенисейской Сибири. Новосибирск: Красноярский НИИ сельского хозяйства, 2009. 131 с.

6. Берзин А. М. Роль сидеральных паров в повышении продуктивности севооборотов и сохранении плодородия черноземов Средней Сибири // Проблемы экспериментальной агрохимии. Научно-педагогическая агрохимическая школа академика РАСХН Г. П. Гамзикова. Новосибирск: Новосиб. гос. аграр. ун-т, 2013. С. 274–291.

7. Шпедт А. А. Оценка и оптимизация органического вещества почв сельскохозяйственных угодий Красноярского края. Красноярск: Красноярский гос. аграр. ун-т, 2013. 239 с.

8. Туманов А. А. Чистые, занятые и сидеральные пары и технологии их подготовки на черноземах лесостепи Алтайского края // Проблемы экспериментальной агрохимии. Научно-педагогическая агрохимическая школа академика РАСХН Г. П. Гамзикова. Новосибирск: Новосиб. гос. аграр. ун-т, 2013. С. 292–298.

9. Кукшенева Т. П. Влияние способов обработки почвы на урожайность зерновых культур в условиях северной лесостепи кузнецкой котловины: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. Красноярск, 2014. 19 с.

10. Адаптивные севообороты – основа рационального землепользования / под ред. д-ра с.-х. наук Ю. Ф. Едимеичева. Красноярск, КрасГАУ, 2004. 240 с.

11. Назаренко П. Н., Лихачева Н. И., Пургин Д. В. Полевые севообороты в Западной Кулундинской степи. Барнаул, 2011. 23 с.

12. Сухов А. Н., Гулин А. В., Беленков А. И. Совершенствование полевых севооборотов полупустынной зоны Северного Прикаспия // Технологическая политика в современном земледелии. Барнаул, 2000. С. 98–201.

13. Волошин Е. И., Едимеичев Ю. Ф., Романов В. Н. Руководство по применению соломы на удобрение в Красноярском крае. Красноярск: Краснояр. гос. аграр ун-т, 2014. 32 с.

14. Система ведения агропромышленного производства Республики Хакасия (технологии в растениеводстве и животноводстве) / редкол. Г. М. Чанкин и др. Абакан, 2002. 186 с.

15. Кутькина Н. В. Естественное восстановление плодородия деградированных почв в степной зоне Хакасии // Современное состояние почвенного покрова, сохранение степной зоне и воспроизводство плодородия почв: мат. междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию Казахского НИИ почвоведения и агрохимии им. У. У. Успанова. Алматы: Полиграфия-Сервис и Ко, 2010. С. 320–324.

16. Земледелие на равнинных ландшафтах и агротехнологии зерновых в Западной Сибири (на примере Омской области) / под ред. И. Ф Храмцова. Новосибирск: РАСХН. Сибирское отделение. СибНИИСХ, 2003. 412 с.

17. Чебочаков Е.Я. Современное состояние освоения залежных земель в Республике Хакасия // Земледелие. 2016. № 6. С. 6–8.

Efficiency of Methods of Agriculture Biologization in Different Agroecological Regions of Central Siberia

E. Ya. Chebochakov[1], A. A. Shpedt[2, 3]

[1]Research Institute of Agricultural Problems of Khakassia, ul. Sadovaya, 5, s. Zelenoe, Ust'-Abakanskii r-n, Respublika Khakasiya, 5655132, Russian Federation

[2]Krasnoyarsk Agricultural Research Institute, Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center of the SB of the RAS", prosp. Svobodnyi, 66, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

[3]Siberian Federal University, prosp. Svobodnyi, 79, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Abstract. *The article presents the results of generalization of efficiency of biologization methods for agriculture. In order to achieve the goal, long-term data, obtained from scientific institutions, located in different agroecological conditions in the forest-steppe and steppe agricultural landscape areas, were analyzed. Long-term field experiments on a comparative assessment of bare and green manure fallows in Siberia showed the unequal productivity of the first, second, and third cultures after the fallow field: 2.38, 2.05, 1.37 t/ha, respectively. The output of production per 1 hectare of crop rotation area depending on the soil and climatic conditions was 1.12–1.81 t/ha. Under modern conditions in the case of an extensive technology of crop cultivation, it is necessary to grow perennial grasses and spread straw to maintain the soil fertility in more favourable sub-taiga and forest-steppe zones of Central Siberia. In the semiarid steppe agrolandscape area, crop rotations with perennial grasses in the form of emergency fields, cultivation of leguminous plants, use of green manure fallows, manure application, spreading of straw in the fallow field are reasonable for the soil protection against deflation and water erosion. In the arid steppe agrolandscape region in the south of Central Siberia it is rational to develop significant areas of idle lands. Their ploughing up and expansion of the acreage of grain and leguminous crops in OOO "Tselinnoe", Shirinsky district, the Republic of Khakassia, promoted an increase in total harvest in 2006–2010, in comparison with the period before the development (2001–2005), on average 1.4 times.*

Keywords: *crop rotations; idle land; soil; fertility; technology; culture; manure; straw; harvest; productivity; grain.*

Author Details: *E. Ya. Chebochakov, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow (e-mail: echebochakov@mail.ru); A. A. Shpedt, D. Sc. (Agr.), deputy director, prof. (e-mail: shpedtaleksandr@rambler.ru).*

For citation: *Chebochakov E. Ya., Shpedt A. A. Efficiency of Methods of Agriculture Biologization in Different Agroecological Regions of Central Siberia. Zemledelije. 2018. No. 6. Pp. 3–5 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10601.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10602
УДК 631.58

Экологизация севооборотов и биологическая система воспроизводства почвенного плодородия в степной зоне Южного Урала

А. В. КИСЛОВ, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
А. П. ГЛИНУШКИН, доктор сельскохозяйственных наук, директор (e-mail: glinale@mail.ru)
А. В. КАЩЕЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук, агроном-экономист
Г. В. СУДАРЕНКОВ, магистр, зам. заведующего отделом
Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, ул. Институт, вл. 5, р. п. Большие Вяземы, Одинцовский р-н, Московская обл.,143050, Российская Федерация

Резюме. *Исследования по разработке экологических принципов совершенствования севооборотов с учетом урожайности культур, поступления органических остатков в почву после уборки и влияния на фитосанитарное состояние посевов проведены на чернозёмах южных, тяжелосуглинистых с содержанием гумуса 4,43 % в условиях степной зоны Южного Урала в 1992–2015 гг. При сравнении 7 различных видов севооборотов в первой ротации установлено, что наибольшая урожайность зерновых достигается в пятипольном звене зернопарового севооборота– 17,6 ц/га, с добавлением пропашного звена и увеличением числа полей до восьми она снижалась до 14,9 ц/га. В севооборотах с занятым паром с летним посевом суданской травы и зерносмесью на сенаж средняя урожайность зерновых по восьмипольным севооборотам составила соответственно – 11,7 и 10,3 ц/га. Озимые, благодаря своей высокой конкурентоспособности почти полностью очищают поле от сорняков: численность малолетних видов в поле озимой ржи перед уборкой составляла 0,3 шт./м², многолетних – 1,7 шт./м². Наиболее урожайными кормовыми культурами показали себя кукуруза, сорго, суданская трава и зерносмеси на сенаж; многолетние травы значительно уступали им по продуктивности, но отличались самой низкой себестоимостью продукции при 5-6-летнем использовании. Наибольшее количество органических остатков поставляют в почву многолетние травы – 10,8 т/га, озимая рожь – 10,8, кукуруза на зерно – 0,8, гречиха – 7,0, донник – 6,8 т/га. При внесении соломы в качестве удобрения вынос азота с урожаем у озимых сокращался на 42...46 %, фосфора – на 54...57 %, калия – в 3,9...4,4 раза; у яровых зерновых (пшеницы, ячменя и овса) – соответственно на 26...27 %, 31...62 %, в 2,8...3,6 раза, а у гречихи и подсолнечника – азота на 64...74 %, фосфора – на 92...114 % и калия – в 5,9...6,5 раза.*

Ключевые слова: *севообороты, продуктивность культур, пожнивные остатки, корневые остатки, солома, экологические принципы, совершенствование севооборотов.*

Для цитирования: *Экологизация севооборотов и биологическая система воспроизводства почвенного плодородия в степной зоне Южного Урала / А. В. Кислов, А. П. Глинушкин, А. В. Кащеев и др. // Земледелие. 2018. №6. С. 6–10. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10602.*

Совершенствование севооборотов в соответствии с экологическими принципами с учетом не только продуктивности, но и влияния на плодородие почвы – важнейшее альтернативное направление повышения эффективности земледелия в степной зоне в условиях сложившегося дефицита и высокой стоимости органических и минеральных удобрений, а также необходимости снижения материальных и трудовых затрат для производства конкурентоспособной продукции [1].

Севооборот – ведущее звено в системе земледелия и ему принадлежит важнейшая роль в рациональном использовании земли и повышении культуры земледелия [2]. Экологически и экономически обоснованная концепция земледелия в любой почвенно-климатической зоне должна строиться на выращивании наиболее соответствующих по биологическим свойствам культур, пользующихся спросом на рынке, с учетом их средообразующего влияния на плодородие почвы и состояние агроценозов.

Цель исследований – разработать экономически и экологически эффективные севообороты за счет включения наиболее урожайных культур с учетом влияния их на плодородие почвы и фитосанитарное состояние посевов.

Исследования по разработке экологических принципов организации севооборотов в степной зоне проводили в 1992–2015 гг. в Оренбургском ГАУ в многолетнем опыте, в котором в 1 ротации сравнивали семь различных видов восьмипольных севооборотов (с чистым и занятым паром, беспаровых и травопольным), а затем в течение 2-х ротаций пяти- и шестипольные севообороты с чистым паром и различным набором культур по пару и в середине севооборотов.

В засушливых степных условиях, особенно при неправильном уходе за парами, посев озимых часто не возможен из-за иссушения верхних горизонтов почвы, весной по пару обычно высевают яровую пшеницу, для которой необходимы осадки в период кущения для развития придаточной корневой системы. Поэтому в третьей ротации севооборотов по пару высевали различные озимые и яровые культуры.

Площадь делянки (поля севооборота) составляла 486 м² (45×10,8 м), повторность 4-кратная в пространстве и 3-кратная во времени. Ежегодно кроме учета урожая основной продукции по каждой культуре определяли количество побочной, пожнивных и корневых остатков и их соотношение, а также рассчитывали уравнения корреляции по имеющимся 12 показателям [3].

Одновременно с оставлением измельченной соломы и другой побочной продукции вносили азот в дозе 20 кг/га.

Почва – чернозем южный, тяжелосуглинистый с содержанием гумуса 4,43 %, содержание легкогидролизуемого азота в 0…30 см слое составляло 4,2 мг/100 г почвы, подвижного фосфора (по Мачигину) – 2,4 мг/100 г, подвижного калия на пламенном фотометре – 22,3 мг/100 г, среднемноголетнее количество осадков – 367 мм, приход ФАР за май–сентябрь – 1369 МДж/м².

При сравнении различных видов севооборотов в 1-ой ротации (табл. 1) можно отметить положительное влияние на урожайность чистого пара и посева озимых по пару: средняя урожайность зерновых по севообороту составила 14,9 ц/га, причем положительное последействие пара прослеживалось в течение 5-и лет и урожайность в зернопаровом звене из пяти полей без пропашных достигала 17,6 ц/га.

Многочисленные обработки в чистом пару обеспечивают уничтожение не только сорняков [4], но и вредителей, а также очаги болезней [5, 6, 7]. В посевах яровой пшеницы (четвертая культура после пара) в севообороте I численность корнеотпрысковых сорняков была меньше, чем в вариантах с занятым паром, в 12,5...7,9 раза, а воздушно-сухая масса – в 1,9...4,0 раза [8].

В севооборотах с занятым паром летним посевом суданской травы (II) средняя урожайность зерновых составила 11,7 ц/га, с ячменем и горохом на сенаж (VI) – 10,3 ц/га. Включение в севооборот

1. Урожайность и поступление органического вещества в почву после уборки культур в различных севооборотах первой ротации (1992–2001 гг.), т/га

Севооборот	Культуры по полям	Абсолютно-сухое вещество, т/га					Урожайность, т/га	
		солома	пожнивные остатки	корневые остатки	отава	биомасса всего	зерно	зеленая масса / сухое вещество
I	1.пар черный	–	–	–	–	–	–	
	2.озимая рожь	5,24	2,32	3,26		10,82	3,16	
	3.просо	–	1,28	5,94		7,22	1,44	
	4.яровая пшеница твердая	1,41	0,67	4,12		6,20	0,76	
	5.ячмень	–	0,57	2,92		3,49	1,7	
	6.кукуруза на силос	–	1,75	4,35		6,10	–	16,1/4,42
	7.яровая пшеница	1,34	0,68	2,10		4,12	0,70	
	8.подсолнечник на масло-семена	4,66	–	1,55		6,21	1,17	
II	1.суданская трава – летний посев	–	1,94	3,95	0,13	8,02		21,1/5,35
	2.яровая пшеница твердая	1,61	0,74	4,9		7,25	1,88	
	3.просо	–	1,26	5,56		6,82	1,25	
	4.яровая пшеница мягкая	1,31	0,67	4,28		6,22	0,76	
	5.ячмень	–	0,40	2,54		2,94	1,69	
	6.суданская трава на сено	–	1,05	2,69	0,66	4,40	–	1,15/3,07
	7.яровая пшеница	1,08	0,63	1,59		3,30	0,62	
	8.гречиха	2,05	0,68	2,61		5,34	0,83	
III	1.суданская трава + донник	–	1,60	4,03		5,63		18,4/4,79
	2.донник на зеленую массу	–	1,64	4,87	0,08	6,59		12,6/3,28
	3.просо	–	1,25	4,32		5,57	1,53	
	4.яровая пшеница мягкая	1,37	0,71	3,20		5,78	0,71	
	5.ячмень	–	0,45	2,71		3,16	1,63	
	6.нут	0,83	0,51	1,36		2,70	0,92	
	7.яровая пшеница	1,07	0,59	1,68		3,34	0,71	
	8.сорго на зерно	1,49	0,41	2,05		3,95	2,56	
IV	1.кукуруза на зерно	3,74	2,62	1,67		8,03	4,04	
	2.яровая пшеница мягкая	1,40	0,55	3,47		5,42	1,28	
	3.гречиха	2,30	0,96	3,70		6,96	0,86	
	4.яровая пшеница мягкая	1,54	0,69	4,01		6,24	0,79	
	5.ячмень	–	0,48	2,85		3,54	1,65	
	6.суданская трава летнего посева	–	1,17	2,98		4,15		13,1/3,21
	7.яровая пшеница	1,16	0,65	1,52		33,3	0,65	
	8.ячмень	–	0,63	1,33		1,96	1,74	
V	1.ячмень на зерно + донник	–	0,60	3,52		4,12	1,42	
	2.донник	–	1,76	5,03		6,79		15,3/3,86
	3.просо	–	1,33	4,47		5,80	1,42	
	4.яровая пшеница мягкая	1,36	0,77	3,35		5,48	0,78	
	5.ячмень	–	0,51	3,30		3,81	1,53	
	6.сорго на зерно	0,7	0,75	5,80		7,25	2,89	
	7.яровая пшеница	1,25	0,60	4,72		3,57	0,66	
	8.овес	–	0,59	1,32		1,91	1,39	
VI	1.ячмень + горох на сенаж	–	1,06	4,39	–	5,43		25,8/7,61
	2.яровая пшеница мягкая	1,29	0,36	4,68	–	6,33	1,15	
	3.просо		1,30	5,33		6,63	1,32	
	4.яровая пшеница мягкая	1,22	0,66	3,96		5,84	0,76	
	5.ячмень		0,51	3,30		3,81	1,65	
	6.горох	1,45	0,43	3,35		5,23	0,63	
	7.яровая пшеница	1,27	0,61	1,84		3,72	0,65	
	8.суданская трава на семена	2,13	0,65	2,31		5,09	0,85	
VII	1.ячмень + многолетние травы		1,02	3,61		4,63		8,25/2,09
	2.многолетние травы		3,91	6,77		10,68		15,6/3,86
	3.многолетние травы		2,13	9,44		11,57		9,5/2,36
	4.многолетние травы		0,81	14,13		14,94		15,1/3,71
	5.многолетние травы		0,78	10,39		11,17		8,0/1,99
	6.многолетние травы		1,02	9,73		10,75		7,4/2,75
	7.просо		0,91	2,72		3,64	1,34	
	8.яровая пшеница	1,84	0,79	2,02		4,65	0,76	

кукурузы и сорго на зерно (IV, V) повышало урожайность зерновых соответственно до 15,7 и 14,4 ц/га благодаря высокой продуктивности этих культур.

Самыми урожайными кормовыми культурами показали себя кукуруза на силос и зерно, сорго на зерносенаж, суданская трава и зерносмеси на сенаж. Многолетние травы уступали им по продуктивности, но давали самый дешевый корм и обладали самой высокой противоэрозионной способностью, поэтому их следует размещать в зернотравяных севооборотах на ограниченно пахотнопригодных эрозионных землях и в травопольных на эрозионных участках.

Наибольшее количество пожнивных и корневых остатков отмечали после многолетних трав – 11,2 т/га (на пятом году жизни), сорго зернового – 6,5, донника – 6,5, просо – 5,8, гречихи – 4,8 озимой ржи – 5,6, яровой пшеницы – 4,0, гороха – 3,8, кукурузы на силос – 4,5, ячменя – 3,5, овса – 2,7, нута – 1,9 т/га.

При внесении соломы, листостебельной массы и отавы общее поступление в почву органического вещества у озимой ржи достигает 10,8 т/га, сорго зернового – 5,8, кукурузы на зерно – 8,0, гречихи – 7,0, донника – 6,8, яровой пшеницы – 6,2 и гороха – 5,2 т/га, многолетних трав 5-го года пользования – 10,75 т/га.

Как показали исследования отечественных и зарубежных ученых, систематическое внесение соломы и пожнивно-корневых остатков зерновых и зернобобовых культур сопровождалось достоверным увеличением содержания почвенного органического вещества, в том числе его лабильных, легкоразлагаемых компонентов [9, 10, 11].

Органическое вещество – главный энергетический материал для жизнедеятельности почвенной микрофлоры и имеет важнейшее значение в регулировании биологической активности почвы [12, 13]. В нашем опыте в фазе кущения яровой твердой пшеницы после озимой ржи по пару, солому которой заделывали в почву, численность сапрофитных бактерий в слое 0...30 см почвы составила 40,1 млн/г, грибов – 12,7 тыс./г. К концу третьей ротации севооборота содержание гумуса возросло с 4,4 % до 5,0 %

В опыте с пятипольными севооборотами (табл. 2) нут среди зернобобовых благодаря высокой засухоустойчивости превосходил горох по урожайности в 1,4 раза, а из крупяных – просо гречиху в 2 раза. Урожайность яровой пшеницы в четвертом поле повышалась при размещении после гречихи, сорго на зерносенаж и кукурузы, по сравнению с повторным посевом, соответственно на 38, 35 и 31 %, после нута – на 27 %, после гороха и проса – на 24 %.

В третьей ротации севооборотов, в которой по пару высевали различные озимые и яровые культуры самой экономически выгодной по пару была озимая пшеница, рентабельность составила 54,6 %, у озимой ржи – 49,4 % и на третьем месте был горох – 45,0 %.

В третьем поле яровая пшеница обеспечила наибольший урожай после гороха – 15,1 ц/га, озимой ржи – 14,3 и озимой пшеницы – 13,8 ц/га (табл. 3). Культуры в четвертом поле расположились в следующем поряд-

2. Урожайность и поступление органических остатков в почву после уборки культур в различных севооборотах второй ротации (2001–2006 гг.), ц/га

Севооборот	Основная обработка	Фон удобрений	1…2 поле (пар – озимая пшеница, 2001–2003 гг)			3 поле (2002–2004 гг.)					4 поле (яровая пшеница, 2003–2005 гг.)			5 поле (2004–2006 гг.)				
			зерно	солома	пожнивные и корневые остатки	культура	зерно	зеленая масса	солома	пожнивные и корневые остатки	зерно	солома	пожнивные и корневые остатки	культура	зерно	зеленая масса	солома	пожнивные и корневые остатки
I	вспашка	0				нут	11,6	–	10,4	24,4	6,6	17,4	35,5	ячмень	7,1	–	–	17,3
		N_{20}	21,1	46,4	24,2		12,5	–	11,3	26,4	7,0	15,5	35,7		8,5	–	–	19,0
	минимальная	0					10,3	–	9,3	21,7	5,8	15,8	34,8		7,8	–	–	18,2
		N_{20}					9,8	–	88,8	20,7	6,6	11,9	35,5		8,3	–	–	18,8
II	вспашка	0				яровая	7,7	–	12,0	36,4	5,5	13,2	34,5	судан-	6,9	–	–	28,7
		N_{20}	19,8	55,4	30,6	пшени-	10,5	–	14,3	38,7	5,8	14,1	34,8	ская	6,0	–	–	27,3
	минимальная	0				ца	7,6	–	11,9	36,3	5,6	25,1	34,6	трава на	5,7	–	–	26,9
		N_{20}					8,0	–	12,2	36,6	6,3	15,0	35,2	семена	4,8	–	–	25,5
III	вспашка	0				горох	7,2	–	11,5	30,0	5,5	14,1	34,5	судан-	–	153	–	47,8
		N_{20}	17,3	50,6	23,9		9,0	–	14,4	37,6	6,8	17,5	35,6	ская	–	152	–	49,6
	минимальная	0					6,8	–	11,0	28,4	6,5	14,8	35,3	трава на	–	130	–	48,1
		N_{20}					6,4	–	10,2	26,8	5,7	18,2	34,7	сено	–	140	–	51,7
IV	вспашка	0				кукуру-	–	161	–	33,7	6,9	16,7	35,7	гречиха	5,3	–	7,4	46,9
		N_{20}	16,9	–	–	за на	–	178	–	35,7	7,2	16,1	35,8		6,3	–	9,2	55,0
	минимальная	0				силос	–	158	–	32,7	6,1	17,9	45,2		5,3	–	7,4	46,9
		N_{20}					–	166	–	34,1	6,7	20,5	35,4		5,0	–	6,8	44,5
V	вспашка	0				гречиха	5,5	–	14,1	48,6	6,9	24,0	35,7	овес	8,5	–	–	16,2
		N_{20}	18,0	52,6	32,0		5,9	–	14,7	51,7	7,6	24,9	36,1		9,9	–	–	18,1
	минимальная	0					5,0	–	13,2	44,5	5,8	23,6	35,2		7,4	–	–	14,8
		N_{20}					4,3	–	12,0	38,8	6,8	16,7	35,4		6,3	–	–	13,4
VI	вспашка	0				сор-	–	100	–	23,0	7,4	22,4	36,1	яровая	7,0	–	11,4	32,7
		N_{20}	18,2	43,8	20,9	го на	–	106	–	25,2	7,4	18,8	36,1	пшеница	7,3	–	11,6	33,0
	минимальная	0				зерно–	–	100	–	23,0	6,6	18,7	35,5		6,9	–	11,3	32,6
		N_{20}				сенаж	–	92	–	21,2	6,8	20,9	45,0		7,0	–	11,4	32,7
VII	вспашка	0				просо	10,3	–	–	40,2	6,2	14,9	35,1	под-	13,6	–	66,6	6,7
		N_{20}	18,2	42,2	33,3		12,6	–	–	49,0	6,8	14,7	35,6	солнеч-	14,2	–	69,9	7,0
	минимальная	0					9,8	–	–	38,1	6,8	15,6	35,6	ник на	11,5	–	56,4	5,6
		N_{20}					9,5	–	–	37,0	6,3	16,8	35,2	семена	12,3	–	60,3	6,0

ке: кукуруза на зерно – 24,6 ц/га, овес – 16,8, просо – 14,4, горох – 12,9, нут – 10,5, гречиха – 4,1 ц/га. В последнем шестом поле хорошо проявили себя ячмень, овес и подсолнечник, заметно превзошедшие яровую пшеницу и гречиху.

При оценке сравнительной продуктивности севооборотов в целом заметное преимущество показал первый (с озимой рожью и кукурузой на зерно) – 17,7 ц/га, на втором месте был севооборот озимой пшеницей по пару, просом в четвертом поле между яровой пшеницей, овсом в заключительном поле севооборота – 13,2 ц/га, близко к нему был седьмой севооборот с горохом по пару и овсом в четвертом поле – 12,6 ц/га.

В севообороте с двумя озимыми пшеницами по пару и яровыми пшеницами после озимых урожайность по 4 полям составила 11,6 ц/га, что было ниже, чем в шестипольных севооборотах с озимыми после пара из-за крайне неблагоприятных условий для перезимовки в течение двух лет из шести.

В последние годы в связи с зерновой специализацией мелкотоварных хозяйств большой вред в степных районах наносят корневые гнили, вызываемые в основном гельминтоспориозными и фузариозными грибами [14]. Распространенность и развитие их в посевах яровой пшеницы были ниже в паровом звене, где ее размещали в третьем поле (втором после пара), причем лучше проявляли себя в качестве предшественников нут и горох. Распространенность корневых гнилей после них составляла соответственно 25,9 и 23,2 %, развитие – 9,6…8,6 %, против соответственно 37,2 % и 14,2 % в варианте с повторным посевом после яровой пшеницы. В заключительном звене севооборота более низкую распространенность корневой гнили в посевах яровой пшеницы отмечали после овса – 39,4 %, кукурузы – 41,2 и гороха – 42,7 %, развитие болезни в этих вариантах составляло соответственно 18,9; 19,2 и 19,9 %.

Ведущее звено в борьбе с сорняками – чистый пар с последующим посевом озимых, почти полностью подавляющих малолетние виды, численность которых в посевах ржи составляла 0,3 шт./м^2, пшеницы – 2,2 шт./м^2, в то же время в посевах яровой пшеницы по пару их число достигало 393 шт./м^2, гороха – 260 шт./м^2 (табл. 3). Засоренность многолетними сорняками перед уборкой озимой ржи составляла 1,7 шт./м^2, озимой пшеницы – 4,8 шт./м^2. При посеве по пару яровых культур величина этого показателя, несмотря на дополнительную культивацию весной перед посевом, составляла 4,7…5,5 шт./м^2, и лишь у нута в результате двух предпосевных обработок весной она снижалась до 0,9 шт./м^2. Таким образом, при освоении 5…6-польных севооборотов с чистым паром и технологией ухода за ним, обеспечивающей посев озимых с высокой конкурентной способностью, введение в севооборот культур с поздними сроками сева и двумя предпосевными обработками позволяет обойтись без гербицидов и тем самым снизить экологическую нагрузку на почву и урожай.

Количество и качество растительного материала, оставляемого после уборки культур, во многом определяют режим органического вещества в почве, а вместе с ним условия минерального питания, агрофизические и биологические свойства, а также фитосанитарную ситуацию. При внесении соломы в качестве удобрения вынос азота с урожаем и, соответственно, потребность в минеральных формах этого элемента для его компенсации уменьшится у озимой ржи и озимой пшеницы на 42 и 46 %, яровой твердой пшеницы и мягкой – на 35 и 47 %, гречихи – на 64, гороха и нута –

3. Урожайность, поступление органического вещества в почву после уборки и засоренность посевов в различных севооборотах третьей ротации каждой культуры за 2005–2012 гг.

Севооборот	Чередование культур	Сбор, ц/га					Численность сорняков перед уборкой (в числителе – всего, в знаменателе – многолетних), шт./м²
		зерна	соломы	пожнивных остатков	корневых остатков	всего	
I	1. пар	–	–	–	–	–	
	2. озимая рожь	27,7	5,15	1,72	2,94	9,81	2/1,7
	3. яровая пшеница	14,3	1,72	0,54	1,36	3,62	86/3,1
	4. кукуруза на зерно	24,6	3,69	2,53	0,42	6,69	39/3,4
	5. яровая пшеница	12,0	1,40	0,55	1,76	3,71	284/0,8
	6. ячмень	10,1	1,38	0,34	0,98	1,72	151/1,0
	По севообороту	17,7	13,34	5,68	7,46	25,55	
II	1. пар	–	–	–	–	–	
	2. озимая пшеница	18,2	3,24	1,04	1,55	5,83	7/4,8
	3. яровая пшеница	13,8	1,66	0,52	1,31	3,79	89/2,9
	4. просо	14,4	1,73	0,78	2,15	4,65	158/5,5
	5. яровая пшеница	12,0	1,44	0,56	1,82	3,82	150/1,6
	6. овес	7,6	1,60	0,62	1,04	3,26	63/0,9
	По севообороту	13,2	9,67	3,52	7,87	21,06	
III	1. пар	–	–	–	–	–	
	2. озимая пшеница	16,2	2,88	0,92	1,38	5,18	
	3. яровая пшеница	14,4	1,73	0,55	1,37	3,65	
	4. пар чистый	–	–	–	–	–	
	5. озимая пшеница	12,1	2,14	0,69	1,54	4,37	
	6. яровая пшеница	3,5	1,43	0,24	0,76	2,43	
	По севообороту	9,2	8,18	2,80	5,05	15,63	
IV	1. пар	–	–	–	–	–	
	2. яровая пшеница твердая	9,2	0,91	0,42	0,87	2,20	398/4,7
	3. яровая пшеница	12,1	1,44	0,46	1,45	3,35	217/1,2
	4. горох	12,9	2,54	0,59	2,54	5,67	342/6,7
	5. яровая пшеница	11,9	1,43	0,55	1,80	3,77	95/0,6
	6. ячмень	9,9	1,37	0,34	0,96	9,67	149/1,1
	По севообороту	11,2	7,69	2,36	7,60	17,61	
V	1. пар	–	–	–	–	–	
	2. яровая пшеница мягкая	12,5	1,50	0,48	1,19	3,17	
	3. яровая пшеница	11,6	1,39	0,44	1,10	2,93	
	4. нут	10,5	1,09	0,49	0,82	2,40	
	5. яровая пшеница	10,6	1,36	0,53	1,62	2,61	
	6. ячмень	9,8	1,36	0,39	0,96	1,61	
	По севообороту	11,0	6,68	2,28	5,89	13,77	
VI	1. пар	–	–	–	–	–	
	2. нут	12,1	1,09	0,61	1,35	3,05	191/0,9
	3. яровая пшеница	12,1	1,42	0,43	1,17	3,02	230/3,3
	4. гречиха	4,1	1,09	0,49	0,82	2,40	372/2,4
	5. яровая пшеница	10,5	1,28	2,50	1,63	3,41	150/1,1
	6. подсолнечник	5,8	–	2,26	0,41	2,67	19/1,3
	По севообороту	8,9	4,88	4,29	5,44	15,40	
VII	1. пар	–	–	–	–	–	
	2. горох	16,8	2,59	1,01	1,98	5,58	265/5,5
	3. яровая пшеница	15,1	1,81	0,57	1,43	3,81	154/3,1
	4. овес	16,8	2,81	0,82	1,86	5,49	174/2,7
	5. яровая пшеница	10,4	1,25	0,49	1,58	3,32	95/1,8
	6. гречиха	3,9	1,22	0,50	1,37	3,09	13/0,2
	По севообороту	12,2	9,68	3,39	8,22	21,29	

на 36 и 27 %, кукурузы – в 2 раза (табл. 4). А вынос фосфора и особенно калия, который содержится в основном в соломе, у зерновых снизится в 1,5 и 3 раза соответственно, а у гречихи и подсолнечника в 2 и 6 раз.

Выводы. По итогам многолетних исследований можно сделать заключение о том, что совершенствование севооборотов на экологических принципах в степной зоне сводится к выращиванию наиболее урожайных культур, с учетом влияния их на плодородие почвы.

Наиболее урожайные и экономически выгодные культуры по пару – озимые пшеница и рожь, а при невозможности их посева – горох весной. В середине севооборота между зерновыми целесообразно высевать кукурузу на силос и зерно, зерновое сорго, нут и просо; которые обеспечивают высокую урожайность, благодаря 2-м предпосевным культивациям очищают поле от сорняков и способствуют фитосанитарному оздоровлению посевов, в частности от корневой гнили. Среди кормовых культур наиболее продуктивны кукуруза, сорго, ячмень с горохом на зерносенаж, суданская трава. Многолетние травы уступают им по выходу кормовых единиц, но поставляют более дешевый корм при 5...6-летнем использовании.

Самое высокое количество органических остатков формируют многолетние травы 6-го года жизни – 10,8 т/га, озимая рожь – 10,8 т/га, кукуруза на зерно – 8,0 т/га, гречиха – 7,0 т/га, донник – 6,8 т/га. При внесении соломы в качестве удобрения вынос азота с урожаем у озимых уменьшается на 42...46 %, фосфора – на 54...57 %, калия – в 3,9...4,4 раза; у яровой пшеницы, ячменя и овса – соответственно на 26...47, 31...62 % и в 2,8...3,6 раза; у гречихи и подсолнечника – на 64...74, 92...114 % и в 5,9...6,5 раза.

Литература.

1. Почвозащитные мероприятия при возделывании полевых культур в системе контурно-полосной организации эрозионно опасного склона / А.Е. Мищенко , Н.Н. Кисс, Э.А. Гаевая и др. // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 2. С. 49-53.

2. Оптимальные чередования сельскохозяйственных культур в севооборотах плакорных агроландшафтов юго-востока Центрально-Черноземного района /

4. Вынос азота, фосфора и калия с урожаем сельскохозяйственных культур (1992-2008 гг.)

Культура	Продукция	Вынос, кг/т			Соотношение зерна к соломе	Вынос на 1 т зерна с учетом соломы*		
		N	P_2O_5	K_2O		N	P_2O_5	K_2O
Озимая рожь	зерно	26,7	6,8	6,4	1,0 : 1,77	37,9	10,7	28,0
	солома	65	2,2	11,1		142	157	437
Озимая пшеница	зерно	28,0	8,5	6,0	1,0 : 1,86	40,9	13,1	23,2
	солома	6,5	2,5	11,2		146	154	387
Яровая пшеница мягкая	зерно	27,2	9,3	6,6	1,0 : 1,2	39,9	12,5	20,0
	солома	10,2	2,7	11,2		147	134	303
Яровая пшеница твердая	зерно	31,0	9,9	6,1	1,0 :1,0	41,7	13,0	17,2
	солома	10,7	3,1	11,1		135	131	282
Ячмень	зерно	25,8	5,5	5,3	1,0 : 1,1	34,5	8,4	17,0
	солома	8,0	2,7	11,3		134	153	321
Овес	зерно	33,2	6,1	6,8	1,0 : 1,3	44,8	9,9	24,7
	солома	8,9	2,9	13,8		126	162	363
Просо	зерно	21,2	6,1	5,1	1,0 : 1,34	30,5	9,2	28,0
	солома	6,9	2,3	15,8		144	151	543
Гречиха	зерно	20,9	7,4	6,8	1,0 : 1,57	34,4	14,2	40,4
	солома	8,6	4,3	21,4		164	192	594
Горох	зерно	43,6	9,5	13,4	1,0 : 1,40	59,6	12,8	44,5
	солома	11,2	2,4	22,2		136	135	332
Нут	зерно	31,6	7,9	12,5	1 : 0,7	39,4	9,8	29,2
	солома	11,2	2,7	23,9		127	124	234
Подсолнечник	зерно	25,8	6,9	12,5		44,9	14,8	81,0
	стебли + корзинки	6,6	2,7	23,8	1,0 : 2,9	174	214	648
Кукуруза на зерно	зерно	18,7	7,3	5,9	1,0 : 1,2	39,1	9,8	31,8
	листостебельная масса	17,0	2,1	21,6		209	134	539
Сорго на зерно	зерно	21,3	7,3	4,9	1,0 : 0,93	28,5	10,7	18,0
	листостебельная масса	7,7	3,6	14,1		134	146	367

**в числителе – всего, кг; в знаменателе – к выносу только с зерном, %.*

В.И. Турусов, В.М. Гармашов, О.А. Абанина и др. // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 2. С. 54-57.

3. Кислов А. В. Биологизация земледелия и ресурсосберегающие технологии в адаптивно-ландшафтных системах степной зоны Южного Урала. Оренбург: Изд. Центр ОГАУ, 2012. 283 с.

4. Чуманова Н. Н. Оценка влияния предшественников на сорный компонент агрофитоценоза // Вестник Кемеровского государственного сельскохозяйственного института. 2014. № 5. С. 78-83.

5. Баздырев Г. И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии. М.: МСХА, 1995. 283 с.

6. Захаренко А. В. Теоретические основы управления сорным компонентом агрофитоценозов в системах земледелия. М.: Изд-во МСХА, 2000. 468 с.

7. Кислов А. В. Основные направления минимализации обработки почвы и экологизация севооборотов на Южном Урале // Аграрная наука и образование в условиях становления инновационной экономики: материалы межд. науч.-практ. конф. Ч. 1. Оренбург, 2012. С. 52–71.

8. Кислов А. В. Биологизация и проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия в степной зоне Южного Урала и Поволжья: учебное пособие. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2015. 268 с.

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

10. Шариков И. Н. Разложение меченой 14С пшеничной соломы в субстратах различного гранулометрического состава // Почвоведение. 2014. № 4. С. 485–488.

11. Семёнов В. М., Когут Б. М. Почвенное органическое вещество. М.: ГЕОС, 2015. 238 с.

12. Saffih-Hdadi K., Mary B. Modeling consequences of straw residues export on soil organic carbon // Soil Biologie Biochemistry. 2008. Vol. 40. Iss. 3. Pp. 594–607.

13. Influence of crop resique management, cropping system and N fertilizer on soil N and C dynamis and sustainable wheat (Triticum aestivum L.) production / J. Bakht, M. Shafi, M.T.Jan, etc. // Soil and Tillage Research. 2009. Vol. 104. Iss. 2. Pp. 233–240.

14. Разина А. А., Дятлова О. Г. Влияние способов основной обработки почвы в различных вариантах пара на распространенность и развитие корневой гнили в посевах яровой пшеницы // Земледелие. 2017. № 6. С. 40–42.

Ecology Modeling of Crop Rotations and Biological Reproduction of Soil Fertility in the Steppe Area of the South Urals

A. V. Kislov, A. P. Glinushkin, A. V. Kashcheev, G. V. Sudarenkov
All-Russian Research Institute of Phytopathology, ul. Institut, vl. 5, r. p. Bol'shie Vyazemy, Odintsovskii r-n, Moskovskaya obl.,143050, Russian Federation

Abstract. *Studies on the development of ecological principles for the improvement of crop rotations, taking into account crop yields, the introduction of organic residues into the soil after harvesting and the impact on the phytosanitary state of crops, were conducted in the steppe zone of the Southern Urals in 1992–2015. The soil was south chernozems, heavy loamy, with humus content of 4.43%. Seven crop rotations during the first cycle were compared. The highest yield of cereals were registered in a five-field section of a grain-fallow crop rotation (1.76 t/ha); the addition of a row section and increase in the number of fields to 8 pieces reduced the productivity to 1.49 t/ha. The average productivity of cereals in 8-field crop rotations was 1.17 and 1.03 t/ha in crop rotations with a seeded fallow with summer sowing of Sudan grass and grain mixture for haylage, respectively. Winter crops, due to their high competitiveness almost completely clean the field of weeds: the number of annual and biennial species of weeds in winter rye crops before harvesting was 0.3 pcs/m2, of perennial species – 1.7 pcs/m2. Corn, sorghum, Sudan grass and grain mixtures for haylage were the most productive forage crops; perennial grasses were much inferior to them in terms of productivity, but they had the lowest cost in the case of 5–6 years of use. Perennial grasses, winter rye, corn for grain, buckwheat, melilot supply the greatest amount of organic residues into the soil (10.8, 10.8 t/ha, 0.8, 7.0, 6.8 t/ha, respectively). When straw was introduced as a fertilizer, the removal of nitrogen with a yield of winter crops reduced by 42–46%, phosphorus – by 54–57% and potassium – 3.9–4.4 times; of spring cereals (wheat, barley and oat) – by 26–27%, 31–62%, 2.8–3.6 times, respectively; and in buckwheat and sunflower – by 64–74%, 92–114% and 5.9–6.5, correspondingly.*

Keywords: *crop rotations; crop productivity; crop residues; root residues; straw; ecological principles; improvement of crop rotations.*

Author Details: *A. V. Kislov, D. Sc. (Agr.), leading research fellow; A. P. Glinushkin, D. Sc. (Agr.), director (e-mail: glinale@mail.ru); A. V. Kashcheev, Cand. Sc. (Agr.), agronomist-economist; G. V. Sudarenkov, master, deputy head of division.*

For citation: *Kislov A. V., Glinushkin A. P., Kashcheev A. V., Sudarenkov G. V. Ecology Modeling of Crop Rotations and Biological Reproduction of Soil Fertility in the Steppe Area of the South Urals. Zemledelie. 2018. No. 6. Pp. 6–10 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10602.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10603
УДК 631.58:631.582

Методология проектирования севооборотов и оптимальной структуры посевных площадей в адаптивно-ландшафтном земледелии (на примере Центрального Черноземья)

А. С. АКИМЕНКО, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: vniizem@mail.ru)
Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии, ул. Карла Маркса, 70б, Курск, 305021, Российская Федерация

Цель исследования – улучшение качества проектов для устойчивого производства продукции полеводства на основе анализа методов проектирования на предшествующих этапах развития систем земледелия и обширного экспериментального материала (собственного и по публикациям), полученного в многолетних стационарных опытах. Первоочередное требование к разработке названных проектов – анализ условий агроландшафта сельхозпредприятий. Их экспертиза посредством нормативных ограничений по степени эрозионной опасности и соответствию качества участков пашни требованиям полевых культур позволяет выявить возможные варианты специализации. Эти сведения, наряду с экспериментальными данными о месте и доле конкретных культур в севооборотах, используют и при составлении эколого-экономико-математической задачи для определения базисного варианта оптимальной (соответственно специализации) структуры посевных площадей, а также при рассмотрении вариантов территориальной организации системы севооборотов. Зависящие от последней целесообразные варианты схем севооборотов количественно оценивают на основе информационно-энергетического анализа. Последний базируется на закономерностях накопления посевами энергии в связи с расходом воды и выносом элементов минерального питания. При испарении посевами 1 мм (10 т/га) воды, обеспеченном необходимым выносом элементов минерального питания (не менее 0,295 кг N и 0,125 кг P_2O_5, около 0,3 кг K_2O), в фитомассе запасается 0,567 ГДж энергии; количество энергии в товарной и побочной частях равно (в ГДж) сумме выноса (в кг) K_2O с половиной выносов N и P_2O_5. Точность прогноза урожайности культур и продуктивности севооборотов снижается во времени по мере несоблюдения закона возврата. В нашем стационарном опыте превышение продуктивности севооборотов со средним уровнем удобренности (12 т навоза и $N_{37}P_{37}K_{37}$ на 1 га) относительно низкого (6 т навоза на 1 га севооборота) в пятой ротации увеличилось в 1,7 раза, по сравнению с первой, а точность прогнозных расчетов на слабоудобренном фоне ухудшалась в сторону завышения в 2,0...3,3 раза. Поэтому на заключительном этапе проектирования следует учитывать перспективу хозяйств по воспроизводству плодородия почв.

Ключевые слова: *севообороты, структура посевных площадей, проектирование, энергия, азот, гумус.*

Для цитирования: *Акименко А. С. Методология проектирования севооборотов и оптимальной структуры посевных площадей в адаптивно-ландшафтном земледелии (на примере Центрального Черноземья) // Земледелие. 2018. № 6. С. 11–14. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10603.*

Актуальность темы исследования обусловлена потребностью в разработке таких проектов структуры посевных площадей и севооборотов, реализация которых обеспечит устойчивое производство заданного количества и качества (согласно специализации с использованием планирования на ландшафтно-экологической основе) продукции полеводства при гармонизации земледелия и животноводства [1]. Для этого следует наиболее полно использовать положительные эффекты научно-обоснованного чередования культур [2] и учитывать при проектировании значительно большее количество факторов, чем прежде.

Цель исследования – дополнить, усовершенствовать (при необходимости) и рационализировать сочетание методов, используемых при разработке систем севооборотов (их схем) и формировании структуры посевных площадей применительно к адаптивно-ландшафтному земледелию.

В ходе проведенных исследований сопоставлены целевые установки и методы проектирования на предшествующих этапах развития систем земледелия; проанализирован экспериментальный материал, накопленный в многолетних стационарных опытах научно-исследовательских учреждений Центрального Черноземья (по публикациям) и в стационарном опыте ВНИИЗиЗПЭ по изучению эффективности сочетания антропогенных и биологических удобрительных средств в севооборотах разного вида (заложен всеми полями одновременно в 1991 г. на черноземе типичном с содержанием гумуса в пахотном слое 5,3...5,4 %).

Для составления качественных проектов необходимо использовать ряд обязательных методов (табл. 1).Так, экспериментальный метод, основу которого составляют методически правильно проведенные многолетние стационарные опыты, обязателен в плане получения сведений о месте и сроках возврата культур, а также их доле в севооборотах.

Экспертный анализ результатов обследования агроландшафта, полученных соответствующими стандартными методами [3, 4], служит базисом для выделения пахотных земель в структуре землепользования и последующего разделения пашни на

1. Совокупность, содержание и последовательность применения методов в процессе проектирования

Метод	Решаемые задачи	Результат
Экспериментальный	выявление научных основ чередования культур	обоснованные рекомендации по построению севооборотов
Экспертные:	анализ особенностей агроландшафта	определение доли и качества пашни в землепользовании
нормативно-ограничительный	дифференциация пахотных земель по интенсивности использования	варианты территориальной организации системы севооборотов
сравнительно-аналитический	учет отклика культур на эродированность, физические и физико-химические свойства почв	дополнительные ограничения по возделыванию отдельных культур для уточнения территориальной организации
нормативно-ограничительный	выявление возможных вариантов специализации	определение специализации хозяйства
Эколого-экономико-математическое моделирование	оптимизация структуры посевных площадей	базовый вариант оптимальной структуры посевных площадей
Нормативно-технологический	взаимоувязка системы севооборотов со структурой посевных площадей	окончательный вариант схем севооборотов, их системы и структуры посевных площадей

категории по интенсивности использования (склоны до 2...3°, до и больше 4...5°). Последнее необходимо для предотвращения развития эрозии и обоснованно повышением риска ее возникновения по мере увеличения крутизны склонов и неодинаковой почвозащитной способностью культур. Эта способность убывает в следующей последовательности: многолетние травы, культуры сплошного способа посева, пропашные, чистый пар. Снижение урожайности из-за эродированности почв происходит в обратном направлении. В связи с этим следует соблюдать следующие ограничения: на полях крутизной от 2...3 до 4...5°недопустимы пары и посевы сахарной свеклы, а возделывание других пропашных возможно только при полосном размещении с многолетними травами и культурами сплошного сева; на пашне более 4...5° необходимо вводить травопольные почвозащитные севообороты.

Указанные ограничительные нормы, с учетом сведений о наличии почв с трудноурегулируемыми [5] свойствами с позиций соответствия требованиям отдельных культур (например, картофель относительно хорошо переносит кислотность и отрицательно реагирует на повышение плотности почвы, а для сахарной свеклы предпочтительна нейтральная реакция среды при оптимальных агрофизических показателях), обеспечивают адекватный выбор направлений углубления специализации.

Эколого-экономико-математическое моделирование позволяет преодолеть объективную невозможность постановки строгих экспериментов по системам севооборотов и оптимизировать базовый вариант структуры посевных площадей при соблюдении ограничений по интенсивности использования пашни и рекомендаций по построению севооборотов с учетом внутрихозяйственных потребностей землепользователей [6].

Неизбежна дальнейшая доводка базового варианта структуры посевных площадей в целях ее органической взаимоувязки с системой севооборотов. При выборе схем севооборотов на пашне интенсивного и умеренного использования полезен информационно-энергетический анализ [7] в сочетании с расчетами балансов (воды, элементов минерального питания, гумуса). Основан он на закономерностях потребления посевами ресурсов, обеспечивающих формирование севооборотов по результатам количественной оценки возможных вариантов:

накопление энергии основными культурами полевых севооборотов, независимо от их потребности в тепле и влаге как факторах среды, связано с суммарным (из почвы + осадки) расходом воды – при испарении посевами 1 мм воды, обеспеченном необходимым выносом элементов минерального питания (не менее 0,295 кг N и 0,125 кг P_2O_5, около 0,30 кг K_2O) во всей фитомассе (основная и побочная продукция,корни) запасается 0,567 ГДж энергии;

суммарный расход воды (Р) зависит от влагообеспеченности (М), необходимой для завершения развития растений суммы температур и описывается одинаковым для полевых культур математическим выражением – $P=K_pM$, где K_p – эмпирически установленные и теоретически обоснованные коэффициенты для конкретных культур;

накопление энергии в товарной и побочной частях урожая(порознь и в сумме), независимо от требовательности культур к плодородию почвы, связано с выносом минеральных элементов и равно (в ГДж) сумме выноса (в кг) K_2O с половиной выносов N и P_2O_5, умноженной на содержание сухого вещества (в долях единицы + 0,14).

Отмеченные закономерности при отсутствии чередований, запрещенных по причинам биологического порядка [8], позволяют рассчитывать баланс влаги в севооборотах, а затем урожайность культур (следовательно, и продуктивность пашни), хозяйственный вынос элементов минерального питания и баланс гумуса [7, 9]. Значимость таких расчетов можно проиллюстрировать следующим примером. В чередовании «озимая пшеница – кукуруза на зерно – сахарная свекла» (современные технологии это позволяют), в сравнении страдиционным «пшеница – свекла – кукуруза», урожайность свеклы осталась без изменений, а кукурузы – повысилась [10]. Последнего следовало ожидать на основании известного факта об относительно меньшем увлажнении нижней части корнеобитаемого слоя после глубоко иссушающих почву культур. Эффективность указанного нетрадиционного звена согласно расчетам должна быть значительно выше в лучших по теплообеспеченности (сравнительно с Волго-Вятским регионом) условиях и оно может оказаться перспективным (после экспериментального подтверждения) в крупных ресурсообеспеченных сельхозпредприятиях.

Точность прогноза продуктивности только по итогам расчета балансов влаги в севооборотах с большой долей высокопродуктивных пропашных культур зависит от уровня удобренности. В нашем стационарном опыте она со временем снижалась и была ближе к фактическому значению на более удобренном фоне (табл. 2).

2. Динамика продуктивности севооборотов по ротациям в связи с уровнем удобренности, ГДж/га обменной энергии (стационарный опыт ВНИИЗ и ЗПЭ)

Годы ротации	Внесено на 1 га севооборота						Снижение** относительно более удобренного варианта, %
	6 т навоза			12 т навоза +$N_{37}P_{37}K_{37}$			
	Р*	Ф*	(Р–Ф)/Р, %	Р	Ф	(Р–Ф)/Р, %	
Черный пар, озимая пшеница, сахарная свекла, кукуруза на силос, ячмень							
1992–1996	56,3	54,6	3,0	63,9	62,2	2,8	-12,1
1997–2001	48,2	42,3	12,2	52,8	49,3	6,6	-14,1
2002–2006	53,1	43,9	17,3	62,7	56,2	10,4	-21,9
2007–2011	53,2	40,9	23,1	58,7	49,5	15,7	-17,4
2012–2015	65,0	49,5	23,8	69,9	62,3	10,9	-20,5
Сидеральный пар, озимая пшеница, сах. свекла, кукуруза на силос, ячмень							
1992–1996	55,7	54,1	2,9	62,5	61,3	1,9	-11,7
1997–2001	47,2	44,5	5,7	51,6	50,0	3,1	-11,0
2002–2006	51,9	45,1	13,9	58,4	56,4	3,4	-20,0
2007–2011	50,4	41,1	18,5	55,8	48,6	12,9	-15,4
2012–2015	62,1	49,8	18,8	66,5	62,8	5,6	-20,1
Занятый пар, озимая пшеница, сахарная свекла, горох, ячмень							
1992–1996	59,4	57,5	3,2	63,1	61,5	2,5	-6,5
1997–2001	48,2	45,7	5,2	53,3	50,6	5,1	-9,7
2002–2006	53,0	45,8	13,6	58,8	54,4	7,5	-15,8
2007–2011	50,7	38,7	23,7	53,7	45,9	14,5	-15,7
2012–2015	59,0	46,2	21,7	63,4	56,6	10,7	-18,4

**Р и Ф – соответственно расчетное и фактическое значение*
***по фактической продуктивности.*

Завышение расчетных результатов (наименьшее в севообороте с сидеральным паром) обусловлено отрицательным балансом азота и гумуса во всех вариантах опыта. Это подтверждается последовательным возрастанием во времени разницы в продуктивности в зависимости от уровня удобренности. Так, удвоенное количество отчуждаемого с урожаем азота (кг) равно выходу (ГДж) обменной энергии (умноженный на 1,165 сбор кормовых единиц), а энергосодержание 1 т гумуса равно половине входящего в его состав азота [7,11].

Снижение положительного эффекта от севооборота при нарушении за-

3. Сведения для расчётов при взаимоувязки продуктивности с балансом гумуса в зависимости от поступления азота, ГДж/ га *

Уровень биологизации	Выход обменной энергии		Изменения в содержании гумуса	
	в***	а***	в***	а***
Низкий	23,0…25,0	7,9…9,3	-23,0…-25,0	5,6…5,9
Средний**	25,0…30,0	8,7…10,3	-19,6…-21,5	5,0…5,4

** с минеральными удобрениями и навозом*

*** наличие в севообороте бобовых и (или) сидерального пара*

**** в – продуктивность и расход гумуса в севооборотах без удобрений, ГДж/га, а – коэффициент, ГДж/кг.*

кона возврата наблюдается и в других стационарных опытах [12, 13].

При достаточной с позиций потребности растений тепловлагообеспеченности фактическая продуктивность превышает возможности фонового плодородия (доступные формы азота и зольных элементов) в силу интенсивного потребления растениями конечных и промежуточных продуктов минерализации гумуса. Азот всех видов антропогенных и биологических удобрительных средств используется на прирост продуктивности, сокращение расхода или (в зависимости от уровня удобренности) повышение содержания гумуса.

Анализ данных стационарных опытов ВНИИЗиЗПЭ, Курского НИИ АПП [14], Льговской опытной станции [15], Белгородского НИИСХ [16], НИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева [17] и Воронежского ГАУ [18] показал, что в свекловичных (20….25 % этой культуры) севооборотах продуктивность (У) пашни (в ГДж обменной энергии), сокращение расхода или прирост энергосодержания гумуса в зависимости от доз(в кг д.в. на 1 га пашни) азота (Х) можно с точностью до 25 % рассчитать по уравнению У=в+аlnХ (пояснения для проведения расчётов в табл. 3).

Фактическая эффективность севооборотов – следствие согласованности между всеми элементами системы земледелия конкретных хозяйств [19], что обусловливает неизбежность использования нормативно-технологического метода на заключительном этапе проектирования. Так, структура посевных площадей, обоснованная с позиций наиболее полного использования климатических ресурсов в севооборотах, может оказаться в течение неопределенного времени неэффективной из-за несоблюдения технологий вследствие недостаточной технической вооруженности по причине неблагоприятного финансового состояния предприятий. Поэтому не исключена вероятность пересмотра отдельных решений при разработке окончательного варианта системы севооборотов в тех случаях, когда они не обусловлены нормативными ограничениями. На этапе взаимоувязки системы севооборотов со структурой посевных площадей целесообразно учитывать «коэффициенты» предшественников (относительное их влияние на последующие культуры) для обеспечения озимых надежными предшественниками.

Заключение. Таким образом, для разработки системы севооборотов и оптимальной структуры посевных площадей при освоении сельхозпредприятиями адаптивно-ландшафтной системы земледелия следует практиковать сочетание обязательных методов, основой для согласования которых служат особенности агроландшафта, решающим образом влияющие на выбор специализации. Последовательная нисходящая методология проектирования с уточнением принятых ранее решений при условии воспроизводства плодородия обеспечивает комплиментарность хозяйственных и природоохранных задач.

Литература.

1. Кирюшин В. И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. 2018. № 3. С. 3–7.

2. Лошаков В. Г. Севооборот и плодородие почвы. М.: Изд. ВНИИА, 2012. 512 с.

3. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв сельскохозяйственного назначения / под редакцией Л. М. Державина, Д. С. Булгакова. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. 240 с.

4.Методика проектирования базовых элементов адаптивно-ландшафтных систем земледелия / Г. Н. Черкасов, Н. П. Масютенко, А. С. Акименко и др. М.: Россельхозакадемия, 2010. 85 с.

5. Агроэкологическая оценка земель, проектирование АЛСЗ и агротехнологий: методическое руководство / под редакцией В. И. Кирюшина и А. Л. Иванова. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. 783 с.

6. Новые схемы севооборотов и усовершенствованная структура посевных площадей для хозяйств зерно-свеклоскотоводческой специализации Центрального Черноземья / Г. Н. Черкасов, А. С. Акименко, В. И. Свиридов и др. Курск: ГНУ ВНИИЗ и ЗПЭ РАСХН, 2006. 36 с.

7. Акименко А. С. Методика использования ресурсов в земледелии на основе информационно-энергетического анализа / под редакцией В. М. Володина. Курск: Изд. ЮМЭКС, 2000. 76 с.

8. Лобков В. Т. Почвоутомление при выращивании полевых культур. М.: Колос, 1994. 112 с.

9. Акименко А. С. Программирование продуктивности севооборотов // Достижения науки и техники АПК. 2005. № 1. С. 9–11.

10. Влияние сахарной свеклы и кукурузы на продуктивность плодосменного севооборота / Н. А. Кириллов, А. И. Волков, Л. Н. Прохорова и др. // Сахарная свекла. 2014. № 6. С. 42–44.

11. Черкасов Г. Н., Акименко А. С. Основы модернизации севооборотов и формирования их систем в соответствии со специализацией хозяйств Центрального Черноземья // Земледелие. 2017. № 4. С. 3–5.

12. Минакова О. А., Тамбовцева Л. В., Александрова Л. В. Динамика показателей продуктивности сахарной свеклы в 1996 – 2008 гг. при применении удобрений в стационарном опыте // Докучаевское наследие: итоги и перспективы развития научного земледелия в России: сборник. Каменная Степь: Истоки, 2012. С. 126–129.

13. Лазарев В. И., Золотарева И. А., Хижняков А. Н. Эффективность влияния отдельных видов минеральных удобрений и их сочетаний на продуктивность культур зернопропашного севооборота // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 3. С. 46–51.

14. Лазарев В. И. Динамика эффективного плодородия типичных черноземов в различных агроэкосистемах в условиях Курской области // Агрохимия. 1997. № 6. С. 5–9.

15.Ступаков А. Г., Дубич А. В. Система удобрения культур зерносвекловичного севооборота при бездефицитном балансе гумуса в почве в связи с симбиотическим азотом // Теория и практика использования агрохимических средств в современном земледелии Центрально-Черноземных областей России: сборник. Белгород: Крестьянское дело, 2002. С. 173–183.

16. Соловиченко В. Д., Тютюнов С. И., Уваров Г. И. Воспроизводство плодородия почв и рост продуктивности сельскохозяйственных культур Центрально-Черноземного региона. Белгород: Отчий край, 2012. 255 с.

17. Турусов В. И. Научно-обоснованные севообороты – основа рационального использования почв и воспроизводства плодородия // Сб. Почвозащитное земледелие в России. Курск: Изд. ВНИИЗ и ЗПЭ, 2015. С. 6–12.

18. Дедов А. В., Придворев Н. И., Кузнецова Л. П. Воспроизводство плодородия черноземов в севообороте // Земледелие. 2013. № 4. С. 5–7.

19. Лошаков В. Г., Иванов Ю. Д. Нормативно-технологические основы проектирования и оценки эффективности севооборотов в Центральном регионе Российской Федерации: учебно-методическое пособие. М.: Изд. МСХА, 2004. 58 с.

Methodology of Designing Crop Rotations and Optimal Structure of Sown Areas in Adaptive Landscape Agriculture (by the Example of the Central Chernozem Region)

A. S. Akimenko

All-Russian Research Institute of Farming and Soil Protection from Erosion, ul. Karla Marksa, 70 b, Kursk, 305021, Russian Federation

Abstract. *The aim of the research was to improve the quality of projects for the stable output of field husbandry products on the basis of an analysis of design methods at the previous development stages of agriculture systems and extensive experimental material, obtained in long-term stationary tests. The first obligatory requirement for the development of these projects is an analysis of agro-landscape conditions of particular agricultural enterprises. The expert examination of the enterprises ensures the reveal of probable variants of specialization by means of the common standard limitations concerning to the risk level of erosion and compliance of quality of arable plots with the crop requirements. This information together with the experimental data about the place and share of certain crops in crop rotations is used when making an ecological, economic and mathematical task in order to determine a basic variant of the optimal (corresponding to the specialization) structure of crop areas, and when considering the alternatives of the territorial arrangement of a crop rotation system. Expedient alternatives of a crop rotation schemes, depending on the latter, are estimated on the basis of information and energy analysis, which is based on the regularities of energy accumulation by crops in the connection with the water flow rate and loss of mineral nutrients. Phytomass accumulates 0.567 GJ of energy at the evaporation of 1 mm of water (10 t/ha) by crops, provided with the necessary carrying out of elements of mineral nutrition (not less than 0.295 kg of nitrogen and 0.125 kg of phosphorus (in the form of P2O5), about 0.3 kg of potassium (in the form of K2O). The amount of energy in marketable and side parts is numerically equal to the sum of carrying out of potassium and a half carrying out of nitrogen and phosphorus. At the same time, the prediction accuracy of crop yield and crop rotation productivity depends on observance of the law of return (it decreases temporally as it is not observed). In our stationary test, the excess of productivity of a crop rotation with an average level of fertilization (12 t of manure and N37P37K37 per hectare) relatively to a low level (6 t of manure per 1 hectare of crop rotation area) increased 1.7 times in the fifth rotation in comparison with the first one. The accuracy of prognostic calculation worsened against a poor background 2.0–3.3 times (towards overstating). That is why at the final stage of designing the prospect of soil fertility reproduction should be taken into account.*

Keywords: *crop rotation; crop area structure; designing; energy; nitrogen; humus.*

Author Details: *A. S. Akimenko, D. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: vnizem@mail.ru).*

For citation: *Akimenko A. S. Methodology of Designing Crop Rotations and Optimal Structure of Sown Areas in Adaptive Landscape Agriculture (by the Example of the Central Chernozem Region). Zemledelije. 2018. No. 6. Pp. 11–14 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10603.*

50 лет в науке

Анатолий Иванович Петелько, родился 16 августа 1938 г. в городе Кременчуг Полтавской области, в семье рабочих.

В 1956 г. окончил 10 классов и поступил учиться в ТУ № 10 города Луганска. После окончания училища работал фрезеровщиком на Луганском тепловозостроительном заводе. С 1957 по 1960 гг. служил в рядах Советской Армии. Потом учился в Мичуринском сельскохозяйственном техникуме, который с отличием окончил в 1963 г. Затем работал старшим агрономом, начальником межрайонного объединения «Сортсемовощ» в Тамбовской области.

Без отрыва от производства в 1966 г. закончил плодоовощной институт в городе Мичуринске.

С 1968 г. работает на Новосильской зональной агролесомелиоративной опытной станции им. А.С. Козменко, на которой прошел путь от инженера-гидромелиоратора до директора, а сейчас трудится в должности главного научного сотрудника.

В 1969–1973 гг. заочно обучался в аспирантуре Всесоюзного научно- исследовательского института агролесомелиорации в г. Волгограде. Позднее успешно защитил кандидатскую и докторскую диссертации.

В 60-70-е годы А.И. Петелько занимался развитием учения проф. А.С. Козменко об эрозионно-гидрологическом процессе, изучал формирование поверхностного стока и смыва почвы, выявлял эффективность отдельных способов и их сочетаний в защите почв от эрозии, разработал основные параметры систем защитных лесных насаждений, уточнил принципы их пространственного размещения. Этот этап исследований закончился составлением рекомендаций производству, одобренных и рекомендованных к использованию в хозяйствах юга Нечерноземья.

В 80-90-е годы Анатолий Иванович плодотворно работал над проблемой управления эрозионно-гидрологическими процессами. Эти исследования позволили определить условия формирования поверхностного стока и параметры факторов, его вызывающих. Практическим результатом этих исследований стали оптимальные конструкции лесополос и способы их формирования.

В последние годы А.И. Петелько занимается совершенствованием зональных систем земледелия. Уже отработаны и рекомендованы сельскохозяйственному производству элементы адаптивно-ландшафтного систем, в частности их агролесомелиоративный блок.

Большое внимание Анатолий Иванович уделяет пропаганде научных достижений. Он постоянно выступает с докладами на областных, зональных и Российских научных конференциях, помогает предприятиям осваивать научные достижения.

Под руководством и при непосредственном участии А. И. Петелько в 12 районах Орловской области была проведена работа по внедрению противоэрозионного комплекса, 12350 га залужено многолетними травами.

Анатолий Иванович автор 250 печатных работ, среди которых книги, монографии, брошюры, рекомендации, методические указания и др.

За достижения в агролесомелиоративной науке и общественной деятельности А. И. Петелько награждён медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II-й степени, имеет звание «Ветеран труда», лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники.

За многолетнюю и плодотворную работу Анатолий Иванович имеет поощрения и Почётные грамоты Орловского обкома КПСС и облисполкома, ЦК КПСС, Совета Министров СССР, ВЦСПС и ЦК ВЛКСМ, Российской академии сельскохозяйственных наук, Всероссийского научно-исследовательского института агролесомелиорации, Орловской областной и Мценской районной администраций.

Сердечно поздравляем его с 80-летним юбилеем и желаем доброго здоровья на долгие годы, человеческого счастья, прекрасных мыслей, дальнейших творческих успехов в работе на благо Отчизны и исполнения всех желаний.

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10604
УДК 631.6:630.232.22: 631.4

Краткие итоги изучения и современное состояние агроландшафтного комплекса «Каменная степь»

(К 70-летию Постановления Совета Министров СССР и ЦК ВКП(б) от 20 октября 1948 г. «О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоемов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах европейской части СССР»)

В. И. ТУРУСОВ, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, директор (e-mail: niish1c@mail.ru)
Ю. И. ЧЕВЕРДИН, доктор биологических наук, главный научный сотрудник
Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева, квартал 5, 81, пос. 2 участка Института имени Докучаева, Таловский р-н, Воронежская обл., 397463, Российская Федерация

Представлены основные итоги изменения почвенного покрова и свойств почв агроландшафта «Каменная Степь». Программа работ по регулированию водного баланса в степных регионах России, выполненная под руководством В.В. Докучаева в Каменной Степи в 1892–1894 гг. и комплексное исследование Каменной Степи особой экспедицией под его руководством стали фундаментом последующего антропогенного преобразования в течение XX в. степного ландшафта в агролесоландшафт. Благотворное влияние лесных полос на прилегающую территорию наблюдали уже в первое десятилетие после их посадки. Вследствие изменения увлажненности ландшафта происходит эволюция исходно автоморфных черноземных почв в гидроморфные и полугидроморфные. Однако лесные полосы не служат причиной увеличения гидроморфизма черноземов. Максимальный уровень грунтовых вод под лесополосой №40 составляет 2,84…3,48 м, что значительно ниже, чем в соседних скважинах, расположенных выше и ниже по склону, – 2,63…2,34 м. Характерная особенность заключается в том, что под лесополосой его наступление происходит значительно позже. В отдельные годы разница может достигать 2…3 недель и более. В почвах лесной полосы сохраняются условия для сохранения и повышения содержания гумуса. Но темпы этих процессов ниже, чем в естественных степных ценозах. Не установлено существенного изменения линии вскипания под лесными полосами. Наибольшие ее величины характерны для почв залежи косимой – (67,05±4,01) см. Под широкой старовозрастной лесной полосой глубина линии вскипания составляет (63,2±3,01) см, на разновозрастных участках пашни – от (53,08±6,14) см до (53,73±6,44) см.

***Ключевые слова**: лесные полосы, почва, чернозем, увлажненность, агроландшафт, гумус, глубина вскипания.*

***Для цитирования:** Турусов В. И., Чевердин Ю. И. Краткие итоги изучения и современное состояние агроландшафтного комплекса «Каменная степь» (К 70-летию Постановления Совета Министров СССР и ЦК ВКП(б) от 20 октября 1948 г. «О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительство прудов и водоемов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах европейской части СССР») // Земледелие. 2018. № 6. С. 15–17. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10604.*

Каменная Степь – уникальный рукотворный природно-ландшафтный комплекс, ставший первым опытом коренного преобразования исходно степного ландшафта в агролесомелиоративный комплекс. Положительные итоги влияния лесных полос на протяжении конца XIX – первой половины XX столетия легли в основу разработки Постановления Совета Министров СССР и ЦК ВКП(б) от 20 октября 1948 г. «О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоемов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах европейской части СССР», известного также как Сталинский план по преобразованию природы.

Основной целью созданного по инициативе В. В. Докучаева рукотворного лесомелиоративного ландшафтного комплекса было увеличение продуктивности пашни на основе стабилизации и повышение плодородия черноземов в условиях часто повторяющихся засух. Именно отсутствие осадков и приводило к иссушению степных почв и практически полной гибели сельскохозяйственных культур.

История научных исследований в Каменной Степи насчитывает более 125 лет (с 1892 г.). На протяжении всего этого периода велись наблюдения за изменением почвенного покрова стационара. В этой связи цель нашей работы – оценка влияния агролесомелиоративного комплекса на трансформацию основных свойств почв Каменной Степи.

В Каменной Степи в 1892–1898 гг. были заложены опыты по преобразованию водного режима степной зоны путем облесения водосборов и строительства прудов. На сегодняшний день возраст первых лесных полос составляет 120 лет и более. Лесные полосы стали мощным фактором, послужившим коренному преобразованию исходного степного ценоза в высокоинтенсивный агролесомелиоративный комплекс. Уже в первые десятилетия после посадки были отмечены положительные изменения микроклиматических и гидрологических условий ландшафта. Лесные полосы способствуют снижению скорости ветра на 30…35 % и уменьшению величины испарения влаги на полях на 30…40 % [1]. При этом на облесенных полях увеличение урожайности сельскохозяйственных культур достигает 15…40 %. Мелиорирующая роль лесных полос заметно возрастает в экстремальные по недостатку влаги годы. Мощный снежный покров, формирующийся на полях межполосного пространства, оказывает благоприятное влияние на режим замерзания и оттаивания почвы, накопления на полях влаги талых вод. В среднем за 15 лет исследований (1944–1958 гг.) запас влаги в метровом слое почвы в облесенных участках был на 47 мм выше, чем на степном участке [1, 2].

Положительная роль лесных полос начинает проявляться уже в молодом возрасте (4…6 лет), когда деревья достигают высоты 2…4 м, способствуя повышению продуктивности сельскохозяйственных культур на 2,8…8,7 ц/га [1]. Водорегулирующие лесные полосы позволяют существенно снизить эрозионные процессы и смыв почвы (в 10 раз).

В целом результаты исследований, проведенных в Каменной Степи в конце XIX – первой половине XX столетия, продемонстрировали устойчивое положительное влияние искусственных лесных насаждений на увлажненность территории и продуктивность полевых культур. Это позволило рекомендовать их использование для коренного преобразования степных ландшафтов в масштабах всей степной части страны.

Вместе с тем, проведение целенаправленной работы по накоплению влаги в агроландшафте не могло не отразиться на почвенных процессах, характеристике и свойствах почвенного покрова ландшафтного комплекса «Каменная Степь».

Изучение эволюционной направленности почвообразовательных процессов – ключевая проблема современного почвоведения. Детальное изучение

почвенного покрова Каменной Степи в последние годы проводили в тесном сотрудничестве с Почвенным институтом им. В.В. Докучаева.

Мощный фактор, коренным образом повлиявший на изменение почвенного покрова, – подъем уровня грунтовых вод. Особенно заметен этот процесс стал со второй половины прошлого столетия [3]. На начальном этапе исследований (до подъема уровня грунтовых вод) на плоских водоразделах со слабо выраженным микрорельефом и сравнительно однородным плащом лессовидных суглинков и глин мощностью более 2 м почвенный покров был представлен трехкомпонентной пятнистостью черноземов типичных, черноземов зоогенно перерытых и черноземов выщелоченных (по классификации 1977 г.) [4, 5]. На сегодняшний день в связи с общим подъемом грунтовых вод до глубины 1,5...4,0 м в агролесоландшафтном комплексе черноземы постепенно эволюционируют в луговочерноземные почвы.

В агролесоландшафте Каменной Степи почвы, подвергшиеся поверхностному сезонному переувлажнению, распространены, во-первых, на плоских водоразделах с хорошо развитым западинным микрорельефом, во-вторых, в вогнутых частях склонов, ложбинах и лощинах при близком (1...1,5 м) залегании от поверхности коричневато-бурых глин, отличающихся низкой водопроницаемостью в вертикальном направлении [4, 5]. Отмечается наличие засоленных почв, которые локализуются в местах длительного сохранения гидроморфного режима под влиянием грунтовых вод, залегающих в течение всего года на глубине менее 1,5...2,5 м.

В научной литературе существует довольно много противоречивых мнений о роли лесных насаждений в балансе почвогрунтового увлажнения. Несмотря на длительный период исследований, этот вопрос до сих пор изучен недостаточно.

В последние годы стало отмечаться все более интенсивное проявление сезонной переувлажненности сельскохозяйственных угодий и поэтому вновь возникает вопрос об их происхождении в связи с хозяйственной деятельностью человека, в частности под влиянием лесных защитных насаждений.

Материалы наших собственных наблюдений за уровнем грунтовых вод, а также сведения, представленные Каменностепным гидрологическим отрядом (Иванов В. А.) свидетельствуют о том, что лесные полосы не вызывают грунтовое переувлажнение почв. Наиболее информативен в этом отношении ландшафтно-гидрологический профиль между верхним прудом балок Озерская и Таловая. Маршрут охватывает различные элементы рельефа местности и основные сельскохозяйственные угодья. Результаты наблюдений за режимом уровня грунтовых вод (УГВ) дают довольно ясную картину состояния увлажненности территории под действием естественных и антропогенных факторов. Максимальный УГВ как по крайним, так и по среднегодовым данным отмечен на западе у пруда. К водоразделу он постепенно понижается, а затем вновь повышается на склоне к балке Таловая. Ниже скважины № 819 вплоть до русла балки Таловая грунтовые воды не обнаруживаются. Они залегают намного глубже верхних геологических отложений.

У пруда в балке Озерская максимальный уровень грунтовых вод за период наблюдений (1992–2002 гг.) поднимался к поверхности почвы и в среднем составлял + 0,38 см. По мере удаления от русла балки и приближения к водоразделу он уменьшался. Под лесополосой № 40, расположенной на водоразделе, УГВ находился в пределах 2,84...3,33 м, а на склоне к балке Таловая поднимался до отметки 0,93 м.

Аналогичная закономерность характерна для минимального уровня грунтовых вод. У русла балки Озерская он в среднем составил 0,82 м с понижением на водоразделе (под лесополосой №40) до 4,82...5,09 м. Ниже по склону (балка Таловая) УГВ поднимался до отметки 3,1...3,43 м.

Сопоставляя максимумы УГВ и даты их наступления под лесонасаждениями и на прилегающих участках ландшафта, можно утверждать, что лесные полосы по этому маршруту не служат причиной усиления гидроморфности почв смежных с ними угодий. Более того, под лесными насаждениями УГВ по максимальным, минимальным и средним значениям ниже, чем на прилегающих участках. Характерны в этом отношении лесные полосы 40 и 131. Максимальный уровень грунтовых вод под лесополосой №40 составляет 2,84...3,48 м, что значительно ниже, чем в соседних скважинах, расположенных выше и ниже по склону. В скважине 716, находящейся выше по склону, – 2,63 м, в скважине 58 (ниже по склону) – 2,34 м. Характерная особенность заключается в том, что под лесополосой его наступление отмечали значительно позже. В отдельные годы разница может достигать 2...3 недель и более.

Мощность генетических горизонтов. Изменение природы естественных степей, преобразование ее в высокоинтенсивный агролесокультурный ландшафт с интенсивным антропогенным воздействием, несомненно, затрагивает течение почвообразовательных процессов. В этой связи большой интерес представляет оценка мощности генетических горизонтов чернозема и их трансформация под влиянием изменившихся условий функционирования.

Максимальная мощность генетических горизонтов характерна для почв залежи косимой. Нижняя граница темногумусового горизонта на этом участке находилась на уровне (78,24±3,99) см, что сильно отличается от остальных угодий. Наиболее заметное снижение общей мощности темногусусового горизонта отмечено на пашне 1952 г. Она составила (64,4±2,6) см. Таким образом, за период, прошедший после распашки (62 года), потери гумусового горизонта составили 13,8 см, или 0,22 см ежегодно. При этом самые заметные потери установлены для верхнего гумусового горизонта AU. Если на залежи косимой он был равен (41,24±1,09) см, то в почве пашни 1952 г. – всего (26,93±1,21) см.

Можно было ожидать, что чернозем под лесной полосой будет отличаться более активным процессом увеличения гумусового горизонта благодаря листовому опаду. Но на самом деле мы не установили роста мощности темногумусового горизонта. Она составила в этом случае (73,9±1,64) см. При этом мощность верхнего наиболее гумусированного горизонта AU была наибольшей среди всех исследованных угодий – (44,30±1,11) см. Это, по всей видимости, связано с изменившимся характером почвообразовательного процесса под лесной полосой. Продукты распада растительных остатков концентрируются в верхних горизонтах и значительной миграции в нижние слои почвы не наблюдается.

Важный диагностический критерий почвообразовательного процесса – граница залегания карбонатов, диагностируемая по вскипанию от 10 %-ной соляной кислоты. Анализ полученных данных свидетельствует, что наибольшие ее величины характерны для почв залежи косимой – (67,05±4,01) см. Близкие, но все же несколько меньшие показатели отмечены для почв, находящихся под широкой старовозрастной лесной полосой – (63,20±3,01) см. Распашка естественных угодий привела, наряду с уменьшением мощности темногумусового горизонта, к смещению линия залегания карбонатов к поверхности. Глубина вскипания на разновозрастных участках пашни была примерно одинаковой и составила на пашне 1992 г. (53,08±6,14) см, на пашне 1952 г. – (53,73±6,44) см.

При этом снижение горизонта вскипания под лесными полосами и прогрессирующая эволюция чернозема обыкновенного в выщелоченный была установлена еще Г. М. Туминым (1930) [6], изучавшим почвы Каменной Степи в 1921–1929 гг. Эти закономерности наш-

ли свое подтверждение в работах П. Г. Адерихина (1967) [7], проводившего повторные исследования в 1953–1957 гг. Он отмечал, что в почвах под лесной полосой у выщелоченного чернозема глубина вскипания составила 88…96 см, у переходного чернозема лесных полос – 66…82 см. В то время как у обыкновенного чернозема среди лесных полос она находилась на уровне 59…72 см. Таким образом, сравнивая наши данные с результатами работ, проведенных в более ранние сроки, можно говорить о стабилизации величины этого показателя. За более чем 60-ти летний период заметных изменений в почвах Каменной Степи не установлено. Опасения о развития процессов подзолообразования не оправдались.

Изменение морфологических признаков черноземов несомненно связано с изменением химических и физико-химических свойств почв.

Результаты наших исследований, проведенных в 2014 г. свидетельствуют, что максимальное содержание гумуса характерно для почв залежи косимой. Средняя величина этого показателя в слое почвы 0…20 см составляет (10,01±0,17) % при крайних граничных значениях 8,11 % (минимум) и 11,14 % (максимум). Коэффициент вариации содержания гумуса был равен 7,91 %. Квартильные значения на залежи косимой имели небольшой размах (0,8 %): нижний квартиль – 9,68 %, верхний – 10,48 %.

В почвах под лесной полосой сохраняются благоприятные условия для генезиса черноземов и гумусонакопления. Но при этом необходимо отметить более низкой содержание гумуса, по сравнению с почвами залежи. Под широкой лесной полосой средняя величина этого показателя в слое 0…20 см составила (9,38±0,16) %, что на 0,63 % ниже, чем в почве занятой естественной растительностью. При коэффициенте вариации 10,5 % наименьшие значения составляли 6,7 %, наибольшие – 11,66 %. Нижний квартиль был на уровне 8,8 %, верхний – 10,0 % (размах 1,2 %). Таким образом, в отличии от почв степного участка можно констатировать увеличение степени варьирования и расширение размаха, как граничных, так и квартильных значений.

Распашка степных почв приводит к заметному изменению содержания гумуса в обрабатываемом слое почвы. По данным на 2014 г., в пашне 1992 г. распашки (22 года использования) средняя величина этого показателя составила 8,62±0,17 %. При этом наименьшее значение отмечали на уровне 7,99 %, наибольшее – 9,59 %. Нижний квартиль находился в пределах 8,17 %, верхний – 8,89 % гумуса. Коэффициент варьирования был равен 6,91 %. На пашне 1952 г. среднее содержание гумуса составляло 6,84 %. Таким образом, можно отметить, что при распашке степных почв, наряду с общим снижением содержания органического вещества, происходит гомогенизация верхнего обрабатываемого слоя почвы, о чем свидетельствует уменьшение коэффициента варьирования и сужение диапазона варьирования квартильных значений – 0,72 %.

Необходимо отметить, что по данным последнего тура агрохимического обследования среднее содержание гумуса в почвах хозяйств Таловского района. составляет 6,1 %, что ниже, чем в Каменной Степи на 0,6…1,0 %. Таким образом, можно констатировать, что сложившиеся условия в агролесомелиоративном комплексе «Каменная Степь» способствуют стабилизации почвенных процессов и созданию условий для сохранения почвенного плодородия стационара на более высоком уровне.

Заключение. На основании результатов проведенных исследований можно утверждать, что лесные полосы в степных условиях юга Росси не способствуют существенному подъему уровня грунтовых вод. Не оправдались и опасения усиления процессов выщелачивания черноземов под древесной растительностью. Можно лишь констатировать флуктуацию глубины вскипания в зависимости от складывающихся условий увлажнения.

Под влиянием агролесомелиоративного комплекса Каменная Степь сохранились условия характерные для черноземообразовательного почвенного процесса.

Литература.

1. Сухарев И. П. Гидрологическая и противоэрозионная роль лесных полос. Воронеж: Центрально-Черноземной книжное издательство, 1966. 120 с.
2. Сухарев И. П. Регулирование и использование местного стока. М.: Изд-во «Колос», 1967. 191 с.
3. Хитров Н. Б., Чевердин Ю. И. Причины возникновения и география временно переувлажненных и затопленных почв Каменной степи // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. 2007. Вып. 59. С. 3–13.
4. Хитров Н. Б., Чевердин Ю. И. Почвы Каменной Степи: от В. В. Докучаева до наших дней // Живые и биокостные системы. 2016. № 16. С. 2.
5. Хитров Н. Б., Чевердин Ю. И. Изменение почвенного покрова Каменной Степи: от Докучаева до наших дней // Докучаевское наследие и развитие научного земледелия в России: сборник науч. докл. Всеросс. научно-практ. конф., посвящ. 125-летию организации «Особой экспедиции лесного департамента по испытанию и учету различных способов и приемов лесного и водного хозяйства в степях южной России» (Каменная Степь, 2017). Воронеж: Изд-во «Истоки», 2017. С. 88–96.
6. Тумин Г. М. Влияние лесных полос на почву в Каменной Степи. Воронеж: Изд-во «Коммуна», 1930. 40 с.
7. Адерихин П. Г. Влияние полезащитных лесных полос на почвы Каменной Степи // Лесные полосы Каменной Степи: сб. стат. Воронеж: Центрально-Черноземное книжное изд-во, 1967. С. 260–284.

Brief Results of the Study and the Current State of the Agrolandscape Complex Kamennaya Steppe

V. I. Turusov, Yu. I. Cheverdin
V. V. Dokuchaev Research Institute of Agriculture of the Central Black-Earth Zone, kvartal 5, 81, pos. 2 uchastka Instituta imeni Dokuchaeva, Talovskii r-n, Voronezhskaya obl., 397463, Russian Federation

Abstract. *The paper presents the main results of changes in soil cover and soil properties of the agrolandscape Kamennaya Steppe. The program of works on water balance regulation in the steppe regions of Russia, carried out under the leadership of V.V. Dokuchaev in Kamennaya Steppe in 1892–1894, and an integrated study of this territory by a special expedition under his leadership became a basis for the subsequent anthropogenic transformation of the steppe landscape in the agroforestry landscape during the XX century. The beneficial effect of forest belts on the adjacent territory was observed already in the first decade after planting. Automorphic chernozem soils evolved into hydromorphic and semi- hydromorphic ones as a result of moisture changes in the landscape. However, forest belts did not cause the increase in the hydromorphism of chernozems. The maximum groundwater level under the forest belt is 2.84–3.48 m, which is much lower than in neighboring wells located higher and lower along the slope (2.34–2.63m). A characteristic feature is that under the forest belt the maximum groundwater level is registered well after. In some years the difference can be 2–3 weeks or more. In the soils of the forest zone, conditions for the preservation and increase in humus content remain. But rates of these processes are lower than in natural steppe cenoses. There is no significant change in the line of soil effervescence under the forest belts. Its greatest values are characteristic for soils of mowed idle land: (67.05 ± 4.01) cm. Under the broad old-growth forest belt, the depth of the effervescence line is (63.2 ± 3.01) cm, in different-growing areas of arable land – from (53.08 ± 6.14) cm to (53.73 ± 6.44) cm.*

Keywords: *forest belts; soil; chernozem; moisture; agrolandscape; humus; effervescence depth.*

Author Details: *V. I. Turusov, D. Sc. (Agr.), member of the RAS, director (e-mail: niish1c@mail.ru); Yu. I. Cheverdin, D. Sc. (Biol.), chief research fellow.*

For citation: *Turusov V. I., Cheverdin Yu. I. Brief Results of the Study and the Current State of the Agrolandscape Complex Kamennaya Steppe. Zemledelije. 2018. No. 6. Pp. 15–17. (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10604.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10605
УДК 631.41; 631.452; 517.3005

Интегральная оценка бонитета почв сельскохозяйственных угодий

В. А. СЕДЫХ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Р. Ф. БАЙБЕКОВ, доктор сельскохозяйственных наук, член-корресподент РАН, профессор (e-mail: rbaibekov@bk.ru)
К. В. САВИЧ, аспирант
Т. В. ДОРОНКИНА, аспирант
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева,
ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация

Исследования проводили с целью обоснования дополнительных параметров бонитировки почв. Объектом послужили дерново-подзолистые почвы разной степени окультуренности и гидроморфности, обыкновенные черноземы, каштановые почвы. Свойства почв оценивали путем расчета математических взаимосвязей между ними во времени и пространстве, по результатам определения зависимости урожайности сельскохозяйственных культур в многолетнем опыте в 7-польном полевом севообороте от свойств почв и погодных условий. Для бонитировки почв целесообразно использовать следующие дополнительные параметры: взаимосвязь между их свойствами (при содержании в дерново-подзолистых почвах 1,9 % гумуса и 4,6 мг/100 г подвижных форм P_2O_5 содержание водорастворимого Мп составляло 1,4 м/л $\cdot 10^{-5}$, при таком же содержании гумуса и 55,4 мг/100 г P_2O_5 оно снижалось до 0,3 м/л $\cdot 10^{-5}$); скорость перехода ионов из твердой фазы в раствор (на черноземе соотношение калия, вытесненного 0,01н НС1 за 6 суток и 5 мин., составляло 2,7, фосфора – 6,7, в дерново-подзолистой почве – 1,8 и 3,7 соответственно); изменение свойств почвы вниз по профилю (в дерново-подзолистой почве изменение содержания гумуса с глубиной описывалось уравнением Г = 59,2 – 6,7 Н см, r = -0,87, подвижных фосфатов P_2O_5 = 59,2 – 0,05 Н см, r = -0,85); депонирующую способность почв; риск падения урожая при экстремальных погодных условиях (для викоовсяной смеси на слабоокультуренных и хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах риск составлял соответственно 78,5 и 65,4 %); степень проявления закона убывающей отдачи при применении возрастающих доз удобрений (на дерново-подзолистых почвах прирост урожая зерна пшеницы на 1 кг удобрений при дозе NPK 174 и 232 кг/га действующего вещества составил соответственно 2,5 и 1,3 кг).

Ключевые слова: *бонитет почв, плодородие, математические взаимосвязи свойств почв.*

Для цитирования: *Интегральная оценка бонитета почв сельскохозяйственных угодий / В. А. Седых, Р. Ф. Байбеков, К. В. Савич и др. // Земледелие. 2018. № 6. С. 18–21. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10605.*

Оценка качества почв, их плодородия и бонитета, кадастровая оценка земель имеют большое народнохозяйственное и социальное значение. Они определяют налог на землю, кредиты в банках и экономическую эффективность ведения сельскохозяйственного производства [1, 2, 3]. Однако в связи с многообразием почвенно-климатических условий России, разным уровнем интенсификации производства в отдельных регионах, неодинаковым уровнем инвестиций, трудовых ресурсов и капитала, создание единой бонитировочной шкалы для всей страны представляет большую проблему.

Ценность земель определяется свойствами, процессами и режимами почв, их генезисом и возможной эволюцией, взаимосвязями между свойствами почв, их изменением во времени и в пространстве, затратами на создание почв с заданными свойствами и степенью проявления закона убывающей отдачи, числом степеней свободы хозяйственного использования отдельных звеньев систем земледелия, экологическими ограничениями [3, 4, 5].

При оценке бонитета почв по их свойствам учитывают те из них, которые в наибольшей степени определяют урожай. Очевидно, что для разных типов почв эти свойства отличаются. Для кислых почв это pH, для засоленных – содержание солей, для большинства – % гумуса в пахотном горизонте и содержание гумуса в т/га и т.п. Для орошаемых почв при их оценке важны водно-физические свойства почв, которые практически не учитываются при выращивании культур на богаре.

Цену почв определяют неизменяемые факторы жизни растений (климат, рельеф, гранулометрический и минералогический состав почв, валовой состав почв), трудноизменяемые (гумус, емкость поглощения, степень засоления) и легкоизменяемые (pH, содержание подвижных форм NPK).

Почвы характеризуются множеством свойств, процессов и режимов, которые изменяются по почвенному профилю, в структуре почвенного покрова, по рельефу, в сезонной и в годовой динамике [6, 7, 8]. Однако при их оценке учитываются только некоторые свойства.

Увеличение интенсификации сельскохозяйственного производства вызывает необходимость оценки антипатогенной функции почв, устойчивости почв к внесению удобрений и ядохимикатов, степени проявления закона убывающей отдачи, необходимость оценки экологических функций и экологических сервисов почв [5, 6]. Следует учитывать бонитет почв не только для расчета кадастровой стоимости земель и земельного налога, но и для корректировки всех звеньев систем земледелия, обеспечивающих наибольший экономический эффект использования сельскохозяйственных угодий.

В работе предложены новые подходы к оценке бонитета почв.

Объектом исследования выбраны дерново-подзолистые почвы разной степени окультуренности и гидроморфности, обыкновенные черноземы, каштановые почвы, характеристика которых дана в ранее опубликованных работах [2, 9].

Оценку свойств почв осуществляли общепринятыми методами [5], путем расчета математических взаимосвязей между ними во времени и пространстве, по результатам определения зависимости урожайности сельскохозяйственных культур в многолетнем опыте в 7-польном полевом севообороте от свойств почв и погодных условий [2, 9].

С нашей точки зрения, ценность почвы характеризуется структурными взаимосвязями между ее свойствами. Информационная оценка плодородия – одна из составных частей комплексной оценки. Она состоит в

1. Влияние содержания гумуса и подвижных фосфатов на содержание водорастворимого марганца в дерново-подзолистых почвах

Гумус, %	P_2O_5		Mn, м/л·10^{-5}
	мг/100 г	м/л·10^{-5}	
1,2±0,1	4,8±1,5	0,05±0,03	0,30±0,20
1,2±0,1	25,1±1,8	0,50±0,20	0,50±0,03
1,9±0,1	4,6±0,9	0,03±0,02	1,40±0,40
1,8±0,1	55,4±2,1	0,40±0,10	0,30±0,20

определении степени соответствия существующих структурных взаимосвязей между агрохимическими и физико-химическими свойствами почвы; между свойствами почвы в разных горизонтах; между свойствами почвы в пределах структуры почвенного покрова; между свойствами почвы в сезонной динамике; между состоянием почвы и урожаем сельскохозяйственных культур модели плодородия.

Изменения отдельных свойств почв взаимосвязаны. Так, содержание гумуса и подвижных фосфатов в почве влияло на ее обеспеченность марганцем. При содержании в дерново-подзолистых почвах 1,9 %гумуса и 4,6 мг/100 г подвижных форм P_2O_5 концентрация водорастворимого марганца составляла 1,4 м/л ·10^{-5}, при таком же содержании гумуса и 55,4 мг/100 г P_2O_5 она снижалась до 0,3 м/л ·10^{-5} (табл. 1) [2].

Количество обменного калия в почве влияло на pH и содержание гумуса. Например, в дерново-подзолистых почвах при 10…150 мг/кг K_2O показатель pH почвенного раствора находился на уровне 5,4 ед., содержание гумуса 2 %, отношение Ca/K – 200. При росте обеспеченности обменным калием до 300 мг/кг величины рассматриваемых показателей были соответственно равны 6,6; 1,6 и 4,0. То есть увеличение одних показателей плодородия почв выше оптимума приводит к неблагоприятным изменениям величин других, что следует учитывать и при расчете бонитета.

Свойства почв определяют закономерности изменения плодородия при внесении удобрений и мелиорантов. Так, в интервале pH от 4,6 до 5,0 и гумусированности 1…2 % соотношение ΔP_2O_5 (мг/кг) /ΔpH составляло для двух хозяйств Московской области соответственно 39 и 150,1, а при содержании гумуса более 3 % – 39,0 и 116,5, в интервалах pH = 5,5…6,2 при гумусированности 1…2 % – 59,0 и 79,4 [2, 5, 9].

Указанные взаимосвязи оцениваются коэффициентами корреляции и 15…80 уравнениями парной корреляции и множественной регрессии. Однако в разных интервалах X_i степень (вес) влияния X_i на У отличается. При изменении X_i меняется вес влияния на У и X_2. При действии независимых переменных X_i на У (свойства почв, урожай, его качество) проявляются эффекты синергизма и антагонизма [9].

Для изменения свойств разных почв на единицу требуется и разное количество удобрений и мелиорантов, что также имеет важное значение при оценке бонитета почв. Так, на легких дерново-подзолистых почвах при pH почв < 5,5 для изменения содержания P_2O на 10 мг/100 г сверх выноса с урожаем требуется внесение 70…90 кг действующего вещества P_2O_5 на 1 га; при pH = 5,5…6,0 – 50…60 кг. На среднесуглинистых почвах величины этих показателей соответственно равны 100…120 и 50…70 кг P_2O_5/га. На суглинистых каштановых почвах при pH > 6,0 для увеличения содержания подвижных форм P_2O_5 на 10 мг/кг сверх выноса с урожаем требуется внести 120…140 кг д.в. P_2O_5 на 1 га. Это также необходимо учитывать при оценке бонитета почв [5].

Доступность растениям элементов питания зависит от сочетания свойств почв и поэтому должна корректироваться с учетом гранулометрического состава, pH, гумусированности, засоленности, емкости поглощения, гидротермического режима, закономерностей изменения содержания подвижных форм по почвенному профилю и в сезонной динамике. Зависимость урожая сельскохозяйственных культур от свойств почв обусловлена степенью окультуренности (табл. 2) [2, 9].

2. Зависимость урожая пшеницы от окультуренности дерново-подзолистых почв

Зависимость	Степень окультуренности	Уравнения регрессии	r
$У = f(K_2O)$	$ОК_1$	$У = 0,13 + 0,58X$	0,53
	$ОК_3$	$У = 0,15 + 0,72X$	0,59
$У = f(P_2O_5)$	$ОК_1$	$У = 0,29 + 0,23X$	0,11
	$ОК_3$	$У = 0,34 + 0,32X$	0,19

Коэффициенты корреляции между содержанием подвижных форм железа и кальция, магния и pH среды в дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах составляли для слабо и хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы соответственно Fe = f(pH) = -0,8 и -0,6; Fe = f(Eh) = -0,4 и -0,3; Ca, Mg = f(pH) = +0,7 и +0,5; Ca = f(pH) = +0,3 и +0,7 [4, 5, 9].

При изменении степени окультуренности изменяется риск падения урожая при экстремальных погодных условиях. Так, на дерново-подзолистых слабо и хорошо окультуренных почвах он составлял для викоовсяной смеси соответственно 78,5 и 65,4 %, для озимой пшеницы – 99,0 и 96,7 % [2, 5].

С нашей точки зрения, при оценке бонитета почв необходимо дополнительно учитывать критерии неоднородности полей, коэффициенты варьирования, асимметрии, эксцесса, закономерного изменения свойств почв с глубиной, существенно влияющие на ценность земель.

При оценке бонитета и ценности земель необходимо также учитывать изменение свойств почв по профилю. Так, согласно результатам наших исследований [9], изменение содержания подвижных фосфатов вниз по профилю дерново-подзолистых почв можно охарактеризовать уравнением: P_2O_5 = 59,2 – 0,05 H см, r = -0,85; K_2O = 81,4 – 0,07 H, r = -0,96; гумус = 59,2 – 6,7 H, r = -0,87; S (сумма поглощенных оснований) = 18,0 + 5,2 H, r = 0,91.

Для черноземов эти зависимости значительно отличались [4] при отсутствии элюирования элементов из пахотного слоя. В этом случае содержание гумуса в слое 0…20 см составляло 123 т/га, 20…50 см – 169, в слое 50…10 см – 209 т/га, что также свидетельствует о необходимости при оценке бонитета почв учитывать не только пахотный слой.

Согласно результатам наших исследований, коэффициенты варьирования содержания гумуса в пахотном слое светло-каштановых почв составляли на целине 7,5 %, на орошаемой пашне – 7,2 %, на неорошаемой пашне – 18,2 %, при плантаже – 20,6 %. Содержание подвижного фосфора находилось на уровне соответственно 8,0; 13,0; 7,1; 3,0 %; обменного калия – 1,9; 3,6; 4,2; 4,0 %. При этом для разных типов почв величины этих показателей отличались [5].

Плодородие определяется значительно большим количеством параметров, чем используется в агрохимической службе, и тем более при существующей оценке бонитета почв.

С нашей точки зрения, для экономической оценки почв и земель необходимо дополнительно знать депонирующую способность почв к биофильным элементам, скорость их перехода из почвы в раствор [5, 9]. Растения потребляют из почвы элементы питания с определенной скоростью. В то же время при переходе ионов из твердой фазы в раствор проявляются внешне-

диффузионная, внутридиффузионная и химическая кинетика разных порядков. Скорость таких процессов в ряде случаев лимитирует поступление ионов в растение. Величина этого показателя существенно отличается для отдельных почв. Например, в черноземе соотношение вытеснения калия десорбентом 0,01н НС1 за 6 суток и 5 мин. составило 2,7; фосфора – 6,7, а в дерново-подзолистой почве соответственно 1,8 и 3,7 [5, 9].

С увеличением концентрации корневых выделений (С) растений с возрастом в почвенный раствор переходят все более прочносвязанные фракции соединений ионов в почвах (Х). Этот параметр идентифицируют как фактор мобильности. Его величина (1/n) в уравнении $X = KC^{1/n}$ составляла для дерново-подзолистой почвы и чернозема при вытеснении калия 0,05-0,2 н CH_3COONH_4 соответственно 0,10 и 0,62 [2, 4].

Содержание элементов питания в почвенных растворах и в растворах десорбентов, применяемых в агрохимической службе, определяется эффективными произведениями растворимости имеющихся в почве осадков, эффективными константами ионного обмена в изучаемой системе и эффективными константами нестойкости образовавшихся комплексов. Это интенсивные параметры, не полностью зависящие от количества элементов в твердой фазе почв.

Для оценки общего количества подвижных ионов в твердой фазе почв определяют возобновляющую (депонирующую) способность почв. Она выше при большей гумусированности, более тяжелом гранулометрическом составе, при большей доле в минералогическом составе минералов типа 2:1 и 2:2.

Например, при проведении 10-кратных последовательных вытяжек водой (100 г + 500 мл) из дерново-подзолистых почв в неудобренном варианте содержание K_2O в 1-ой, 5-ой и 10-ой вытяжках составило (0,4±0,07); (0,7±0,07) и (0,82±0,06) мг/л; в удобренном варианте – (1,13±0,04); (1,01±0,12) и (0,94±0,4) мг/л; при вытеснении K_2O раствором 0,2н НС1 в неудобренном варианте – (3,51±0,23); (1,17±0,08) и (1,21±0,04) мг/л [4, 5].

Цена почвы зависит от тренда изменения ее свойств во времени в связи с протеканием естественных почвообразовательных процессов, под влиянием антропогенных факторов.

Изменение свойств почв пропорционально времени воздействия на них внешних факторов. Так, при избыточном увлажнении дерново-подзолистой почвы pNO_3 м/л не изменилось за 6 дней (2,5 м/л), а в черноземе изменилось с 2,9 до 4,8. Увеличение дозы вносимого в почву помета с опилками до 1000 т/га приводило даже при его запахивании к чрезмерному повышению содержания в почвах азота и к загрязнению почв патогенными микроорганизмами. Однако через 3 года плодородие почв резко возрастало [5].

Урожайность сельскохозяйственных культур во многом зависит от климатических условий территории, геоморфологии, положения почв в катене. Однако определяющим фактором является приход на поверхность фотосинтетически активной радиации (ФАР) за период биологической активности почв (ПБА), то есть с учетом суммы температур > 10 ^{0}С и достаточной влажности почв. Если по величине ФАР можно получить урожай 20 ц/га зерна, то все агротехнические мероприятия не помогут увеличить его до 100 ц/га. При более точных расчетах величину ФАР, осадки, температуру необходимо рассчитывать по декадам, сопоставляя с требованиями растений. В зависимости от плодородия почв и уровня оптимизации всех звеньев систем земледелия, КПД ФАР изменяется от 0,5 % до 5 % [2].

Оптимальные свойства почв зависят от климатических условий. Так, по нашим расчетам, содержание водопрочных агрегатов ($У_1$, %) в зависимости от X_1 – коэффициента увлажнения, X_2 – суммы температур > 10 ^{0}С, X_3 – содержания физической глины и X_4 – содержания гумуса (%) выражалось уравнением [4]: $У_1 = -35{,}7 + 4{,}9X_1 + 0{,}01X_2 + 0{,}5X_3 + 7{,}9X_4$, r = 0,97.

Оптимальная равновесная плотность ($У_2$):

$$У_2 = 0{,}97 + 0{,}2X_1 + 0{,}0001X_2 - 0{,}007X_3 - 0{,}02X_4,\ r = 0{,}99.$$

Урожайность сельскохозяйственных культур примерно на 1/3 зависит от метеоусловий года. Однако внести поправку на этот фактор в бонитировку почв и цену земель нереально, в связи с тем, что для разных сельскохозяйственных культур влияние этого фактора будет отличаться. Он будет меняться в отдельные годы.

Ценность почв определяется возможностью получения на них наибольших урожаев при наименьших затратах.

Оценка почв определяется степенью проявления закона убывающего плодородия почв (уменьшения дохода на 1 руб. затрат) при увеличении интенсификации сельскохозяйственного производства. По нашим данным, этот закон меньше проявлялся на почвах, более окультуренных, при сбалансированном применении удобрений, орошении, оптимальных для конкретных почвенно-климатических условий севооборотах, при правильном совместном применении удобрений, стимуляторов и ретардантов. Например, на дерново-подзолистых почвах хозяйства «Михайловское» прирост урожая зерна в кг на 1 кг NPK составил при дозе NPK 174 и 232 кг д.в./га на пшенице соответственно 2,5 и 1,3; на ячмене – 3,7 и 2,7 [2, 9].

Таким образом, ценность земель ($У$) – функция многих параметров (X), влияющих на нее в разной степени (k) определенное время t: $У = \Sigma kX^n \cdot t$. При этом зависимости чаще не прямолинейные, а эксыпоненциальные, отличающиеся в разных интервалах X. Между отдельными факторами X_i по их действию на У проявляются эффекты синергизма и антагонизма.

В результате проведенных исследований установлено, что для оценки плодородия, бонитета и экономической ценности почв необходимо учитывать их депонирующую способность к биофильным элементам, скорость перехода из твердой фазы почв в раствор, математические взаимосвязи между свойствами почв, изменение свойств почв во времени и в пространстве.

Так как урожай сельскохозяйственных культур определяется в разной степени плодородием почв, климатическими факторами и внесением удобрений, то для уточнения балла и ценности почв необходимо учитывать затраты удобрений на создание оптимальных свойств почв, взаимодействие удобрений с почвами, степень проявления закона убывающей отдачи, риск падения урожая на конкретных почвах и культурах при экстремальных погодных условиях, максимально возможный по климатическим факторам урожай.

Литература.

1. Государственная кадастровая оценка земли сельскохозяйственного назначения РФ / под ред. С. И. Носова. М.: Роснедвижимость, 2006. 292 с.

2. Замараев А. Г., Савич В. И., Сычев В. Г. Энергомассообмен в звене полевого севооборота / под ред. И. С. Шатилова. М.: ВНИИА, 2005. Ч. 2. 336 с.

3. Карманов И. И., Булгаков Д. С. Методика почвенно-климатической оценки пахотных земель для кадастра. М.: Почв. ин-т им. В.В.Докучаева, 2012. 122 с.

4. Савич В. И., Седых В. А. Экологические факторы стоимостной оценки земель. М.: РГАУ-МСХА, 2011. 280 с.

5. Савич В. И., Булгаков Д. С., Савич К. В. Бонитировка почв. М.: РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2017. 212 с.

6. Changes in the global value of ecosystem services / R. Costanza, R. de Groot, P. Sutton, etc. // Global Environmental Change. 2014. Vol. 26. Pp. 152–158.

7. Osem Y., Perevolotsky A., Kigel J. Site productivity and plant size explain the response of annual species to grazing exclusion in a

Mediterranean semi-acid rangeland // J. Ecol. 2004. Vol. 92. No. 2. Pp. 297–309.

8. The land productivity potential of small river bassins / T. A. Trifonova, N. V. Mishchenko, L. A. Shirkin, etc. // American-Eurasian Journal of sustainable agriculture. 2014. Vol. 8 (6). Pp. 11–16.

9. Савич В. И., Гатаулин А. М., Сычев В. Т. Оценка земель. М.: РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2010. 452 с.

Integral Assessment of Bonitet of Agricultural Land

V. A. Sedikh, R. F. Baibekov, K. V. Savich, T. V. Doronkina
Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ul. Timiryazevskaya, 49, Moskva, 127550, Russian Federation

Abstract. *The aim of the research was to substantiate additional parameters for soil bonitation. Sod-podzol soils with different degree of cultivation and hydromorphic features, ordinary chernozem and chestnut soils were the objects of the investigation. The assessment of soil properties was carried out by conventional methods, by calculating the mathematical relationships between characteristics in time and space, based on the results of determining the dependence of crop yields on the properties of soils and weather conditions in a long-term experiment in a 7-field crop rotation. For the classification of soils, it is advisable to use the following additional parameters, for example, a relationship between soil properties, the rate of transition of ions from the solid phase to the solution, deposit ability of soil. In addition, the change of soil properties through the profile should be taken into account. In sod-podzol soil the change of humus content was described by the equation: H = 59.2 – 6.7D, where H is the humus content, D is a depth of soil profile. The content of mobile phosphorus was described by the equation: P2O5 = 59.2 – 0.05D, where P2O5 is the content of mobile phosphorus, D is a depth of soil profile. The next parameter is a risk of crop failure under extreme weather conditions. For a mixture of vetch with oat, the risk was 78.5 and 65.4%, respectively, for poor cultivated and well cultivated sod-podzol soils. And the last parameter is a degree of manifestation of the law of diminishing returns when applying increasing doses of fertilizers. On sod-podzol soils, the increase in the yield of wheat grain per 1 kg of fertilizers at a dose of NRK of 174 and 232 kg/ha of active ingredients was 2.5 and 1.3 kg, respectively.*

Keywords: *soil bonitet; fertility; mathematical interrelation between the soil characteristics.*

Author Details: *V. A. Sedikh, D. Sc. (Agr.), prof.; R. F. Baibekov, D. Sc. (Agr.), corresponding member of the RAS, prof. (e-mail: rbaibekov@bk.ru); K. V. Savich, post graduate student; T. V. Doronkina, post graduate student.*

For citation: *Sedikh V. A., Baibekov R. F., Savich K. V., Doronkina T. V. Integral Assessment of Bonitet of Agricultural Land. Zemledelije. 2018. No. 6. Pp. 18–21 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10605.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10606
УДК 631.452

Мониторинг плодородия почв, динамика применения минеральных и органических удобрений, баланс элементов питания в почвах восточной части Ставропольского края

Г. А. ШЕХОВЦОВ, и. о. зам. директора (e-mail: agrohim_26_2@mail.ru)
Н. Н. ЧАЙКИНА, начальник отдела
Станция агрохимической службы «Прикумская», ул. Агрономическая, 7, Будённовск, Ставропольский край, 365803, Российская Федерация

Оценивали изменения показателей плодородия почвы в восточной части Ставропольского края 1966–2016 гг. в зависимости от динамики применения минеральных и органических удобрений за этот же период. Максимальную в опыте обеспеченность почв фосфором и калием отмечали в годы проведения шестого тура обследования (1991–1995 гг.). В этот период прирост доступного растениям фосфора, к уровню первого тура, составил 107 %, калия – 2 %. Наибольшее содержание в почве органического вещества пришлось на пятый тур обследования (1986–1990 гг.): прирост гумуса составил 4 %. В эти же периоды отмечены максимальные дозы вносимых минеральных и органических удобрений. Начиная с седьмого тура (1996–2000 гг.), положительные тенденции в состоянии плодородия почв пашни восточной части края изменились на противоположные, что постепенно привело к снижению запасов элементов питания и органического вещества. Средневзвешенное содержание гумуса сократилось с 2,43 % в 1989 г. до 2,09 % в 2016 г., фосфора – с 28,8 мг/кг в 2000 г. до 21,4 мг/кг в 2016 г., калия – с 398 мг/кг в 2000 г. до 344 мг/кг в 2016 г. В сложившихся условиях возникла необходимость поиска новых, современных технологий повышения плодородия почв, основанных на комплексе мер, включающих максимальное возвращение в почву растительных остатков и соблюдения научно-обоснованных доз минеральных удобрений. Работа станции по сопровождению технологии No-till в условиях засушливой зоны Ставропольского края показала эффективность этого направления.

Ключевые слова: *плодородие почв, гумус, фосфор, калий, баланс элементов питания, технология No-till.*

Для цитирования: *Шеховцов Г. А., Чайкина Н. Н. Мониторинг плодородия почв, динамика применения минеральных и органических удобрений, баланс элементов питания в почвах восточной части Ставропольского края // Земледелие. 2018. № 6. С. 21–26. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10606.*

В процессе деятельности агрохимической службы Российской Федерации накоплен большой объем информации, позволяющий контролировать состояние сельскохозяйственных угодий, выявлять тенденции изменения плодородия почв, своевременно реагировать на возникающие проблемы. Системой государственного агроэкологического мониторинга охвачены все сельскохозяйственные угодья России [1].

Цель нашего исследования – оценка современного состояния и динамики изменения основных показателей плодородия почв восточной части Ставропольского края за 50 лет деятельности ФГБУ САС «Прикумская».

ФГБУ САС «Прикумская» начала работу по агрохимическому обслуживанию сельхозтоваропроизводителей с 1964 г. В зону обслуживания учреждения входят 12 районов юго-восточной части Ставропольского края, в которых осуществляется мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и разработка на основе этих данных системы применения удобрений, обеспечивающей рост урожайности сельскохозяйственных культур и поддержание почвенного плодородия.

Общая площадь сельскохозяйственных угодий зоны обслуживания на 01.01.2017 г. составляла 2816,4 тыс. га, в том числе пашни – 1900,7 тыс. га, залежи – 2,6 тыс. га, многолетних насаждений – 12,9 тыс. га, сенокосов – 25,8 тыс. га, пастбищ – 874,4 тыс. га.

Климат территории – резко континентальный с жарким летом и умеренно холодной зимой. По условиям влагообеспеченности она делится с востока на запад края на четыре агроклиматические зоны: сухую, очень засушливую, засушливую и зону неустойчивого увлажнения. Исходя из почвообразующих пород, рельефа, климатических условий и состава растительных остатков, поступающих в почву, в зоне деятельности станции в направлении смены агроклиматических зон, происходит изменение почвенных разностей в следующей

1. Обеспеченность пашни зоны обслуживания ФГБУ САС «Прикумская» минеральными и органическими удобрениями в среднем за год

Годы	Минеральные удобрения								Навоз	
	тыс. т д. в.				кг д.в./га					
	всего	в том числе			всего	в том числе				
		N	P	K		N	P	K	тыс. т	т/га
1966–1970	–	–	–	–	–	–	–	–	1294	1,0
1971–1975	–	–	–	–	–	–	–	–	1912	1,5
1976–1980	52,6	24,5	22,5	5,6	35	16	15	4	3632	2,4
1981–1985	117,8	50,9	44,8	22,1	63	23	26	11	6296	3,4
1986–1990	133,1	51,4	59,9	21,8	70	27	32	11	5815	3,0
1991–1995	45,3	16,0	23,6	5,7	20	7	11	2	2145	1,1
1996–2000	13,2	8,3	4,2	0,7	8	5	2	1	424	0,3
2001–2005	20,1	10,6	8,8	0,7	12	7	4	1	307	0,4
2006–2010	52,2	30,6	19,8	1,8	29	17	11	1	292	0,2
2011–2015	62,7	36,1	24,7	1,9	33	19	13	1	310	0,2
2016	75,2	44,4	29,6	1,2	40	23	16	1	327	0,2

последовательности: пески слабогумусированные, светло-каштановые, каштановые, темно-каштановые почвы, черноземы южные и обыкновенные. При этом на каштановые почвы приходится 81 % от всей площади пашни. Бонитет почв пашни зоны обслуживания, в направлении с востока на запад края, изменяется от 27 до 56 баллов [2, 3].

Агрохимическое обследование выполняли в соответствии с методическими указаниями [4]. Для определения агрохимических показателей, отраженных в статье, использовали следующие методы: содержание гумуса (органического вещества) – по ГОСТ 26213-91; подвижного фосфора и калия – по Мачигину (ГОСТ 26205-91); pH (водной вытяжки) – по ГОСТ 26423-85; серы (подвижной) – по ГОСТ 26490-85; бора (подвижного) – по ГОСТ Р 50688-94; марганца (подвижного) – по ГОСТ Р 50685-94; кобальта (подвижного) – по ГОСТ Р 50683-94; цинка (подвижного) – по ГОСТ Р 50686-94; меди (подвижной) – по ГОСТ Р 50683-94.

При этом оценку содержания фосфора, калия и азота в почвах зоны обслуживания выполняли с первого тура обследования, а целостная картина содержания гумуса в почвах восточной части Ставропольского края появилась только с четвертого тура, до этого анализ его содержания проводили выборочно. В процессе агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий зоны обслуживания ФГБУ САС «Прикумская» проводится не только оценка изменения содержания в них макроэлементов, но и шести основных микроэлементов: серы, бора, марганца, меди, цинка и кобальта. Первый тур обследования по этим элементам был закончен в 1996 г. Поэтому объективно провести мониторинг изменения и определить тенденции можно только за последние 20 лет.

Согласно результатам обследования до конца 80-х гг. (IV тур обследования) в почве происходил рост содержания гумуса (с 2,33 до 2,43 %). Этому способствовал широкий набор выращиваемых сельскохозяйственных культур и низкая доля чистых паров в структуре посевных площадей. Применение средств химизации также было значительным: ежегодное внесение навоза на 1 га пашни составляло 3,0...3,4 т, минеральных удобрений – от 63 до 70 кг д.в. (табл. 1).

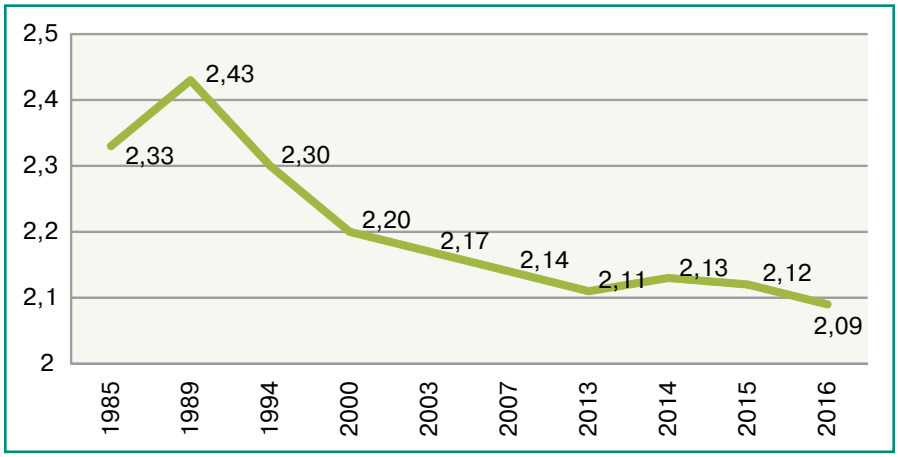


Рис. 1. *Динамика изменения гумуса за период обследования, %.*

В последующие годы тенденции изменились на противоположные, так как с середины 80-х гг. в крае была принята система «сухого» земледелия, предусматривающая значительное увеличение доли чистых паров (с 27 % до 50 % площади пашни), что способствовало усилению процессов минерализации органического вещества почвы (рис. 1).

На значительное снижение содержания гумуса повлияло и то, что уже с 90-х гг. в хозяйствах зоны резко сократились объемы внесения навоза (до 0,2 т/га) и применения минеральных удобрений, что вызвало рост дефицита баланса минеральных элементов в земледелии края (табл. 2). Такая ситуация характерна для многих регионов Российской Федерации [5, 6, 7]. Его компенсация за счет запасов гумуса привела к тому, что за 27 лет содержание органического вещества в почвах зоны обслуживания снизилось в среднем – на 0,34 % (с 2,43 % в V туре до 2,09 % в X туре).

На накопление гумуса в почвах непосредственное влияние оказывали природно-климатические условия районов. Самые бедные органическим веществом почвы расположены в сухой зоне на востоке края, в Левокумском районе (содержание гумуса составляет 1,45 %), тогда как на юге края, в Кировском районе, находящемся в зоне неустойчивого увлажнения, величина этого показателя достигает 3,23 % (табл. 3).

Один из основных параметров плодородия почвы – содержание подвижного фосфора. При анализе изменения средневзвешенной величины этого показателя за период наблюдений с первого по десятый тур обследования можно констатировать стабильный рост до 28,8 мг/кг почвы к 2000 г. (VI тур) и последующее постепенное падение (рис. 2).

При этом изменялось и распределение площадей пашни по градациям обеспеченности подвижным фосфором. Так, по результатам первого тура

2. Баланс элементов питания и гумуса в среднем за год в земледелии зоны обслуживания ФГБУ САС «Прикумская»

Годы	Баланс, ± кг/га пашни				Баланс гумуса	
	N	P	K	всего	всего, т	т/га пашни
1971–1975	-32	-7	-27	-66		
1976–1980	-25	-1	-24	-50		
1981–1985	-19	-4	-22	-45		
1986–1990	-24	+8	-28	-44		
1991–1995	-26	-3	-29	-58		
1996–2000	-28	-12	-30	-70	-1029105	-0,7
2001–2005	-41	-16	-36	-93	-1166344	-0,8
2006–2010	-48	-17	-47	-112	-1474685	-0,9
2011–2015	-46	-16	-46	-108	-1623344	-0,9
2016	-56	-19	-49	-124	-1948903	-1,0

3. Распределение почв пашни восточной зоны Ставропольского края по содержанию гумуса (на 01. 01. 2017 г.)

Район	Обследованная площадь, тыс.га	Распределение почв по содержанию органического вещества в пашне, тыс. га/%			Средневзвешенное содержание, %
		очень низкое (<2,0)	низкое (2,1...4,0)	среднее (4,1...6,0)	
Александровский	136,5	1,3/0,9	135,2/99,7	0,0/0,0	3,22
Арзгирский	196,9	140,7/71,4	56,3/28,6	0,0/0,0	1,59
Благодарненский	155,1	70,4/45,4	84,7/54,6	0,0/0,0	2,02
Буденновский	178,2	160,7/90,2	17,5/9,8	0,0/0,0	1,7
Георгиевский	118,9	12,5/10,5	91,5/76,9	15,0/12,6	3,22
Кировский	78,5	1,7/2,2	64,3/81,9	12,5/15,9	3,23
Курский	89,0	49,6/55,7	39,5/44,3	0,0/0,0	2,01
Левокумский	156,6	151,3/96,6	54/3,4	0,0/0,0	1,45
Нефтекумский	73,3	67,3/91,8	6,0/8,2	0,0/0,0	1,54
Новоселецкий	126,4	40,0/31,7	83,2/65,8	3,2/2,5	2,37
Советский	144,2	78,7/92,6	6,3/7,4	0,0/0,0	1,75
Степновский	85,0	63,6/44,1	80,6/55,9	0,0/0,0	1,99

обследования, доля пашни с низким и очень низким его содержанием составляла 65 %. К шестому туру в этой категории осталось 28 % пашни. В последующие годы ситуация изменилась. Если до 1994 г. (VI тур) на пашню с высоким и очень высоким содержанием подвижного фосфора приходилось 9 % площади, то к 2017 г. она уменьшилась до 4,6 %, тогда как площадь пашни с низкой обеспеченностью подвижным фосфором стала расти (табл. 4).

По результатам агрохимического обследования последних лет (табл. 5) выявлено, что наибольшее содержание подвижного фосфора (28,7 мг/кг почвы) характерно для Советского района, а наименьшее (16,4 мг/кг почвы) – для Курского, что напрямую связано с уровнем применения средств химизации. Установлено также, что изменение среднего содержания фосфора за весь период обследования (см. рис. 2), совпадает с динамикой применения фосфорных удобрений (см. табл.1) и баланса этого элемента по зоне обслуживания (см. табл. 2). На сегодняшний день на долю площадей со средней обеспеченностью подвижным фосфором по всем 12 районам зоны обслуживания приходится от 50 до 63 %.

Обменный калий – один из макроэлементов, жизненно важных для растений. Почвообразующими породами восточной части Ставропольского края служат лессовидные покровные суглинки, минералогический состав которых обеспечивает изначально значительное содержание обменного калия в почвах. Это их свойство позволяло хозяйствам долгие годы обходиться без внесения калийных удобрений. Вместе с тем, не компенсированный вынос из почвы этого элемента постепенно привел к появлению негативных тенденций (рис. 3).

Благодаря значительным дозам минеральных и органических удобрений, применявшихся в 80–90 гг., сокращение обеспеченности почвы обменным калием удавалось временно остановить. Однако уже начиная с 2000 г. развитие негативных процессов ускорилось.

Помимо значительного уменьшения среднего содержания обменного калия за годы наблюдений, отмечены качественные изменения в обеспеченности почв этим элементом (табл. 6). Так, 46 % пашни из группы с высоким и очень высоким содержанием перешли в группу со средней и повышенной обеспеченностью. А доля почв с низким и очень низким содержанием возросла на 4,6 %.

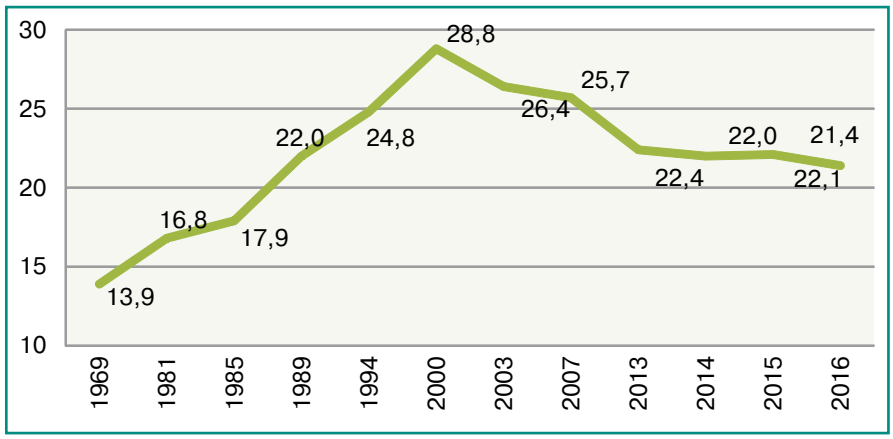


Рис. 2. *Динамика изменения содержания подвижного фосфора, мг/кг почвы.*

Снижение запасов обменного калия по районам зоны обслуживания находится в прямой зависимости от природно-климатических условий и выноса этого элемента с урожаем. На востоке края в Левокумском и Нефтекумском районах, расположенных в сухой зоне, при средней урожайности озимой пшеницы 32...35 ц/га содер-

4. Распределение площади пашни по уровню содержания подвижного фосфора, %

Годы	Очень низкое и низкое	Среднее и повышенное	Высокое и очень высокое
1964–1968	65,00 %	34,00 %	1,00 %
1996–2000	28,00 %	63,00 %	9,00 %
2014–2016	28,30 %	67,20 %	4,60 %

5. Распределение почв пашни восточной зоны Ставропольского края по содержанию подвижного фосфора (на 01. 01. 2017 г.)

Район	Обследованная площадь, тыс. га	Распределение почв по содержанию подвижного фосфора, тыс. га/%						Средневзвешенное содержание, мг/кг
		очень низкое (<10 мг/кг)	низкое (11...15 мг/кг)	среднее (16...30 мг/кг)	повышенное (31...45 мг/кг)	высокое (46...60 мг/кг)	очень высокое (>60 мг/кг)	
Александровский	136,5	6,1/4,5	32,2/23,6	78,2/57,3	16,5/12,1	2,5/1,9	0,7/0,5	21,4
Арзгирский	196,9	6,2/3,1	53,9/27,4	118,1/59,9	46,6/8,46	1,7/0,8	0,2/0,1	20,6
Благодарненский	155,1	12,1/7,8	47,2/30,4	80,6/51,9	9,9/6,4	3,6/2,3	1,5/0,9	19,7
Буденновский	178,2	11,5/6,4	46,8/26,3	96,4/54,1	17,1/9,6	3,6/2,0	2,4/1,3	20,0
Георгиевский	118,9	2,1/1,8	29,3/24,7	64,6/54,3	14,1/11,8	5,0/4,2	3,5/2,9	23,8
Кировский	78,5	1,7/2,2	8,5/10,9	47,2/60,2	14,7/18,8	2,8/3,6	3,2/4,1	26,6
Курский	89,0	2,1/2,4	32,2/36,1	47,5/53,4	6,3/7,0	0,3/0,4	0,3/0,4	16,4
Левокумский	156,6	2,3/1,5	28,6/24,7	88,8/56,7	20,7/13,2	3,8/2,4	2,1/1,3	22,8
Нефтекумский	73,3	0,0/0,0	5,0/6,9	46,0/62,7	13,2/18,0	6,7/9,2	2,1/2,9	27,2
Новоселецкий	126,4	11,3/8,9	36,1/28,6	66,5/52,6	9,7/7,7	2,5/2,0	0,0/0,0	18,9
Советский	144,2	0,6/0,4	16,4/11,3	78,4/54,3	29,7/20,6	14,0/9,7	4,9/3,4	28,7
Степновский	85,0	4,3/5,1	13,4/15,7	46,7/54,9	14,7/17,3	4,5/5,3	1,1/1,3	25,0

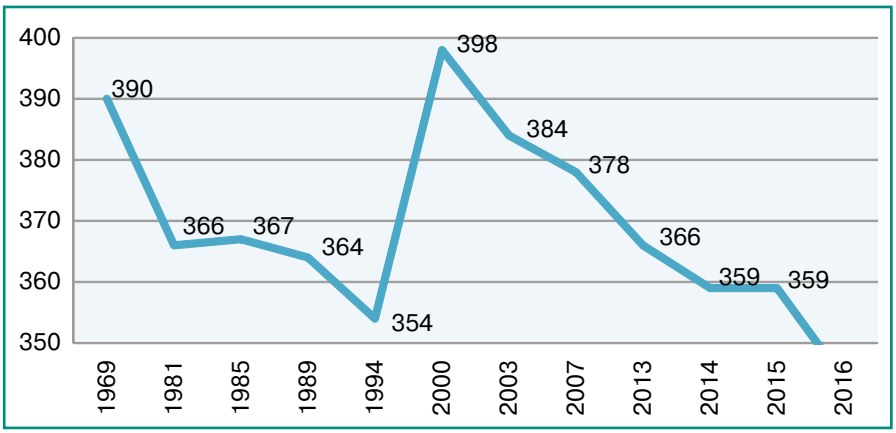


Рис. 3. Динамика изменения содержания обменного калия, мг/кг почвы.

жание калия в среднем оценивается как высокое, а на западе – в Александровском районе, находящемся в зоне неустойчивого увлажнения, при средней урожайности 38...40 ц/га, как среднее. Кроме того, в черноземах средний показатель по зоне обслуживания станции – 8,1, что не оказывает большого влияния на урожайность сельскохозяйственных культур, о чем свидетельствует опыт передовых хозяйств зоны, получающих до 70 ц/га зерна озимой пшеницы. Хотя по данным исследований, для основных сельскохозяйственных культур оптимальное значение pH находится в пределах 6,5...7,5 [9].

Первоначально, до 1996 г., оценку pH осуществляли в солевой вытяжке почвенного раствора. Однако этот метод не приемлем для карбонатных почв. Поэтому сейчас кислотность почвы определяют в водной вытяжке. За 1996–2016 гг. (рис. 5) средняя величина водородного показателя уменьшилась с 8,2 до 8,0 единиц. При этом доля щелочных почв в восточной части Ставропольского края сократилась с 79,0 % до 72,0 %, а слабощелочных – увеличилась с 20,5 % до 27,8 %.

Эти изменения происходят на фоне увеличения применения хозяйствами физиологически кислых минеральных удобрений, основное из которых – аммиачная селитра.

Увеличение площадей под зерновыми и кормовыми культурами придало особую остроту вопросу повышения плодородия всех типов почв, в том числе солонцов и солонцеватых земель. На долю солонцовых почв в зоне обслуживания приходится около 250 тыс. га. Они отличаются комплексом специфических водно-физических свойств, что затрудняет своевременную обработку почв, усвоение растениями элементов питания и приводит к значительным потерям урожая. Для улучшения плодородия солонцов

6. Распределение почв пашни восточной зоны Ставропольского края по содержанию обменного калия (на 01.01.2017 г.)

Район	Обследованная площадь, тыс. га	Распределение почв по содержанию обменного калия, тыс. га/%						Средневзвешенное содержание, мг/кг
		очень низкое (<100 мг/кг)	низкое (101...200 мг/кг)	среднее (201...300 мг/кг)	повышенное (301...400 мг/кг)	высокое (401...600 мг/кг)	очень высокое (>600 мг/кг)	
Александровский	136,5	2,0/1,4	38,3/28,1	57,7/42,3	23,5/17,2	13,4/9,8	1,5/1,1	267
Арзгирский	196,9	0,1/0,0	4,4/2,2	51,9/26,4	69,7/35,4	69,9/35,3	1,3/0,7	384
Благодарненский	155,1	0,0/0,0	5,4/3,5	62,2/40,1	63,2/40,8	21,3/13,7	3,0/1,9	330
Буденновский	178,2	0,0/0,0	4,8/2,7	42,1/23,6	78,4/44,0	45,6/25,6	7,2/4,1	357
Георгиевский	118,9	0,0/0,0	0,8/0,7	48,8/41,0	41,6/34,9	22,0/18,5	5,8/4,8	335
Кировский	78,5	0,0/0,0	4,9/6,2	33,0/42,0	24,0/30,6	12,6/16,0	4,0/5,1	345
Курский	89,0	0,5/0,5	3,0/3,3	30,1/33,8	34,3/38,5	17,7/19,9	3,5/3,9	317
Левокумский	156,6	0,0/0,0	1,2/0,8	17,5/11,2	66,0/42,1	68,1/43,5	3,9/2,5	404
Нефтекумский	73,3	0,0/0,0	0,7/1,0	6,0/8,2	23,7/32,3	35,9/49,0	7,1/9,6	433
Новоселецкий	126,4	0,1/0,1	9,3/7,3	61,5/48,7	41,3/32,7	12,5/9,9	1,7/1,3	304
Советский	144,2	0,0/0,0	6,5/4,5	40,1/27,8	49,0/34,0	41,3/28,6	7,2/5,0	375
Степновский	85,0	0,0/0,0	3,4/4,0	22,9/27,0	30,9/36,3	21,4/25,2	6,5/7,6	378

зоны обслуживания станции, процесс снижения запасов обменного калия происходит быстрее, чем в каштановых почвах.

Согласно результатам обследования для почв зоны обслуживания ФГБУ САС «Прикумская» характерен недостаток большинства микроэлементов, за исключением бора (рис. 4). Так, низкое содержание серы имеют 88,9 %, цинка – 99,6 %, меди – 96,0 %, кобальта – 98,9 %, марганца – 58,7 % обследованной площади. По содержанию бора – 98,5 % сельскохозяйственных угодий входят в группу с высокой обеспеченностью. Схожая ситуация отмечена и, например, в Белгородской области [8].

Территория обслуживания станции представлена в основном двумя типами почв: каштановыми и черноземами, которые относятся к карбонатным почвам. Эти свойства обеспечивают щелочную реакцию почв сельскохозяйственных угодий, всех районов восточной зоны края (табл. 7). В ходе исследований выявлено, что основная площадь пашни (73,0 %), имеет pH выше 8 единиц, то есть реакция почвенного раствора – щелочная,

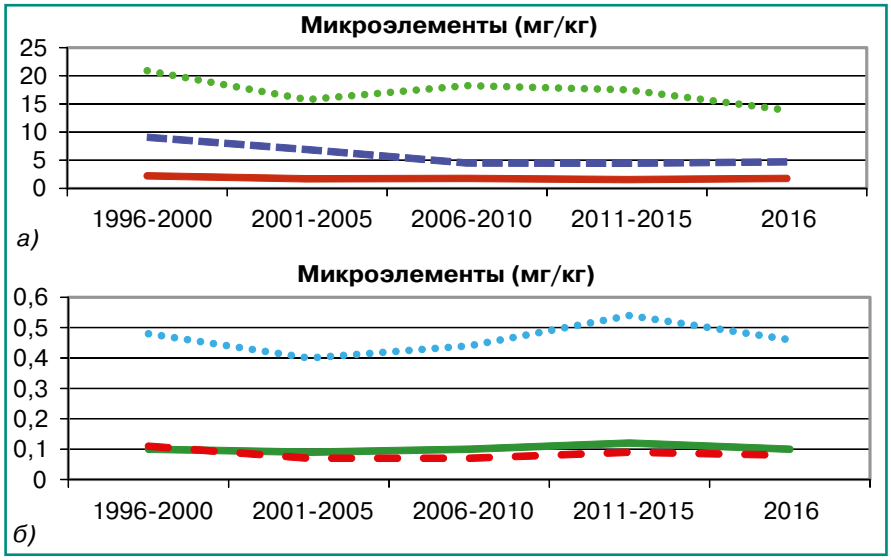


Рис. 4. Динамика изменения содержания микроэлементов: а) – бора, – марганца, – серы; б) – меди, – цинка, – кобальта.

Sk Сколково

ООО Научно-технический центр “РобоПРОБ”

Sk Biomed

RoboPROB

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

Услуги:

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

E-mail - info@roboprob.com

Веб-сайт - www.roboprob.com

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

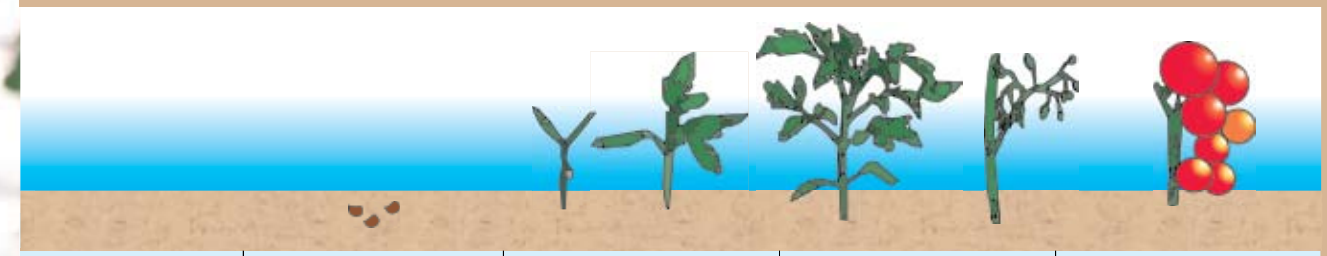
СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

ПРОГРАММА ОПТИМИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

ТОМАТ, ПЕРЕЦ, БАКЛАЖАН

БУЙСКИЕ УДОБРЕНИЯ



ДО ПОСЕВА	ПОСЕВ	3 - 4 НАСТОЯЩИХ ЛИСТА	ВЕГЕТАЦИЯ - БУТОНИЗАЦИЯ	ОБРАЗОВАНИЕ ПЛОДОВ
Обработка семян **Аквамикс СТ** 100-150 г/т, расход рабочего раствора 10 л/т семян	**ОМУ „Универсальное" марка 1** 100-300 кг/га	**Акварин № 13*** 0,6-2 кг/га	**Акварин № 5*** 1-2 кг/га + **Нитрат кальция марка Б*** 1-3 кг/га или **Калий Метаборат*** 0,1-0,5 кг/га	**Акварин № 16*** 1-2 кг/га
-	-	**Акварин № 2**** 2-2,5 кг/1000 л	**Акварин № 2**** 2-2,5 кг/1000 л + **Нитрат кальция марка Б**** 1-3 кг/1000 л или **Калий Метаборат**** 0,1-0,5 кг/1000 л	**Акварин № 2**** 2-2,5 кг/1000 л

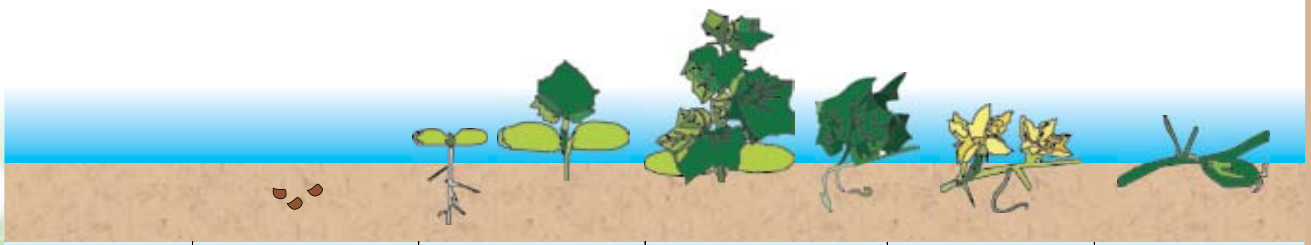
* внекорневые подкормки

** фертигация (полив, капельный полив) - использовать при каждом поливе.

ПРОГРАММА ОПТИМИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

ОГУРЕЦ

БУЙСКИЕ УДОБРЕНИЯ



ДО ПОСЕВА	ПОСЕВ	3 - 4 НАСТОЯЩИХ ЛИСТА	ВЕГЕТАЦИЯ	ПОСЛЕ ЦВЕТЕНИЯ	ОБРАЗОВАНИЕ ПЛОДОВ
Обработка семян **Аквамикс СТ** 100-150 г/т, расход рабочего раствора 10 л/т семян	**ОМУ „Универсальное" марка 1** 100-300 кг/га	**Акварин № 13*** 0,6-2 кг/га	**Акварин № 5*** 1-2 кг/га + **Нитрат кальция марка Б*** 1-3 кг/га или **Калий Метаборат*** 0,1-0,5 кг/га	**Акварин № 16*** 1-2 кг/га	
-	-	**Акварин № 2**** 2-2,5 кг/1000 л	**Акварин № 2**** 2-2,5 кг/1000 л + **Нитрат кальция марка Б**** 1-3 кг/1000 л или **Калий Метаборат**** 0,1-0,5 кг/1000 л	**Акварин № 2**** 2-2,5 кг/1000 л	

* внекорневые подкормки

** фертигация (полив, капельный полив) - использовать при каждом поливе.

АКВАДОНИС

ЛАБОРАТОРИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ РАСТЕНИЙ „АКВАДОНИС"

Среди множества факторов, влияющих на рост и развитие растений, минеральное питание является наиболее доступным для регулирования.

Использование только традиционных методов агрохимического анализа не дает возможности скорректировать питательный режим в зависимости от фазы развития растений, вида и сорта растений, влажности и температуры почвы, воздуха, интенсивности освещения и изменения ряда других факторов.

В руках агронома должны находиться инструменты контроля и инструменты нормализации биохимических процессов, интрументы скорой помощи растениям, коррекции минерального питания и стимуляции процессов фотосинтеза.

АКВАДОНИС функциональная диагностика растений

СОСТАВ:

- **портативный фотометр «Аквадонис»**
- **лабораторная посуда, необходимая для проведения анализа**
- **комплект реактивов на 50 анализов.**

ПРЕИМУЩЕСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ:

- определение потребности растений по 14 макро- и микроэлементам
- возможность проведения диагностики на любых сельскохозяйственных культурах
- диагностика может проводиться автономно, в том числе в полевых условиях
- экспресс метод - качественный метод анализа в течение 1 часа
- результаты отображаются в таблице с указанием оптимума, избытка или недостатка по каждому элементу

* рекомендации на сайте www.bhz.ru в разделе „Диагностика Аквадониса"

БУЙСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД

www.bhz.ru

Серия **UNIVERSALED** | 80 / 130 / 185 / 235 Вт

верхний свет

Серия **FMATRIX** | 100 / 150 / 195 / 300 Вт

верхний свет

Серия **OPTIMA** | 30 / 60 Вт

светильники межрядной досветки

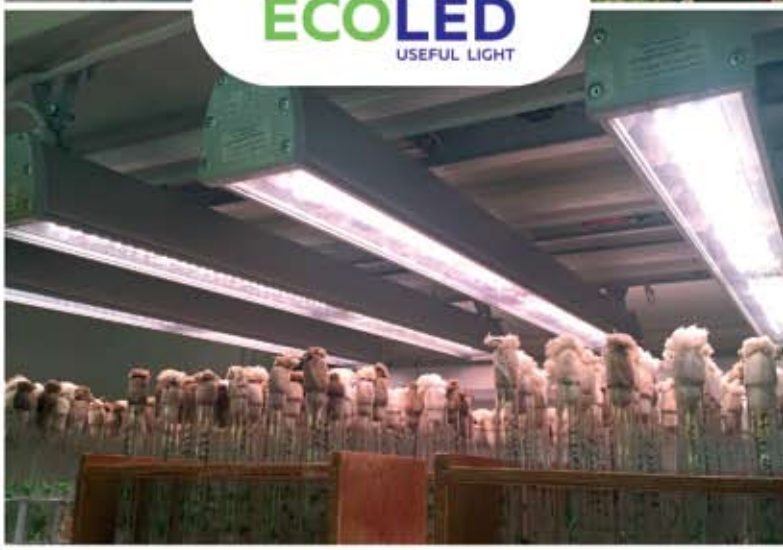
Серия **F-SFERA** | 25 / 50 / 75 Вт

светильники стеллажной досветки

Серия **F-OFFICE** | 40 / 80 Вт

светильники для офисов и оранжерей

ECOLED BIO
USEFUL LIGHT



ООО «ЭКОЛЕД-ТРЕЙД»
тел.: 8 495 134 52 02
www.ecoledbio.ru
Москва, ул. Кольская, 1, оф. 210

7. Распределение почв пашни восточной зоны Ставропольского края по реакции почвенного раствора (на 01. 01. 2017 г.)

Район	Обследованная площадь, тыс. га	Распределение почв пашни по реакции почвенного раствора, тыс. га/%.				Средневзвешенная, ед.
		слабокислая (5,0...6,0 ед.)	нейтральная (7,0 ед.)	слабощелочная (7,0...8,0 ед.)	щелочная (8,0...9,0 ед.)	
Александровский	136,5	0,1/0,1	10,5/7,7	78,3/57,4	47,4/34,8	7,9
Арзгирский	196,9	0,0/0,0	0,07/0,01	130,3/66,2	66,5/33,8	7,9
Благодарненский	155,1	0,0/0,0	6,6/4,3	55,1/35,6	93,2/60,2	8,1
Буденновский	178,2	0,0/0,0	0,0/0,0	76,9/43,2	101,1/56,8	7,9
Георгиевский	118,9	0,0/0,0	0,7/0,7	26,5/22,3	91,6/77,1	8,2
Кировский	78,5	0,0/0,0	0,4/0,5	13,7/17,5	64,2/81,9	8,1
Курский	89,0	0,0/0,0	0,0/0,0	8,5/9,6	80,4/90,4	8,2
Левокумский	156,6	0,0/0,0	0,0/0,0	29,6/18,9	127,0/81,1	8,1
Нефтекумский	73,3	0,0/0,0	0,0/0,0	7,5/10,3	65,7/89,7	8,2
Новоселецкий	126,4	0,0/0,0	0,0/0,0	15,0/11,9	111,3/88,1	8,1
Советский	144,2	0,0/0,0	0,0/0,0	20,7/16,5	120,4/83,5	8,3
Степновский	85,0	0,0/0,0	0,0/0,0	0,5/0,6	84,5/99,4	8,3

требуется выполнение ряда мелиоративных мероприятий [10]. Основные из них в восточной зоне Ставрополья – гипсование с использованием фосфогипса (отход производства минеральных удобрений ООО «Невинномысский Азот») и мелиоративная вспашка трехъярусными плугами. Эти приемы улучшают водно-физические свойства почв и на срок до 8 лет увеличивают урожайность сельскохозяйственных культур на 2,6...8,1 ц/га [11]. К сожалению, начиная с 2006 г. выполнение таких работ прекращено (табл. 8), что связано с отсутствием господдержки, хотя потребность в их исполнении не потеряла своей актуальности.

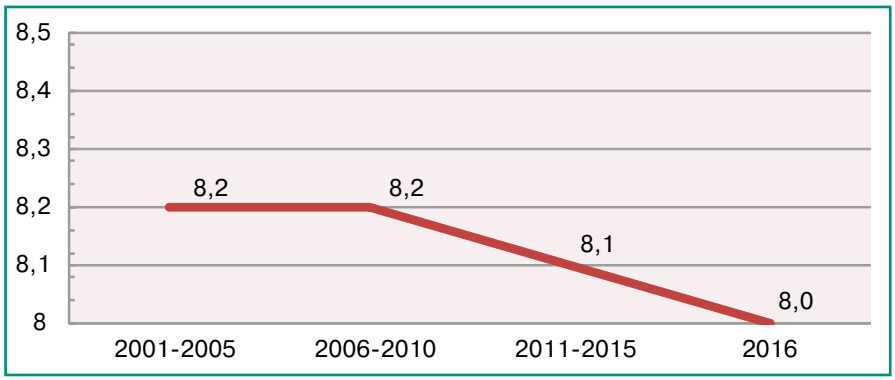


Рис. 5. *Динамика изменения среднего показателя pH водной вытяжки почв восточной зоны Ставропольского края, ед.*

В современных условиях ведения сельского хозяйства ресурсосберегающие технологии предусматривают системы удобрений, позволяющие наиболее полно использовать биоклиматический потенциал пашни и учитывать особенности пищевого режима почв при минимальных обработках [12].

8. Объемы мелиоративной обработки солонцовых почв зоны обслуживания ФГБУ САС «Прикумская» в среднем за год, тыс. га

Годы	Гипсование	Мелиоративная вспашка
1966–1970	0	0
1971–1975	0	0
1976–1980	1,2	0
1981–1985	5,2	0
1986–1990	3,1	11,7
1991–1995	0	2,9
1996–2000	0	2,7
2001–2005	1,1	0,8
2006–2010	0	0
2011–2015	0	0
2016	0	0

В этой связи большой интерес представляет освоение энерго- и ресурсосберегающих систем земледелия – возделывание сельскохозяйственных культур без обработки почвы. Весьма актуально изучение целесообразности применения технологии No-till в условиях засушливой зоны Ставропольского края, где выпадает недостаточно осадков и возделывается ограниченное количество культур.

Почвенные и климатические условия засушливой зоны благоприятны для возделывания большинства сельскохозяйственных культур. Однако при годовой сумме осадков 350...420 мм, в традиционной системе земледелия основная и практически единственная культура в зоне обслуживания станции – озимая пшеница. Некоторые хозяйства вводят в севооборот кукурузу на силос, горчицу, лен масличный, подсолнечник, иногда эспарцет на корм, но их урожайность низкая.

Исследования Ставропольского НИИСХ показали, что при технологии возделывания полевых культур без обработки почвы с оставлением на поверхности поля растительных остатков, продуктивная влага в почве не только больше накапливается, но и лучше сохраняется. Опыты показали, что в критические периоды вегетации сельскохозяйственных культур: колошение озимых, цветение подсолнечника, сои, кукурузы, в необработанной почве сохраняется на 30...35 % больше влаги, чем в обработанной [13].

Этот факт подтверждают и другие авторы. Так, по данным Г. Р. Дорожко (2011–2012 гг.), применение технологии No-till обеспечивает большее (на 20...25 %) накопление влаги в почве. По его наблюдениям, в метровом слое почвы дополнительно накапливается от 250...450 м^3/га продуктивной влаги, что можно приравнять к хорошему вегетационному поливу [14].

При возделывании сельскохозяйственных культур без обработки почвы внесение удобрений обязательно, так как без них урожайность и, соответственно, экономическая эффективность No-till технологии ниже, чем традиционной. Поэтому средства, сэкономленные благодаря уменьшению затрат на реализацию технологических операций по обработке почвы, а также других издержек используют на приобретение и внесение минеральных удобрений. О высокой их эффективности свидетельствуют данные Ставропольского НИИСХ [13], согласно которым в среднем за 3 года урожайность озимой пшеницы без внесения минеральных удобрений по этой технологии составила 2,53 т/га, что на 0,14 т/га меньше, чем по традиционной, тогда как при использовании одинаковых доз минеральных удобрений, рост урожайности озимой пшеницы по традиционной технологии составил 1,58...1,82 т/га (59,3...68,0 %), по технологии No-till – 2,61...2,87 т/га, или 103,2...113,4 %. Большую эффективность минеральных удобрений в технологии No-till можно объяснить лучшей обеспеченностью растений почвенной влагой в течение всего вегетационного периода (на 15...20 %), чем по традиционной [12].

Одно из первых сельскохозяйственных предприятий II агроклиматической (очень засушливой) зоны Ставропольского края, приступивших к освоению новой технологии с 2013 г., – СПК «Архангельский» Буденновского муниципального района. При

9. Динамика внесения минеральных удобрений в СПК «Архангельский», т д.в.

Удобрение	Год				
	2012	2013	2014	2015	2016
Аммофос	500	500	630	870	830
Аммиачная селитра	300	400	760	200	200
КАС	–	245	400	1200	1100
Нитроаммофоска	–	–	–	145	268
Кабамид	–	–	–	60	50
Сульфоаммофос	–	–	–	–	264
Тукосмесь	–	–	–	75	–
Всего	416,0	526,4	774,4	1131,4	1235,6

этом количество вносимых удобрений (в действующем веществе) с 2012 г. (перед началом освоения No-till) до 2016 г. увеличилось с 416,0 до 1235,6 т, или в 3,0 раза (табл. 9). Это положительно сказалось на урожайности и экономической эффективности, как возделываемых культур, так и в целом отрасли растениеводства. Например, сбор зерна озимой пшеницы в среднем за 2014–2015 гг. составил 50,4 ц/га, что на 4,6...8,2 ц/га выше, чем в соседних хозяйствах.

Кроме того, в 2016 г., после 4 лет применения технологии No-till, реализуемой при агрохимическом сопровождении САС «Прикумская», отмечены положительные тенденции в изменении основных агрохимических показателей плодородия. По данным обследования 2011 г. содержание гумуса в почвах хозяйства составляло 1,7 %, P_2O_5 – 13 мг/кг почвы, K_2O – 346 мг/кг почвы, в 2016 г. отмечено прекращение минерализации гумуса, характерной для почв хозяйств восточной зоны Ставрополья, содержание P_2O_5 повысилось до 21 мг/кг почвы, K_2O – до 400 мг/кг почвы.

Выводы. По многолетним данным мониторинга почв восточной части Ставропольского края, в большинстве районов, выявлена тенденция убывающего плодородия. Средневзвешенное содержание гумуса сократилось с 2,43 % в 1989 г. до 2,09 % в 2016 г., фосфора – с 28,8 мг/кг в 2000 г. до 21,4 мг/кг в 2016 г., калия – с 398 мг/кг в 2000 г. до 344 мг/кг в 2016 г. В условиях усиления этого процесса при долговременном отрицательном балансе гумуса и элементов питания (дефицит NPK в 2006–2010 гг. составлял 112 кг/га, гумуса – 0,9 т/га, в 2016 г. – 124 кг/га и 0,9 т/га соответственно), применение технологии No-till в условиях засушливого климата позволяет увеличить накопление в почве растительных остатков и продуктивной влаги. Кроме того, уменьшается технологическая нагрузка на почву. Благодаря экономии средств при уменьшении расходов на обработку почвы это позволяет увеличить объемы внесения минеральных удобрений. Отрабатываемая СПК «Архангельский» Буденновского района Ставропольского края технология No-till, свидетельствует о возможности сохранения и повышения плодородия почв в засушливой зоне Ставропольского края. После 4 лет ее применения прекратилось сокращение содержания гумуса, характерное для почв хозяйств восточной зоны Ставрополья, обеспеченность P_2O_5 повысилось на 8 мг/кг почвы, K_2O – на 54 мг/кг почвы.

Литература.

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

2. Антыков А., Стомарев А. Почвы Ставрополья и их плодородие. Ставрополь: Ставропольское книжное издательство, 1970. 416 с.

3. Атлас земель Ставропольского края / Комитет по земельным ресурсам и землеустройству Ставроп. края. Ставрополь: СГУ, 2000. 118 с.

4.Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. М.: Минсельхоз РФ, 2003. 195 с.

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

6. Сергеев А.П., Липатникова Т.Я., Горяева Е.В. Состояние плодородия пахотных почв южной зоны Красноярского края // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 4. С. 17-21.

7. Чекмарев П.А., Маметов М.И., Семенова Н.В. Мониторинг плодородия пахотных почв Закамья Республики Татарстан // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 11. С. 9-16.

8. Лукин С.В., Авраменко П.М. Микроэлементы в почвах Белгородской области // Земледелие. 2008. № 7. С. 21-22.

9. Кирюшин В. И. Экологические основы земледелия. М.: Колос,1996. 61 с.

10. Свойства солонцов и солонцеватых почв и пути их окультуривания в севооборотах картофельной специализации в условиях Заволжья / П.А. Чекмарев, А.В. Коршунов, Н.А. Гаитова и др. // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 10. С. 22-26.

11.Беликова С. В., Подколзин А. И., Бурлай А. В. Солонцовые почвы Ставропольского края и приемы их мелиорации. Ставрополь, 2004, 22 с.

12. Дригер В. К., Стукалов Р. С. Оценка No-till технологии выращивания озимой пшеницы в сравнении с традиционной в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 10. 39–42 с.

13. Влияние технологии возделывания сельскохозяйственных культур на агрофизические свойства почвы и потенциальное плодородие в севообороте / В. К. Дридигер и др. // Эволюция и деградация почвенного покрова, сборник науч. ст. по материалам Международной науч. конф. (Ставропольский ГАУ, 13-15 октября 2015 г.). Ставрополь: АГРУС Ставропольского ГАУ, 2015. 230–236 с.

14. Дорожко Г. Р. Путь к прямому посеву // Аграрный консультант. 2011. № 1. 24–27с.

Monitoring of Soil Fertility, Dynamics of Application of Mineral and Organic Fertilizers, Balance of Nutrients in Soils of the Eastern Part of Stavropol Krai

G. A. Shexovtsov, N. N. Chaikina
Station of Agrochemical Service «Prikumskaia», ul. Agronomicheskaya, 7, Budennovsk, Stavropol'skii krai, 365803, Russian Federation

Abstract. *The changes in soil fertility indicators over 50 years were assessed in the direct connection with the dynamics of application of mineral and organic fertilizers over the same period. The maximum provision of soils with phosphorus and potassium was registered in the sixth cycle of the survey. During this period, the increase in the content of phosphorus, available for plants, relative to the level during the first cycle, amounted to 107%, for potassium it was 2%. The maximum content of organic matter in the soil was in the fifth cycle of the survey: the increase in the humus content was 4%. In the same period, mineral and organic fertilizers were applied in the maximal doses. Since the seventh cycle (1995–2000), the positive tendencies in changes of the soil fertility in the eastern part of the Krai were substituted by the negative ones. It caused the reduction in the reserves of nutrients and organic matter. The average weighted content of humus reduced from 2.43% in 1989 to 2.09% in 2016, of phosphorus – from 28.8 mg/kg in 2000 to 21.4 mg/kg in 2016, of potassium – from 398 mg/kg in 2000 to 344 mg/kg in 2016. Under the current conditions, there is a need to find new, modern technologies for improvement of soil fertility, based on a set of measures, including the maximum return of plant residues to the soil and compliance with scientifically-based doses of mineral fertilizers. The work of the station on the support of no-till technology in the arid zone of Stavropol Krai demonstrated the effectiveness of this direction.*

Keywords: *soil fertility; humus; phosphorus; potassium; nutrition balance; no-till technology.*

Author Details: *G. A. Shexovtsov, acting deputy director (e-mail: agrohim_26_2@mail.ru); N. N. Chaikina, head of division.*

For citation: *Shexovtsov G. A., Chaikina N. N. Monitoring of Soil Fertility, Dynamics of Application of Mineral and Organic Fertilizers, Balance of Nutrients in Soils of the Eastern Part of Stavropol Krai. Zemledelije. 2018. No. 6. Pp. 21–26 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10606.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10607
УДК 633.18: 631.879: 631.816.1

Эколого-агрохимическая оценка эффективности дефеката на посевах риса

А. Х. ШЕУДЖЕН, доктор биологических наук, академик РАН, зав. кафедрой[1], зав. отделом[2] (e-mail: ashad.sheudzhen@mail.ru)
О. А. ГУТОРОВА, кандидат биологических наук, доцент[1], ведущий научный сотрудник[2] (e-mail: oksana.gutorova@mail.ru)
Т. Н. БОНДАРЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент[1], ведущий научный сотрудник[2]
Л. М. ОНИЩЕНКО[1], доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Х. Д. ХУРУМ[1], доктор сельскохозяйственных наук, профессор
С. В. ЕСИПЕНКО[1], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
[1]Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, ул. Калинина, 13, Краснодар, 350044, Российская Федерация
[2]Всероссийский научно-исследовательский институт риса, пос. Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Российская Федерация

Цель работы – изучение влияния дефеката на агрохимические показатели почвы и продуктивность рисового агроценоза. Опыт был заложен в Краснодарском крае на лугово-черноземной слабовыщелоченной слабогумусной тяжелосуглинистой почве. Минеральные удобрения и дефекат (Д) вносили под основную обработку почвы по схеме: $N_{120}P_{80}K_{60}$ – фон (контроль); Фон + Д 20 т/га; Фон + Д 40 т/га; Фон + Д 60 т/га; Фон + Д 80 т/га. До посева риса и внесения удобрений, а также в фазах всходы, выметывание и полная спелость зерна отбирали почвенные образцы из слоя 0...20 см, в которых определяли кислотность почвенного раствора (pH_{KCl}), содержание нитратного ($N\text{-}NO_3$) и аммонийного азота ($N\text{-}NH_4$), подвижного фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O). В эти же фазы вегетации отбирали растения для определения в них и зерне риса содержания азота, фосфора и калия. Учет урожая проводили в фазе полной спелости. Применение дефеката снижало pH_{KCl} с 5,5...6,2 ед. в фазе всходов до 5,4...5,8 ед. в фазе полной спелости зерна. В период всходов содержание в почве $N\text{-}NO_3$ было больше, чем в контроле, на 0,2...0,8 мг/кг, $N\text{-}NH_4$ – на 1,2...5,2, подвижного P_2O_5 и K_2O – на 0,6...1,6 и 4,7...18,8 мг/кг соответственно. В полную спелость зерна превосходство составляло 0,2...2,0; 0,5...1,2; 0,5...1,3 и 1,6...9,9 мг/кг. Возрастающие нормы дефеката (40; 60 и 80 т/га) обеспечивали наибольшее содержание элементов питания в почве и растениях риса. Применение дефеката в нормах 20; 40; 60 и 80 т/га увеличивало урожайность риса, в сравнении с контролем, на 2,3; 9,1; 9,9 и 3,5 ц/га соответственно. Внесение дефеката положительно повлияло на плодородие лугово-черноземной почвы и минеральное питание растений риса, что способствовало наиболее полной реализации потенциальной его продуктивности.

Ключевые слова: *рисовый агроценоз, дефекат, плодородие почвы, минеральное питание риса, урожайность.*

Для цитирования: *Эколого-агрохимическая оценка эффективности дефеката на посевах риса / А. Х. Шеуджен, О. А. Гуторова, Т. Н. Бондарева и др. // Земледелие. 2018. № 6. С. 27–30. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10607.*

Сохранение и воспроизводство плодородия почвы – одна из наиболее актуальных проблем современного земледелия. Плодородие, как важнейшее свойство почвы, определяет ее качественное состояние, способность удовлетворять потребность растений в факторах жизни. Пахотный горизонт почв, вовлеченных в сельскохозяйственное производство, обедняется доступными для растений формами соединений элементов минерального питания. Одно из направлений повышения почвенного плодородия и продуктивности сельскохозяйственных культур – применение агрохимических средств: минеральных и органических удобрений, фосфогипса, цеолитов и других удобрений [1, 2, 3, 4, 5], к числу которых относится и дефекат.

Дефекат (дефекационная грязь) – отход свеклосахарного производства, который представляет собой минерально-органический фильтрационный осадок, насыщающий почву ионами кальция, и по своему действию, в ряде случаев, превосходит известковые удобрения [6]. Химический состав дефеката дает основание рассматривать его не только как известковое, но и как комплексное удобрение, пригодное для снижения кислотности почвы и обогащения ее биогенными элементами [7]. Он содержит $CaCO_3$ (75 %), N (0,40 %), P_2O_5 (0,5 %), K_2O и Na_2O (0,70 %), B (2,2 мг/кг), Zn (2,5 мг/кг), Cu (7,3 мг/кг), Mn (5,0 мг/кг), Co (0,3 мг/кг) [6].

Применение дефеката повышает содержание в почвах легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора, обменных катионов кальция, магния и калия, а также способствует стабилизации почвенной среды (pH), снижению содержания тяжелых металлов, уменьшению гидролитической кислотности и улучшению биологической активности [6].

Цель наших исследований – изучение влияния дефеката на агрохимические показатели плодородия лугово-черноземной почвы и продуктивность рисового агроценоза.

Полевые опыты проводили на рисовой оросительной системе РГПЗ «Красноармейский имени А.И. Майстренко» Красноармейского района Краснодарского края. Почва – лугово-черноземная слабовыщелоченная слабогумусная тяжелосуглинистая на аллювиальных отложениях, реакция среды ($pH_{вод.}$) 6,2...6,7 ед., содержание гумуса 3,5 %, легкогидролизуемого азота – 45...55 мг/кг, подвижного фосфора и калия (по Чирикову) – 40...60 и 220...300 мг/кг соответственно, подвижных форм марганца – 32,8 мг/кг, меди – 0,91 мг/кг, цинка – 2,5 мг/кг, кобальта – 0,13 мг/кг [1, 8], интенсивность дыхания – 27,5...30,2 мг CO_2/100 г почвы за 24 ч, активность каталазы – 2,3...2,8 см^3 O_2/г за 2 мин., ферриредуктазы – 12,0...16,0 мг Fe_2O_3/100 г за 48 ч [9].

Посев риса проводили рядовым способом, глубина заделки 1,0...1,5 см, норма высева – 7 млн всхожих семян на 1 га, предшественник – рис по рису 1-й год, режим орошения – укороченное затопление, удобрение (фон, контроль) – $N_{120}P_{80}K_{60}$. Площадь делянки: общая – 100,0 м^2, учетная – 54,0 м^2. Повторность – 4-х кратная, размещение вариантов – систематическое. Сорт риса – Хазар. Минеральные удобрения (сульфат аммония – 20,5 % N, аммофос – 52 % P_2O_5, 12 % N, калий хлористый – 60 % K_2O) и дефекат (Д, в нормах 20; 40; 60 и 80 т/га) вносили под основную обработку почвы.

Отбор почвенных образцов из слоя 0...20 см проводили до посева риса и внесения удобрений, а также в фазы вегетации растений – всходы, выметывание и полная спелость. В них определяли: pH_{KCl} потенциометрическим методом, содержание нитратного азота в 0,05 %-ном растворе K_2SO_4 дисульфофеноловым методом, обменного аммония в 2 %-ном растворе KCl по Кудеярову, подвижного фосфора и калия в 0,5 %-ном растворе CH_3COOH методом Чирикова [10].

Отбор растений проводили в фазах всходы, выметывание и полная спелость. Содержание азота, фосфора и калия в растениях и зерне риса

1. Реакция почвенного раствора (pH_{KCl}) лугово-черноземной почвы при внесении дефеката

Вариант	До внесения дефеката	Фаза вегетации риса	
		всходы	полная спелость зерна
$N_{120}P_{80}K_{60}$ – фон	5,4	5,2	5,3
Фон + Д 20 т/га	5,4	5,5	5,4
Фон + Д 40 т/га	5,4	5,8	5,5
Фон + Д 60 т/га	5,4	6,0	5,6
Фон + Д 80 т/га	5,4	6,2	5,8

определяли из одной навески по Куркаеву [1].

Биометрический анализ осуществляли путем отбора перед уборкой урожая 25 растений с каждой делянки опыта. Определяли высоту растений, длину метелки, число колосков в метелке, массу 1000 зерен, массу зерна с главной метелки, пустозерность метелки. Учет урожая проводили в фазе полной спелости путем уборки учетной делянки с последующим обмолотом и взвешиванием. Массу зерна пересчитывали на стандартную влажность и чистоту в соответствии с ГОСТ 3040-55.

Статистическую оценку результатов исследований выполняли с применением метода дисперсионного анализа [11].

Показатель pH почвенного раствора – один из основных параметров плодородия почвы, поскольку реакция среды влияет на подвижность и скорость поступления анионов и катионов в корни растений. До внесения дефеката pH_{KCl} почвенного раствора составляла 5,4 ед. После затопления почвы на фоне внесения минеральных удобрений в дозе $N_{120}P_{80}K_{60}$ отмечено слабое подкисление. В вариантах с применением дефеката кислотность почвенного раствора снижалась. Так, в фазе всходов риса показатель pH_{KCl} в зависимости от норм внесенного дефеката возрос на 0,1...0,8 ед., но уже к полной спелости зерна он несколько стабилизировался относительно первоначальных величин, и был равен контроле 5,3 ед., в вариантах с дефекатом – 5,4...5,8 ед. Возрастающие нормы дефеката (40; 60 и 80 т/га) обеспечивали оптимизацию кислотно-щелочного баланса. В вариантах с их использованием величины pH_{KCl} были выше контроля на 0,1; 0,2 и 0,3 ед. соответственно (табл. 1).

Динамику содержания нитратов и обменного аммония в почве рисовых полей определяет трансформация азотных соединений в связи со сменой окислительно-восстановительной обстановки и их потреблением растениями. Как известно, основным источником азотного питания на протяжении всей вегетации культуры служит аммонийная форма этого элемента. Нитратная форма азота не закрепляется в почвенно-поглощающем комплексе и после затопления почвы теряется.

До внесения дефеката содержание нитратного и аммонийного азота в почве составляло 12,6 и 10,5 мг/кг соответственно. После затопления рисового поля и создания восстановленной среды в почве соотношение этих форм резко изменилось: содержание $N\text{-}NO_3$ снизилось в 2,6 раза, и в такой же мере возросло количество $N\text{-}NH_4$. К фазе выметывания концентрация обеих форм азота уменьшилась. Причем нитратов в почве не обнаруживали по причине восстановления, только при повышенных нормах дефеката отмечали их следовые количества. После сброса воды с поля и уборки урожая риса, в результате улучшения воздушного режима почвы, содержание нитратов резко возросло, а аммонийного азота – снизилось (табл. 2).

Применение дефеката положительно влияло на азотный режим лугово-черноземной почвы. Так, в фазе всходов риса содержание нитратного и аммонийного азота в вариантах с его использованием было соответственно на 0,2...0,8 и 1,2...5,2 мг/кг больше, чем в контроле. В фазе выметывания содержание обменного аммония увеличивалось на 1,3...3,5 мг/кг.

Минеральные фосфаты в почвах рисовых полей представлены в основном малоподвижными формами, связанными с полуторными оксидами алюмо- и железофосфатов, а также фосфатами кальция. Результаты исследований показали, что до внесения удобрений содержание подвижного фосфора в почве составляло 48,5 мг/кг. В фазе всходов растений риса минеральные удобрения обеспечили увеличение его содержания на 11,8 % (54,2 мг/кг). Дефекат в нормах 20 и 40 т/га способствовал незначительному повышению концентрации подвижного фосфора относительно контроля – на 1,1 и 1,5 %. С увеличением нормы до 60 и 80 т/га его количество в почве, относительно контроля, снижалось на 3,0 и 9,3 % соответственно. Это связано не только с интенсивным потреблением фосфора растениями риса, но и переходом его в труднорастворимые менее доступные формы соединений благодаря кальцию, содержащемуся в дефекате (см. табл. 2).

В фазе выметывания потребление растениями риса фосфора снижалось и наблюдалось увеличение его содержания в почве всех вариантов: на 2,4 мг/кг в контроле и на 2,2...6,8 мг/кг в зависимости от нормы дефеката. При этом нормы 20; 40 и 60 т/га не обеспечивали сильного роста содержания в почве подвижного фосфора относительно фона – отмечено увеличение на 0,7; 1,4 и 0,3 % соответственно. Более высокая норма удобрения (80 т/га) даже в какой-то степени вызвала отрицательный эффект.

В фазе полной спелости зерна обеспеченность растений риса фосфором в вариантах с использованием различных норм дефеката была не-

2. Динамика содержания элементов питания в почве, мг/кг

Вариант	До внесения дефеката	Фаза вегетации риса		
		всходы	выметывание	полная спелость зерна
		$N\text{-}NO_3$		
$N_{120}P_{80}K_{60}$ – фон	12,6	4,8	нет	6,8
Фон + Д 20 т/га	12,6	5,0	нет	7,0
Фон + Д 40 т/га	12,6	5,2	следы	7,7
Фон + Д 60 т/га	12,6	5,4	0,1	8,4
Фон + Д 80 т/га	12,6	5,6	0,1	8,8
		$N\text{-}NH_4$		
$N_{120}P_{80}K_{60}$ – фон	10,5	26,8	20,5	11,3
Фон + Д 20 т/га	10,5	28,0	21,8	11,8
Фон + Д 40 т/га	10,5	30,5	23,0	12,0
Фон + Д 60 т/га	10,5	31,8	23,6	12,4
Фон + Д 80 т/га	10,5	32,0	24,0	12,5
		P_2O_5		
$N_{120}P_{80}K_{60}$ – фон	48,5	54,2	56,6	49,5
Фон + Д 20 т/га	48,5	54,8	57,0	50,0
Фон + Д 40 т/га	48,5	55,0	57,4	50,4
Фон + Д 60 т/га	48,5	52,6	56,8	50,8
Фон + Д 80 т/га	48,5	49,6	56,4	50,2
		K_2O		
$N_{120}P_{80}K_{60}$ – фон	246,4	269,8	250,5	245,0
Фон + Д 20 т/га	246,4	274,5	260,2	246,6
Фон + Д 40 т/га	246,4	279,0	266,4	250,1
Фон + Д 60 т/га	246,4	282,3	269,0	252,8
Фон + Д 80 т/га	246,4	288,6	272,4	254,9

3. Содержание биогенных элементов в растениях и зерне риса, % сухой массы

Вариант	Фаза вегетации риса			
	всходы	выметывание	полная спелость зерна	
	листья	листья + стебли	листья + стебли	зерно
		Азот (N)		
$N_{120}P_{80}K_{60}$ – фон	3,72	2,72	0,69	1,22
Фон + Д 20 т/га	3,80	2,88	0,71	1,24
Фон + Д 40 т/га	3,96	2,90	0,72	1,26
Фон + Д 60 т/га	3,99	2,94	0,73	1,25
Фон + Д 80 т/га	4,00	2,80	0,70	1,23
		Фосфор (P_2O_5)		
$N_{120}P_{80}K_{60}$ – фон	1,02	0,66	0,26	0,65
Фон + Д 20 т/га	1,14	0,68	0,26	0,66
Фон + Д 40 т/га	1,18	0,74	0,26	0,70
Фон + Д 60 т/га	1,20	0,72	0,24	0,68
Фон + Д 80 т/га	1,16	0,66	0,25	0,65
		Калий (K_2O)		
$N_{120}P_{80}K_{60}$ – фон	3,64	2,65	2,50	0,34
Фон + Д 20 т/га	3,70	2,70	2,54	0,37
Фон + Д 40 т/га	3,82	2,72	2,56	0,37
Фон + Д 60 т/га	3,81	2,71	2,52	0,35
Фон + Д 80 т/га	3,72	2,66	2,50	0,34

сколько выше, чем в контроле. К концу вегетации выявлено положительное влияние дефеката на содержание в почве подвижного фосфора. По отношению к контролю оно возрастало в зависимости от варианта на 1,0...2,6 %.

Наблюдения за динамикой содержания подвижного калия в почве показали, что растения риса интенсивно потребляли этот элемент питания, на что указывало его количественное уменьшение от фазы всходов до полной спелости зерна (см. табл. 2). В вариантах с внесением дефеката в нормах 20; 40; 60 и 80 т/га наблюдали увеличение содержания в почве подвижных форм этого элемента относительно контроля: в фазе всходов – на 1,7; 3,4; 4,6 и 7,0 %, в фазе выметывания – на 3,8; 6,3; 7,4 и 8,7 %, в фазе полной спелости – на 0,6; 2,1; 3,2 и 4,0 % соответственно. Следовательно, применение дефеката благоприятно отразилось на калийном статусе почвы, обеспечивая очень высокий уровень содержания в ней этого элемента.

Накопление биогенных элементов в растениях определяется их генотипическими особенностями и этапами онтогенеза, почвенно-климатическими условиями произрастания, уровнем содержания элементов питания в почве. Концентрация азота в вегетативных органах риса зависела от фаз вегетации растений (табл. 3). Наибольшей она была в фазе всходов, самой низкой – при полной спелости зерна. Так, в фазе всходов в контрольном варианте содержание азота в листьях риса составляло 3,72 % сухой массы. Возрастающие нормы дефеката (20; 40; 60 и 80 т/га) повышали величину этого показателя до 3,80; 3,96; 3,99 и 4,00 % сухой массы соответственно.

В фазах выметывания и полной спелости количество азота в вегетативной массе растений в контроле составляло 2,72 и 0,69 % сухой массы соответственно, в зерне риса – 1,22 %. Внесение дефеката оказало положительное влияние на накопление этого элемента. В фазах выметывания и полной спелости наибольшее содержание азота в надземных вегетативных органах риса отмечено при нормах дефеката 40 и 60 т/га (2,90...2,94 и 0,72...0,73 % сухой массы соответственно). В этих же вариантах наблюдали максимальное в опыте количество азота в зерне риса.

Внесение дефеката оказало положительное влияние на содержание фосфора в растениях и зерне риса (см. табл. 3). Причем степень воздействия на величину этого показателя определялась нормой дефеката. В начале вегетации содержание фосфора в листостебельной массе растений риса в вариантах с нормами 20; 40; 60 и 80 т/га составляла соответственно 1,14; 1,18; 1,20 и 1,16 % сухого вещества против 1,02 % в контроле. К фазе выметывания эти различия несколько сглаживались. Наибольшее содержание фосфора в растениях риса наблюдали при дозах 40 и 60 т/га. Внесение дефеката стимулировало аттракцию фосфора из вегетативных в генеративные органы растений. Содержание его в зерне риса в вариантах с применением дефеката 20; 40; 60 и 80 т/га было на 0...0,05 % больше, чем в контроле, и варьировало в диапазоне 0,65...0,70 %. Причем наибольшее количество фосфора в зерне риса отмечали при внесении дефеката в норме 40 т/га.

Калий преимущественно накапливается в надземных вегетативных органах растений риса – в стеблях и листьях. Содержание его в зерне относительно невысокое. В течение вегетации во всех вариантах опыта динамика величины этого показателя имела слабо выраженную тенденцию к снижению от фазы всходов к полной спелости зерна. Можно предположить, что в конце вегетации риса происходит отток калия в почву. Дефекат способствовал увеличению его содержания в надземных органах растения относительно фонового варианта (см. табл. 3).

В надземных вегетативных органах риса содержание калия в зависимости от нормы дефеката возрастало относительно контроля в фазе всхо-

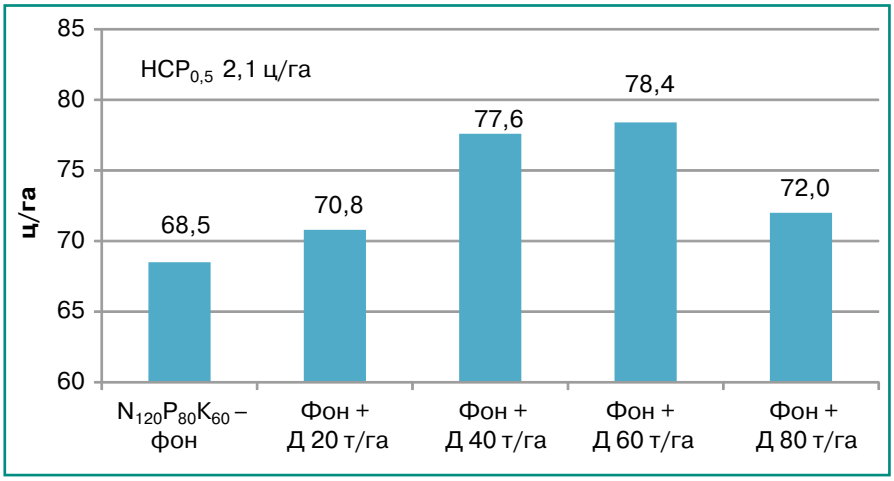


Рисунок. *Урожайность риса при внесении дефеката.*

дов на 0,06...0,18 %, выметывания – на 0,01...0,07, полной спелости зерна – на 0,02...0,06 % сухой массы. Причем наибольшее его количество в растениях риса отмечено при норме 40 т/га. Содержание калия в зерне риса в вариантах с дефекатом составляло 0,34...0,37 % сухой массы и превышало контроль на 0...0,03 %, а максимальная в опыте величина этого показателя отмечена при нормах 20 и 40 т/га.

Уровень урожая сельскохозяйственных культур определяют почвенно-климатические, эколого-агрохимические, биологические факторы, а также агротехнология выращивания, один из элементов которой – применение агрохимических средств [12, 13, 14]. Дефекат, вносимый на лугово-черноземной почве, оказал положительное влияние на агрохимические показатели ее плодородия и минеральное питание растений, что способствовало наиболее полной реализации потенциальной продуктивности риса (см. рисунок).

Урожайность риса на фоне внесения минерального удобрения $N_{120}P_{80}K_{60}$ была относительно высокой – 68,5 ц/га. Применение дефеката в нормах 20; 40; 60 и 80 т/га способствовало ее увеличению до 70,8; 77,6; 78,4 и 72,0 ц/га, что выше контроля на 2,3; 9,1; 9,9 и 3,5 ц/га, или на 2,3; 11,3; 14,5 и 5,1 % соответственно. Наибольшие прибавки отмечены при использовании дефеката в нормах 40 и 60 т/га.

Биометрический анализ растений показал, что рост урожайности риса при нормах дефеката 40 и 60 т/га относительно фона происходит вследствие увеличения длины главной метелки (16,1 и 16,4 соответственно против 15,6 см), числа колосков в метелке (140,5 и 141,0 против 134,5 шт.), массы зерна с метелки (3,4 против 2,9 г) и снижения её пустозерности (15,1 и 15,5 соответственно против 16,0 %).

Таким образом, внесение дефеката под посев риса способствовало улучшению агрохимических показателей лугово-черноземной почвы и минерального питания растений. Под его действием снижалась кислотность почвенного раствора (с 5,5...6,2 до 5,4...5,8 ед.), увеличивалось содержание в почве нитратного азота – в период всходов на 0,2...0,8 мг/кг, полной спелости – на 0,2...2,0 мг/кг, обменного аммония – на 1,2...5,2 и 0,5...1,2 мг/кг; подвижного фосфора – на 0,6...1,6 и 0,5...1,3 мг/кг; подвижного калия – на 4,7...18,8 и 1,6...9,9 мг/кг соответственно. Максимальную в опыте концентрацию биогенных элементов в вегетативных органах риса отмечали в фазе всходов: азота – 3,8...4,0 % сухой массы; фосфора – 1,14...1,20 %; калия – 3,70...3,82 % сухой массы. Наименьшее их содержание – в период полной спелости зерна. Наибольшие прибавки урожайности зерна риса отмечены при нормах дефеката 40 и 60 т/га (9,1 и 9,9 ц/га соответственно).

Литература.

1. Шеуджен А. Х. Агрохимия и физиология питания риса. Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005. 1012 с.
2. Использование осадков сточных вод на удобрение / Р. Ф. Байбеков, Г. Е. Мерзлая, Р. А. Афанасьев и др. // Плодородие. 2013. № 5 (74). С. 33–35.
3. Байбеков Р. Ф., Мерзлая Г. Е., Власова О. А. Использование органических отходов для удобрения агроценозов // Земледелие. 2015. № 2. С. 34–36.
4. Экология применения органических удобрений / В. Г. Сычев, О. А. Соколов, А. А. Завалин и др. М.: ВНИИА, 2017. 336 с.
5. Подколзин А. И. Плодородие почвы и эффективность удобрений в земледелии юга Росси. М.: МГУ, 1997. 182 с.
6. Красюк Н. А. Еще раз об использовании отходов свеклосахарного производства // Сахар. 2015. № 2. С. 53–54.
7. Сутулин А. Ф. Влияние видов удобрений на урожайность кукурузы в условиях Воронежской области // Кукуруза и сорго. 2012. № 1. С. 19–23.
8. Шеуджен А. Х., Хурум Х. Д., Лебедовский И. А. Микроэлементы и формы их соединений в почвах Кубани. Майкоп: ОАО «Полиграфиздат «Адыгея», 2008. 56 с.
9. Интенсивность дыхания и активность окислительно-восстановительных ферментов почв в зависимости от сельскохозяйственного использования / А. Х. Шеуджен, О. А. Гуторова, И. А. Лебедовский и др. // Российская сельскохозяйственная наука. 2018. № 2. С. 40–43.
10. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 488 с.
11. Шеуджен А. Х., Бондарева Т. Н. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов. Майкоп: Полиграф-Юг, 2015. 664 с.
12. Байбеков Р. Ф. Агроэкологическое состояние почв при длительном применении удобрений. М.: ЦИНАО, 2003. 192 с.
13. Кидин В. В. Основы питания растений и применения удобрений. М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2008. Ч. 1. 415 с.
14. Назарюк В. Н. Эколого-агрохимические и генетические проблемы регулируемых агроэкосистем. М.: Изд-во СО РАН, 2004. 240 с.

Ecological and Agrochemical Evaluation of Defecation Residues Efficiency in Rice Crops

A. Kh. Sheudzhen[1,2], O. A. Gutorova[1,2], T. N. Bondareva[1,2], L. M. Onischenko[1], H. D. Hurum[1], S. V. Esipenko[1]

[1]I. T. Trubilin Kuban State Agrarian University, ul. Kalinina, 13, Krasnodar, 350044, Russian Federation

[2]All-Russian Research Institute of Rice Breeding, pos. Belozernyi, 3, Krasnodar, 350921, Russian Federation

Abstract. *The purpose of this work was to study the influence of defecate on agrochemical indicators of soil and productivity of rice agrocenosis. The experiment was carried out in Krasnodar Krai on meadow-chernozem weakly leached low-humus heavy loamy soil. Mineral fertilizers and defecation residues (D) were applied during tillage according to the scheme: N120P80K60 – the background (the control); the background + D, 20 t/ha; the background + D, 40 t/ha; the background + D, 60 t/ha; the background + D, 80 t/ha. Prior to the sowing of rice and fertilization, as well as in the phases of seedlings, ear formation and full ripeness of grain, soil samples were taken from the 0–20 cm layer. The acidity of the soil solution (pH(KCl)), the content of nitrate (N-NO3) and ammonium nitrogen (N-NH4), mobile phosphorus (P2O5) and potassium (K2O) were determined in the samples. In the same phases of vegetation, plants were selected to determine the content of nitrogen, phosphorus and potassium in them and the grain of rice. Accounting for the rice harvest was carried out in the phase of full ripeness. The application of defecate reduced pH(KCl) from 5.5–6.2 units in the phase of shoots to 5.4–5.8 units in the phase of full ripeness of grain. During the shooting stage, the content of N-NO3 in the soil was more by 0.2–0.8 mg/kg, than in the control, N-NH4 – by 1.2–5.2 mg/kg, mobile P2O5 – by 0.6–1.6 mg/kg, and mobile K2O – by 4.7–18.8 mg/kg. In the full ripeness of grain, the excess was 0.2–2.0; 0.5–1.2; 0.5–1.3 and 1.6–9.9 mg/kg, respectively. Increasing rates of defecation residues (40, 60 and 80 t/ha) provided the greatest content of nutrients in soil and rice plants. The application of defecate in the rates of 20, 40, 60 and 80 t/ha increased the yield of rice by 0.23, 0.91, 0.99 and 0.35 t/ha, respectively, in comparison with the control. The use of defecate positively affected the fertility of meadow-chernozem soil and mineral nutrition of rice plants, which contributed to the fullest realization of its potential productivity.*

Keywords: *rice agrocenosis; defecate; soil fertility; mineral nutrition of rice; yield.*

Author Details: *A. Kh. Sheudzhen, D. Sc. (Biol.), member of the RAS, head of department, head of division (e-mail: ashad.sheudzhen@mail.ru); O. A. Gutorova, Cand. Sc. (Biol.), assoc. prof., leading research fellow (e-mail: oksana.gutorova@mail.ru); T.N. Bondareva, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof., leading research fellow; L.M. Onischenko, D. Sc. (Agr.), prof.; H.D. Hurum, D. Sc. (Agr.), prof.; S.V. Esipenko, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.*

For citation: *Sheudzhen A.Kh., Gutorova O.A., Bondareva T.N., Onischenko L.M., Hurum H.D., Esipenko S.V. Ecological and Agrochemical Evaluation of Defecation Residues Efficiency in Rice Crops. Zemledelije. 2018. No. 6. Pp. 27–30 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10607.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10608
УДК 633:635.65:631.587(571.1.)

Повышение продуктивности бобов кормовых на лугово-черноземных почвах Омского Прииртышья

А. Ю. ТИМОХИН, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник[1], магистрант[2] (e-mail: timoxin514@mail.ru)
В. С. БОЙКО[1], доктор сельскохозяйственных наук, врио директора (e-mail: sibniish@bk.ru; 55asc@bk.ru)
[1]Омский аграрный научный центр, просп. Королева, 26, Омск, 644012, Российская Федерация
[2]Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, пл. Институтская, 1, Омск, 644008, Российская Федерация

Исследования проводили в 2011–2017 гг. на стационаре сектора кормопроизводства на орошаемых землях Омского аграрного научного центра. Бобы кормовые (Faba bona Medic) сорт Сибирские выращивали в восьмипольном орошаемом севообороте. Изучали влияние следующих факторов: допосевное внесение фосфорсодержащих удобрений (А) – P_{60} и P_0; допосевное внесение азотных удобрений и микроэлементов (В) – N_{30}+Mo, N_{30} и N_0; последействие фонов с различным содержанием фосфора (С) – средняя обеспеченность подвижным фосфором (по Чирикову), 50…100 мг/кг почвы (фон 0); повышенная, 100…120 мг/кг почвы (фон I) и 140…150 мг/кг почвы (фон II); высокая, 150…200 мг/кг почвы (фон III). То есть варианты N_{30}+MoP_{60}, $N_{30}P_{60}$, P_{60}, N_{30}+Mo, N_{30} и N_0, наложенные поперек четырех фонов по обеспеченности фосфором, образовали 24-вариантную схему опыта. Создание благоприятных условий для жизнедеятельности микроорганизмов в орошаемой лугово-черноземной почве на фонах с применением азотно-фосфорных удобрений способствовало повышению разложения целлюлозы в ризосфере бобов кормовых на 10…12 процентных пункта. В среднем за 2013–2017 гг. бобы кормовые достоверно положительно реагировали на улучшение условий минерального питания от действия и последействия фосфорных удобрений, которые в сочетании с N_{30}+Mo обеспечили сбор до 4,58 т/га семян при 2,50 т/га в контроле или выше на 83 %. Внесение до посева 1 кг д.в. аммофоса окупалось в среднем по фактору А 16 кг семян бобов кормовых. Действие азотных удобрений выражено слабее и нестабильно по вариантам, прибавка урожайности носила характер положительной тенденции.

Ключевые слова: *орошение, азот, фосфор, калий, микробиологическая активность почвы, зернобобовые, бобы кормовые, Faba bona Medic, урожайность семян, содержание белка в семенах.*

Для цитирования: *Тимохин А. Ю., Бойко В. С. Повышение продуктивности бобов кормовых на лугово-черноземных почвах Омского Прииртышья // Земледелие. 2018. № 6. С. 31–34. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10608.*

Во многих хозяйствах из-за острого белкового дефицита происходит большой перерасход кормов и производится дорогостоящая продукция [1, 2]. Бобы кормовые содержат в семенах значительное количество белка и ценных аминокислот при сравнительно низкой концентрации антипитательных веществ (гликозидов, танинов, ингибиторов протеаз). Это позволяет доводить их долю в концентратной части рациона в зависимости от вида животного до 25...30 % [3, 4].

Чтобы создать изобилие высокобелковых продуктов и полностью обеспечить население продовольствием, а сельскохозяйственных животных полноценными кормами, необходимо обратить внимание на повышение урожайности зернобобовых культур, в том числе бобов кормовых [5, 6, 7].

На территории юга Западной Сибири доминируют почвы черноземного ряда – обыкновенные, южные черноземы, лугово-черноземные почвы и выщелоченные черноземы. Им свойственны небольшая мощность гумусового горизонта, но относительно высокое содержание гумуса, например, в лесостепи в горизонте А оно составляет 5...9 % и резкое снижается вниз по профилю [8]. В предшествующий период (1966–1990 гг.) увеличение применения минеральных и органических удобрений в регионе способствовало сокращению отрицательного баланса элементов питания к 1986–1990 гг. до 11,4 кг/га, а по фосфору обеспечило положительный баланс – 13,5 кг/га. Дефицит баланса по азоту в эти годы был в 2 раза меньше, чем сегодня, по калию – в 1,5 раза, оставаясь все же отрицательным. В дальнейшем объемы работ по сохранению плодородия почв резко сократились, а такие как химическая мелиорация прекратились совсем [9].

Цель исследований – выявить влияние различного уровня удобренности орошаемой лугово-черноземной почвы на продуктивность и качество семян бобов кормовых.

Исследования проводили в 2011–2017 гг. на стационаре сектора кормопроизводства на орошаемых землях Омского АНЦ. Бобы кормовые выращивали в восьмипольном орошаемом севообороте.

Объект исследований – бобы кормовые (*Faba bona* Medic) сорт Сибирские. Выведен Сибирским НИИ кормов совместно с Алтайским НИИ сельского хозяйства. Включен в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Российской Федерации. Растение средней высоты, стеблей мало, узлов среднее количество. Масса 1000 семян – от 380 до 450 г. Устойчив к растрескиванию. Сорт среднеспелый, от всходов до цветения проходит 36 дней, а до полного созревания – 95 дней [10].

Изучали влияние следующих факторов: допосевное внесение фосфорсодержащих удобрений (А) – P_{60} и P_0; допосевное внесение азотных удобрений и микроэлементов (В) – N_{30}+Mo, N_{30} и N_0; последействие фонов с различным содержанием фосфора (С) – средняя обеспеченность подвижным фосфором (по Чирикову), 50...100 мг/кг почвы (фон 0); повышенная, 100...120 мг/кг почвы (фон I) и 140...150 мг/кг почвы (фон II); высокая, 150...200 мг/кг почвы (фон III). То есть варианты N_{30}+MoP_{60}, $N_{30}P_{60}$, P_{60}, N_{30}+Mo, N_{30} и N_0, наложенные поперек четырех фонов по обеспеченности фосфором, образовали 24-вариантную схему опыта. Разная обеспеченность фосфором сложилась к периоду проведения эксперимента из-за различного его баланса в соответствующих вариантах, в том числе фон II, находясь в одной градации с фоном I, более обеспечен фосфором. Это позволило смоделировать различные условия азотно-фосфорного питания, в сравнении с контролем (без удобрений).

Размер делянок –360 м², учетная площадь – 36 м², повторность

1. Содержание нитратного азота в почве орошаемого стационара, 2011–2015 гг. (мг/кг почвы)

Вариант	Слой почвы, м	Фон по обеспеченности P_2O_5			
		0	I	II	III
		Весна			
Без удобрений	0,0...0,4	9,3	11,0	9,8	11,2
	0,4...0,6	3,3	3,1	3,5	2,8
		Осень			
N_{30}+MoP_{60}	0,0...0,4	6,3	5,0	8,2	8,4
	0,4...0,6	4,3	3,4	2,9	3,9
Без удобрений	0,0...0,4	4,9	3,3	3,5	4,2
	0,4...0,6	1,0	2,0	0,8	0,7

3-кратная. Учеты и наблюдения проводили по общепринятым методикам: содержание нитратного азота определяли по Грандваль-Ляжу, подвижные формы фосфора и калия – по Чирикову в слоях 0,0...0,2 и 0,2...0,4 м [11]. Весной определяли в почве содержание азота в вариантах без удобрений, осенью – азота, фосфора и калия в наиболее контрастных вариантах – N_{30}+MoP_{60} и без удобрений – на всех четырех фонах по обеспеченности фосфором. Интенсивность разложения целлюлозы в почве определяли в полевых условиях аппликационным методом Тихомировой [12]. Биохимический анализ семян бобов осуществляли в лаборатории генетики, физиологии и биохимии растений ФГБНУ «Омский АНЦ». В абсолютно сухой навеске определяли содержание белка на автоматическом анализаторе «Kjeltek Auto 1030 Analyzer»; жира – в аппарате Сокслета по разности обезжиренного и необезжиренного остатка. Статистическую обработку данных проводили по Б. А. Доспехову [13].

Удобрения вносили в соответствующих вариантах до посева бобов сеялкой СЗ-3,6. Посев бобов осуществляли 17–21 мая сеялкой СЗ-3,6 сплошным рядовым способом с шириной междурядий 15 см. Норма высева – 0,6 млн шт./га. В период вегетации (9–12 июня) посевы обрабатывали гербицидом Пивот (0,8 л/га). Учет и уборку урожая проводили в третьей декаде сентября комбайном Сампо-130. Заданный режим увлажнения почвы в интервале от влажности разрыва капилляров (ВРК) до наименьшей влагоемкости (НВ) в слоях 0,0...0,6 и 0,0...1,0 м в дополнение к атмосферным осадкам поддерживали вегетационными поливами дождевальной машиной ДКШ-64 «Волжанка». Поливная норма – 300 м^3/га. Наименьшая влагоемкость для слоя 0,0...0,6 м – 184 мм, 0,0...1,0 м – 297 мм. В остальном агротехника возделывания бобов кормовых была общепринятой.

Почва – лугово-черноземная, среднемощная, среднегумусная, тяжелосуглинистая с содержанием гумуса в слое 0,0...0,4 м – 5,9...6,4 %, мощность гумусового горизонта – 0,45 м. Реакция почвенной среды в пахотном слое нейтральная (pH водной вытяжки – 7,0...7,2). Содержание подвижных форм Mo среднее: в слое 0,0...0,2 м – 0,29...0,31 мг/кг почвы, 0,2...0,4 м – 0,22...0,24 мг/кг. Грунтовые воды осенью в среднем за период исследований находились на уровне 3 м.

Содержание нитратного азота перед посевом бобов кормовых варьировало по годам, однако средние данные за 5 лет свидетельствуют об однородности слоя 0,0...0,4 м независимо от обеспеченности подвижным фосфором. В среднем по фонам величина этого показателя составила 10,3 мг/кг почвы, что соответствует среднему уровню по существующей оценочной шкале обеспеченности. В слое 0,4...0,6 м содержание нитратов было незначительным – 2,8...3,5 мг/кг, из-за большого выноса во втором полуметре азот практически отсутствовал. К уборке в этих вариантах содержание азота в слое 0,0...0,4 м было в 2,6 раза ниже, чем весной, что свидетельствует об относительно полном его использовании (табл. 1).

Режим фосфора в полях, занятых бобами, отражал общую закономерность, сложившуюся в восьмипольном севообороте за длительный период многовариантного использования. Содержание подвижного P_2O_5 в вариантах без внесения фосфорных удобрений составляло в среднем 116 мг/кг почвы, повышаясь до 191 мг/кг при их ежегодном использовании.

Концентрация подвижного калия слабо зависела от варианта удобренности и фона по обеспеченности фосфором и соответствовала очень высокому уровню. Такое его содержание характерно для почв южной лесостепи Омского Прииртышья и не лимитирует реализацию потенциала продуктивности культур при интенсивном использовании пашни [14].

Наблюдения за численностью и активностью микрофлоры, от характера развития которой зависит почвообразовательный процесс [15], показало, что создание благоприятных условий для жизнедеятельности микроорганизмов в орошаемой лугово-черноземной почве на фонах с применением азотно-фосфорных удобрений повышало разложение целлюлозы в ризосфере бобов кормовых на 10...12 %, что свидетельствует об улучшении питательного режима (см. рисунок).

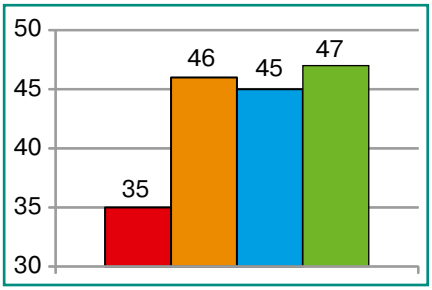


Рисунок. *Разложение целлюлозы в зависимости от фона удобренности (2012–2013 гг.), %: ■ – контроль; ■ – фон 0; N_{30}; ■ – фон II, P_{60}; ■ – фон II, N_{30}+MoP_{60}.*

Бобы кормовые обладают высокой потенциальной урожайностью. В наиболее благоприятном для их выращивания 2015 г. сбор семян варьировал от 2,23 до 6,60 т/га, составив в среднем по опыту 4,48 т/га.

В среднем за 2013–2017 гг. бобы кормовые достоверно положительно реагировали на улучшение условий минерального питания в результате действия и последействия фосфорных удобрений, которые в сочетании с N_{30}+Mo обеспечили сбор до 4,58 т/га семян при 2,50 т/га в контроле, или выше на 83 %. В среднем по фактору допосевное внесение аммофоса повышало сбор семян с 3,29 до 4,26 т/га, или на 29 % при слабой отзывчивости на азотные удобрения и микроэлементы (табл. 2). Внесение до посева 1 кг д.в. аммофоса в среднем по фак-

2. Урожайность бобов кормовых в зависимости от условий минерального питания (2013–2017 гг.), т/га

Вариант удобренности		Фон по обеспеченности P_2O_5 (фактор С)				Среднее по фактору	
фосфор (фактор А), кг д.в./га	азот, Mo (фактор В) кг д.в./га	0	I	II	III	A	B
P_{60}	N_{30}+Mo	4,32	4,25	4,94	4,06	4,26	3,86*
	N_{30}	4,09	4,18	4,37	4,03		
	0	3,87	4,21	4,58	4,22	3,29	3,72**
0	N_{30}+Mo	2,53	3,06	3,58	4,13		
	N_{30}	2,52	2,95	3,49	4,09		3,75***
	0	2,50	3,13	3,76	3,74		
Среднее, С		3,30	3,63	4,12	4,05		
$НСР_{05}$: А – 0,35; В – $F_ф < F_{05}$; С – 0,52; для частных средних – 1,52							

** – среднее для N_{30}+Mo; ** – среднее для N_{30}; *** – среднее для N_0.*

3. Биохимическая характеристика семян бобов кормовых с разных фонов удобренности (2011–2014 гг.), %

Вариант удобренности		Фон по обеспеченности P_2O_5 (фактор С)				Среднее по фактору	
фосфор (фактор А), кг д.в./га	азот (фактор В), кг д.в./га	0	I	II	III	А	В
Белок							
P_{60}	N_{30}+Mo	31,71	31,58	32,38	32,85	32,23	32,21
	N_{30}	31,04	32,27	32,77	32,69		
	0	31,34	32,20	32,70	33,26		32,32
0	N_{30}+Mo	31,68	31,99	32,74	32,77	32,42	
	N_{30}	31,83	32,02	32,67	33,28		32,45
	0	31,73	32,10	32,86	33,41		
Среднее, С		31,55	32,03	32,69	33,04		
$НСР_{05}$: А – $F_ф < F_{05}$; В – $F_ф < F_{05}$; С – 0,87; для частных средних – 2,13							
Жир							
	N_{30}+Mo	0,94	0,55	0,70	1,36	1,05	0,93
P_{60}	N_{30}	0,85	0,78	1,19	1,58		
	0	0,94	0,84	1,00	1,86		1,12
	N_{30}+Mo	0,92	0,77	0,90	1,35	1,06	
0	N_{30}	0,96	0,89	1,08	1,60		1,10
	0	0,91	0,77	1,30	1,23		
Среднее, С		0,92	0,77	1,03	1,49		
$НСР_{05}$: А – $F_ф < F_{05}$; В – $F_ф < F_{05}$; С – 0,31; для частных средних – 0,75							

тору А окупалось 16 кг семян бобов кормовых.

Вклад повышенной и высокой обеспеченности почвы подвижным фосфором в увеличение семенной продуктивности бобов кормовых выразился ростом урожайности семян с 3,30 до 4,05...4,12 т/га, или в среднем на 23...25 %.

Бобы кормовые отличались высоким содержанием белка в семенах. Однако улучшение условий азотного и фосфорного питания путем внесения минеральных удобрений перед посевом культуры не оказало большого влияния на величину этого показателя (табл. 3).

Стоит отметить положительное влияние фонов с повышенной и высокой обеспеченностью почвы подвижным фосфором на белковость семян, которая увеличивалась с 31,55 % до 32,69...33,04 %.

Сочетание предпосевного внесения N_{30}+Mo, N_{30} и последействия фонов с повышенным и высоким содержанием доступного фосфора повышало содержание белка в семенах бобов кормовых с 31,73 % в контроле до 32,74...32,77 %, или на 1,01...1,04 %, наложение предпосевного внесения P_{60} на эти факторы – до 32,38...32,85 %.

Максимальное в опыте содержание белка отмечали на фоне с высокой обеспеченностью почвы подвижным фосфором без применения средств интенсификации – 33,41 %, что на 1,68 % превосходило величину аналогичного показателя в контроле. В различные годы исследований содержание белка сильно варьировало – от 29,83 до 34,21 % в среднем по опыту.

Количество жира в семенах бобов в 2011–2014 гг. также зависело от условий минерального питания. Сочетание фона с высоким содержанием доступного фосфора и внесения фосфорсодержащих удобрений повышало величину этого показателя до 1,86 %, что вдвое больше, чем в контроле. Это происходило в основном благодаря последействию фона с высоким содержанием фосфора, так как в среднем по этому фактору фоны с повышенным и высоким содержанием P_2O_5 способствовали достоверному увеличению доли жира в семенах с 0,92 до 1,03...1,49 %.

В среднем по фактору В отмечали тенденцию снижения количества жира при внесении азотных удобрений с 1,10 до 0,93 %. Под влиянием фосфорсодержащих удобрений величина этого показателя изменялась незначительно.

Бобы кормовые характеризовались пониженным содержанием жира в семенах. Низкая величина этого показателя (около 1 %) – условие сохранения высокой полевой всхожести в течение многих лет. Это позволяет вводить их в рацион сельскохозяйственных животных без дополнительных затрат на обработку семян. Результаты исследований, проведенных совместно с отделом животноводства ФГБНУ «Омский АНЦ» [16], свидетельствуют, что введение в рацион животных опытной группы кормовых бобов в составе концентратных смесей усиливало ферментативные процессы в рубце, а это, в свою очередь, способствовало лучшему усвоению питательных веществ рациона и получению повышенных приростов живой массы.

Таким образом, в южной лесостепи Западной Сибири на орошаемой лугово-черноземной почве продуктивность бобов кормовых зависит от условий питания подвижным фосфором, благодаря улучшению которых как путем допосевного внесения фосфорсодержащих удобрений, так и в результате их последействия, можно достичь достоверного увеличения сбора семян до 4,50 т/га и более. Действие азотных удобрений выражено слабее и нестабильно по вариантам, отмечена только тенденция к прибавке урожайности.

Литература.

1. Полевое кормопроизводство / А. С. Шпаков, Ю. К. Новоселов, В. Н. Киреев и др.: справочник по кормопроизводству. М.: Российская академия сельскохозяйственных наук, 2014. С. 240-419.

2. Кашеваров Н. И. Проблемные вопросы сельского хозяйства и кормопроизводства. Новосибирск: Сибирский научно-исследовательский институт кормов РАСХН, 2016. 105 с.

3. Горох, люпин, вика, бобы: оценка и использование в кормлении сельскохозяйственных животных / В. М. Косолапов, А. И. Фицев, А. П. Гаганов и др. М.: ООО «Угрешская типография», 2009. 373 с.

4. Иванова С. Н. Химический состав кормовых бобов // Кормопроизводство. 2011. № 3. С. 32–33.

5. Панова Я. Э., Демьянова-Рой Г. Б. Значение зернобобовых культур для сельскохозяйственного производства Костромской области // Труды Костромской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. Вып. 82. С. 11–16.

6. Тимохин А. Ю. Повышение продуктивности зернобобовых культур на лугово-черноземных почвах Омского Прииртышья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Красноярск, 2017. 20 с.

7. Буряков Н. П., Алешин Д. Е. Молочная продуктивность и баланс азота у коров при разном уровне зерна люпина в составе комбикормов // Зоотехния. 2018. № 1. С. 16–20.

8. Красницкий В. М. Агрохимическая и экологическая характеристики почв Западной Сибири. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, 2002. 144 с.

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

10. Кормовые бобы «Сибирские» / Н. И. Кашеваров, Р. И. Полюдина, А. А. Полищук и др. // Кормопроизводство. 2008. № 4. С. 20–21.

11. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.

12. Тихомирова Л. Д. Методика наблюдений за эффективным плодородием почвы по степени разложения целлюлозы // Сиб. вестник с.-х. науки. 1973. № 4. С. 35–37.

13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд. М.: Колос, 1985. 351 с.

14. Бойко В. С., Тимохин А. Ю., Морозова Е. Н. Калийный режим зональных почв Омского Прииртышья // Земледелие. 2015. № 4. С. 10–12.

15. Влияние длительного применения удобрений на биологическую активность чернозема выщелоченного / Н. Н. Шулико, О. Ф. Хамова, Е. В. Падерина и др. // Плодородие. 2015. № 4 (85). С. 30–31.

16. Выращивание и использование в животноводстве кормовых бобов на юге Западной Сибири / В. С. Бойко, Р. Ф. Гизатулин, Г. Е. Акифьева и др. // Кормопроизводство. 2016. № 3. С. 16–20

Elevation of Productivity of Broad Beans on Meadow-Chernozem Soils of the Omsk Irtysh Region

A. Yu. Timokhin[1, 2], V. S. Boyko[1]
[1]Omsk Agrarian Scientific Center, prosp. Koroleva, 26, Omsk, 644012, Russian Federation
[2]P. A. Stolypin Omsk State Agrarian University, pl. Institutskaya, 1, Omsk, 644008, Russian Federation

Abstract. *The investigations were carried out in 2011–2017 on irrigated lands of Omsk Agrarian Scientific Center. Broad beans were grown in an eight-field irrigated crop rotation. The influence of the following factors was studied: presowing application of phosphorus-containing fertilizers: P60 and P0; presowing application of nitrogen fertilizers and trace elements: N30 + Mo, N30 and N0; the afteraction of backgrounds with different provision with mobile phosphorus: average provision, 50–100 mg/kg; increased provision, 100–120mg/kg and 140–150 mg/kg; high provision, 150–200mg/kg. In such a way, the variants N30 + MoP60, N30P60, P60, N30 + Mo, N30 and N0, superimposed on four backgrounds of phosphorus supply, formed a 24-variant experiment design. The creation of favourable conditions for the life of microorganisms in the irrigated meadow chernozem soil against the backgrounds with nitrogen-phosphorus fertilizers contributed to an increase in the decomposition of cellulose in the rhizosphere of broad beans by 10–12 percentage points. On average for 2013–2017, broad beans had reliable positive response to the improvement of conditions of mineral nutrition due to the action and afteraction of phosphorus fertilizers, which, in combination with N30 + Mo, ensured the harvesting of up to 4.58 t/ha of seeds, whereas in the control the yield was 2.50 t/ha; the gain was equal to 83%. The introduction of 1 kg of active ingredient of ammophos before sowing is compensated by 16 kg of seeds of broad beans on average over all varieties of presowing application of phosphorus. The effect of nitrogen fertilizers was less pronounced and unstable over the variants, a positive tendency of increasing yields was noted.*

Keywords: *irrigation; nitrogen; phosphorus; potassium; microbiological activity of soil; legumes; broad bean; Faba bona Medic; seed yield; protein content in seeds.*

Author Details: *A. Yu. Timokhin, Cand. Sc. (Agr.), research fellow, master's student (e-mail: timoxin514@mail.ru); V. S. Boyko, D. Sc. (Agr.), acting director (e-mail: sibniish@bk.ru; 55asc@bk.ru).*

For citation: *Timokhin A. Yu., Boyko V. S. Elevation of Productivity of Broad Beans on Meadow-Chernozem Soils of the Omsk Irtysh Region. Zemledelije. 2018. No. 6. Pp. 31–34 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10608.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10609
УДК 631. 811.98; 633.8

Эффективность микроэлементных удобрений при возделывании сои сорта Казачка в условиях Курской области

В. И. ЛАЗАРЕВ, доктор сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: vla190353@yandex.ru)
А. Я. БАШКАТОВ, научный сотрудник
Ж. Н. МИНЧЕНКО, научный сотрудник
Курский научно-исследовательский институт агропромышленного производства, пос. Черемушки, 10, Курская обл., 305026, Российская Федерация

Посевные площади сои в Курской области в последние годы имеют тенденцию к росту: в 2015 г. – 40 тыс. га, в 2016 г. – 136 тыс. га, в 2017 г. – 173 тыс. га, в 2018 г. – 216 тыс. га. Средняя урожайность культуры коле Human Evolution балась от 17,0 до 21,7 ц/га, а в передовых районах области (Беловский, Большесолдатский, Суджанский) достигала 21,4…29,7 ц/га, что свидетельствует о значительных резервах повышения ее урожайности. Цель исследований – изучение эффективности технологических схем возделывания сои сорта Казачка с использованием микроэлементных удобрений. Почва опытного участка – чернозем типичный мощный тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Содержание гумуса в пахотном слое составляет 6,1 %, подвижного фосфора (по Чирикову) – 15,6, обменного калия (по Масловой) – 11,3 мг/100 г почвы. Реакция почвенной среды нейтральная (pH 6,5...7,0). Содержание микроэлементов: B – 0,34 мг/кг, Zn–0,32 мг/кг, Cu– 0,30 мг/кг, Mg – 4,5 мг/100 г почвы. Схема опыта включала следующие варианты: без обработок препаратами (контроль); обработка посевов в фазе 2-го тройчатого листа сои (Микрофид Комплекс, 1,5 л/га) + в фазе 6-го тройчатого листа (МикроФид Цинк, 1,5 л/га); обработка посевов в фазе 2-го тройчатого листа (Микрофид Комплекс, 1,5 л/га) + в фазе 6-го тройчатого листа, МикроФид Бор (1,5 л/га). Обработка посевов сои в фазе 2-го тройчатого листа микроэлементным препаратом МикроФид Комплекс в дозе 1,5 л/га + МикроФид Бор или Цинк в фазе 6-го тройчатого листа в дозе 1,5 л/га повышала урожайность на 3,8…4,0 ц/га, или 14,8…15,6 %, в сравнении с контролем, увеличивала содержание белка в зерне на 3,61…3,11 %, жира – на 2,69…2,24 %. Использование этого приема экономически выгодно и экологически целесообразно.

Ключевые слова: *соя (Glycine max), чернозем типичный, урожайность, удобрения, микроэлементы Микрофид, экономическая эффективность.*

Для цитирования: *Лазарев В. И., Башкатов А. Я., Минченко Ж. Н. Эффективность микроэлементных удобрений при возделывании сои сорта Казачка в условиях Курской области // Земледелие. 2018. № 6. С. 34–36. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10609.*

В последние годы при нехватке производственных ресурсов и нерегулируемом росте цен на энергоносители в хозяйствах Курской области предпочтение отдают менее энергозатратным культурам и технологиям их возделывания. В этой связи представляет особый интерес расширение посевов сои – продовольственной, технической и кормовой культуры, которая имеет важное значение в решении белковой проблемы [1, 2].

По сравнению с зерном злаковых культур, семена сои содержат в 2…3 раза больше белковых веществ, что обеспечивает высокий выход переваримого протеина и незаменимых аминокислот с единицы площади [3].

Посевные площади сои в Курской области в последние годы имеют тенденцию к росту. Так, если в 2010–2015 гг. площади посева сои в области составляли 36...40 тыс. га, то в 2016 г. – 136 тыс. га, в 2017 г. – 173 тыс. га, в 2018 г. – 216 тыс. га. Средняя урожайность сои при этом колебалась от 17,0 ц/га в 2017 г. до 21,7 ц/га в 2016 г., а валовое производство в 2016 и 2017 гг. составило 294329...290909 т. При этом в передовых районах Курской области (Беловский, Большесолдатский, Суджанский) сбор семян культуры составлял 21,4…29,7 ц/га, что свидетельствует о значительных резервах повышения урожайности и увеличения валовых сборов.

Важнейшие элементы технологии возделывания сои – использование скороспелых и ультраскороспелых, высокопродуктивных сортов, эффективных систем защиты растений от сорняков, вредителей и болезней, научно-обоснованная система удобрения, разработанная с учетом содержания макро- и микроэлементов в почве.

Известно, что почвы в ЦЧР характеризуются низкой обеспеченностью подвижными формами микроэлементов [4, 5, 6]. В частности, в Курской области площади почв с низким содержанием подвижных форм бора составляют 38 %, меди – 58 %, марганца – 87 %, цинка – 97 % от обследованной пашни [7].

В этих условиях получение высоких и стабильных урожаев сои без внесения микроэлементных удобрений весьма

1. Влияние препаратов марки МикроФид на элементы структуры урожая сои сорта Казачка, 2015– 2017 гг.

Вариант	Длина стебля, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Количество бобов с 1 растения, шт.	Озерненность боба, шт.	Масса зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
Без обработки (контроль)	95,4	17,9	22,2	2,3	5,7	111,4
Микрофид Комплекс в фазе 2-го тройчатого листа + МикроФид Цинк в фазе 6-го тройчатого листа	107,2	22,7	25,3	2,4	6,9	113,5
Микрофид Комплекс в фазе 2-го тройчатого листа + МикроФид Бор в фазе 6-го тройчатого листа	107,8	23,0	25,5	2,5	7,2	113,3
$НСР_{05}$	7,8	3,2	2,0	0,1	0,9	1,4

проблематично. Поэтому разработка технологий возделывания сои, основанных на правильном подборе сортов, с учетом их особенностей и адаптации к почвенно-климатическим условиям возделывания, весьма актуальна и востребована сельхозтоваропроизводителями [8].

Основная цель нашего исследования – определение отзывчивости нового высокопродуктивного сорта сои Казачка на внесение микроэлементных удобрений, при возделывании на черноземных почвах Курской области.

Работу проводили в 2015–2017 гг. в полевых опытах Курского НИИ агропромышленного производства в севообороте со следующим чередованием культур: горохо-овсяная смесь – озимая пшеница – соя – яровая пшеница. Изучали эффективность микроэлементных удобрений марки Микрофид.

МикроФид Комплекс – универсальное комплексное жидкое микро-удобрение с высоким содержанием глицерина (9,7 %), кремния (3,6 %) и микроэлементов (Mg, B, Cu, Mn, Zn) в доступной хелатной форме. Препарат восполняет недостающие в почве и растениях элементы минерального питания. Рекомендуется для листовых подкормок в течение всего вегетационного периода, а также для предпосевной обработки семян. Благодаря высокому содержанию глицерина препарат обладает стимулирующим и защитным эффектом.

МикроФид Цинк – жидкое микроэлементное удобрение с высоким содержанием цинка (11 %) в доступной хелатной форме. Препарат содержит природное нейтральное ПАВ (цинк, глицерин, кремний), усиливающее проникновение элементов минерального питания в растения, а также растительные липиды, участвующие в формировании клеток. Препарат применяют практически на всех сельскохозяйственных культурах, особенно эффективен на кукурузе, свекле, картофеле и овощах.

МикроФид Бор – это жидкое микроудобрение с высоким содержанием бора (11 %) в доступной хелатной форме, глицерина и кремния, обеспечивающее максимальную усвояемость элементов минерального питания. Применяется на всех сельскохозяйственных культурах, особенно эффективен на посевах свеклы, подсолнечника, рапса и бобовых культурах [9].

Схема опыта включала следующие варианты: без обработок препаратами (контроль); обработка посевов в фазе 2-го тройчатого листа сои (Микрофид Комплекс, 1,5 л/га) + в фазе 6-го тройчатого листа (МикроФид Цинк, 1,5 л/га); обработка посевов в фазе 2-го тройчатого листа сои (Микрофид Комплекс, 1,5 л/га) + в фазе 6-го тройчатого листа, МикроФид Бор (1,5 л/га).

Норма посева – 0,6 млн всхожих семян на 1 га. Способ посева – рядовой с шириной междурядий 15 см. Микроэлементные препараты применял путем опрыскивания посевов (МТЗ-ОП-2000), норма расхода рабочей жидкости – 200 л/га. Биометрические показатели растений, продуктивность и качество семян определяли по методике Государственного сортоиспытания (1971). Для учета структуры урожая за 1…2 дня до начала уборки сои с каждой делянки отбирали по 4 сноповых образца. После просушки снопов определяли количество бобов с 1 растения; количество зерен в 1 бобе; массу зерна с 1 растения; массу 1000 зерен. Уборку урожая осуществляли самоходным комбайном «Сампо» прямым способом. Урожайность пересчитывали на 100 %-ную чистоту и 14 %-ную влажность.

Метеорологические условия в годы проведения эксперимента были типичными для Курской области. Среднесуточная температура вегетационного периода сои (май – сентябрь) в 2015 г. на 1,1°С превышала норму при сумме осадков равной 96,5 % от среднего многолетнего их количества. Периоды вегетации сои 2016 и 2017 гг. характеризовались более теплой (среднесуточная температура была на 1,3...1,6 °С выше средней многолетней) и более влажной погодой (сумма осадков за вегетационный период составила 118,6...101,8 % нормы – 341,8 мм в 2016 г. и 293,2 мм в 2017 г. при средней многолетней сумме осадков за этот период равной 288 мм).

Результаты и обсуждение. Обработка посевов микроэлементными удобрениями МикроФид Комплекс в фазе 2-го тройчатого листа и препаратами МикроФид Цинк и МикроФид Бор в фазе 6-го тройчатого листа оказывала стимулирующее влияние на растения сои, ускоряло наступление фенологических фаз развития: «цветение» и «спелость семян» сои наступали на 2...3 дня раньше, чем в контроле.

Использование изучаемых препаратов обеспечило улучшение структуры

2. Влияние микроэлементных удобрений марки МикроФид на урожайность сои сорта Казачка (2015–2017 гг.), ц/га

Вариант	Урожайность	Прибавка
Без обработок (контроль)	25,6	–
Микрофид Комплекс + МикроФид Цинк	29,4	3,8
Микрофид Комплекс + МикроФид Бор	29,6	4,0
$НСР_{05}$	2,0	

Для обработки экспериментальных данных использовали метод дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову.

Почва опытного участка – чернозем типичный мощный тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Содержание гумуса в пахотном слое составляет 6,1 %, подвижного фосфора (по Чирикову) – 15,6, обменного калия (по Масловой) – 11,3 мг/100 г почвы. Реакция почвенной среды нейтральная (pH 6,5...7,0). Содержание микроэлементов: B – 0,34 мг/кг, Zn–0,32 мг/кг, Cu– 0,30 мг/кг, Mg – 4,5 мг/100 г почвы.

урожая, в сравнении с контролем (табл. 1). Так, в варианте с обработкой посевов препаратом МикроФид Комплекс в фазе 2-го тройчатого листа и МикроФид Цинк в фазе 6-го тройчатого листа количество бобов с одного растения составило 25,3 шт., (в контроле – 22,2 шт.), озерненность боба – 2,4 шт. (в контроле – 2,3 шт.), масса зерна с одного растения – 6,9 г (в контроле –5,7 г), масса 1000 зерен – 113,5 г (в контроле – 111,4 г).

В варианте с использованием препарата МикроФид Комплекс в фазе 2-го тройчатого листа в сочетании с Микро-

3. Влияние микроэлементных удобрений марки МикроФид на качество семян сои сорта Казачка (2015–2017 гг.), %

Вариант	Белок	Жир	Клетчатка	Зола
Без обработок (контроль)	18,72	23,43	6,10	6,36
Микрофид Комплекс + МикроФид Цинк	22,33	26,12	5,83	5,90
Микрофид Комплекс + МикроФид Бор	21,83	25,67	5,80	6,00

4. Экономическая эффективность использования препаратов марки МикроФид на посевах сои, 2015–2017 гг.

Вариант	Затраты на 1 га, руб.	Урожайность, ц/га	Прибавка от применения препарата, ц/га	Стоимость прибавки, руб.	Условно чистый доход, руб./га
Без обработок (контроль)	–	25,6	–	–	–
Микрофид Комплекс + МикроФид Цинк	810	29,4	3,8	9500	8690-ЗВ*
Микрофид Комплекс + МикроФид Бор	975	29,6	4,0	10000	9025-ЗВ

**ЗВ – затраты, связанные с внесением препаратов (1413 руб/га).*

Фид Бор в фазе 6-го тройчатого листа количество бобов с одного растения увеличивалось до 25,5 шт., озерненность боба – до 2,5 шт., масса зерна с одного растения – до 7,2 г.

Важнейший морфологический признак сои, определяющий возможность и эффективность механизированной уборки, – высота растений и, особенно, прикрепления нижних бобов. Использование изучаемых удобрений оказало влияние на величины этих показателей. Так, средняя длина стебля растений сои в контроле составила 95,4 см, в вариантах с двукратной обработкой посевов препаратами МикроФид – 107,2...107,8 см, высота прикрепления нижнего боба – 17,9 и 22,7...23,0 см.

Лучшая структура урожая обеспечила более высокий сбор семян сои. Так, в варианте с обработкой посевов МикроФид Цинк урожайность была выше, чем в контроле (25,6 ц/га), на 3,8 ц/га (табл. 2). Замена препарата МикроФид Цинк на МикроФид Бор обеспечила получение практически равной прибавки – 4,0 ц/га. То есть на черноземных почвах со средним уровнем обеспеченности бором (0,34 мг/кг) и цинком (0,32 мг/кг) эффективность препаратов МикроФид Цинк и МикроФид Бор была примерно одинаковой.

Микроэлементные препараты оказывали положительное влияние на качество семян сои (табл. 3). Обработка посевов МикроФид Комплекс в фазе 2-го тройчатого листа + МикроФид Цинк в фазе 6-го тройчатого листа повышала содержание белка в зерне на 3,61 %, жира – на 2,69 %. Влияние препарата МикроФид Бор в фазе 6-го тройчатого листа было несколько ниже: повышение составило соответственно 3,11 и 2,24 %.

Использование микроэлементных удобрений при возделывании сои сорта Казачка повышало ее урожайность, увеличивало стоимость валовой продукции и, учитывая невысокую стоимость самих препаратов и малые нормы их внесения, было экономически выгодно (табл. 4). Так, обработка посевов препаратом МикроФид Комплекс в фазе 2-го тройчатого листа + МикроФид Цинк в фазе 6-го тройчатого листа способствовала повышению урожайности сои на 3,8 ц/га на сумму 9500 руб./га. При прямых производственных затратах, связанных с приобретением препаратов, равных 810 руб./га, величина условно чистого дохода составила 8690 руб./га за минусом затрат, связанных с собственно внесением препаратов (1413 руб/га). В варианте с использованием в фазе 6-го тройчатого листа препарата МикроФид Бор величина условно чистого дохода была несколько выше – 9025 руб/га, за минусом затрат, связанных с собственно внесением препаратов.

Выводы. Результаты проведенных испытаний свидетельствуют о высокой эффективности микроэлементных удобрений марки МикроФид на посевах сои сорта Казачка в условиях черноземных почв Курской области. Установлено, что обработка посевов в фазе 2-го тройчатого листа микроэлементным препаратом МикроФид Комплекс в дозе 1,5 л/га + МикроФид Бор или Цинк в фазе 6-го тройчатого листа в дозе 1,5 л/га повышала урожайность сои на 3,8...4,0 ц/га, или 14,8...15,6 % в сравнении с контролем, увеличивала содержание белка зерне на 3,61...3,11 %, жира на 2,69...2,24 %, была экономически выгодна и экологически целесообразна.

Литература.

1. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика). М.: ООО «Издательство АГРОРУС», 2004. Т. 1. 690 С.

2. Неттевич Э. Д. Влияние условий возделывания и продолжи-тельности на результаты оценки сорта по урожайности // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2001. № 23. С. 34–38.

3. Иванов А. Л., Кирюшин В. И. Состояние и перспективы освоения агротехнологий // Ресурсосберегающие технологии: опыт, проблемы, перспективы: сборник. Ульяновск: Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, 2007. С. 6–10.

4. Чекмарёв П. А. Агрохимическое состояние пахотных почв ЦЧО России // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 9. С. 17–20.

5. Лукин С. В. Мониторинг содержания микроэлементов Zn, Cu, Mo, Co, Pb, Cd, As, Hg в пахотных черноземах юго-запада Центрально-Черноземной зоны // Агрохимия. 2012 № 11. С. 52–59.

6. Мониторинг агрохимических показателей почв Липецкой области / П. А. Чекмарев, Ю. И. Сискевич, Н. С. Бровченко и др. // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 8. С. 9–16.

7. Эффективность микроэлементных удобрений в условиях Курской области / В. И. Лазарев, А. Я. Айдиев, И. А. Золотарева и др. Курск: Издательство Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2013. 139 с.

8. Кадыров С. В. Засоренность посевов сои на фоне применения почвенных и повсходовых гербицидов // Соя и другие бобовые культуры в Центральном Черноземье: сб. науч. трудов. Воронеж: ВГАУ им. К. Д. Глинки, 2001. С. 168–174.

9. Информация о микроэлементных удобрениях марки МикроФид [Электронный ресурс]. URL: http://gk-agrobusiness.ru/mikrofid-kompleks/ (дата обращения: 30.07.2018).

Efficiency of Fertilizers with Trace Elements in Cultivation of Soybean 'Kazachka' under Conditions of Kursk Region

V. Lazarev, A. Bashkatov, J. Minchenko
Kursk Research Institute of Agroindustrial Production, pos. Cheremushki, 10, Kurskaya obl., Russian Federation

Abstract. *Sown areas of soybean in Kursk region trend to growth: 40,000 ha in 2015, 136,000 ha in 2016, 173,000 ha in 2017, 216,000 ha in 2018. The average productivity of the crop varied from 1.70 to 2.17 t/ha; and in the leading districts of the region (Belovsky, Bol'shesoldatsky, Sudzhansky) it reaches 2.14–2.97 t/ha. This is an evidence of significant reserves for an increase in the yield of the culture. The aim of the research was to study the efficiency of technological schemes of the cultivation of soybean 'Kazachka' with the application of fertilizers with trace elements. The soil of the test plot was typical chernozem, thick, heavy loamy. The content of humus in the arable layer is 6.1%, of mobile phosphorus (according to Chirikov) – 15.6 mg/100 g of soil, of exchange potassium (according to Maslova) – 11.3 mg/100 g of soil. The reaction of the soil solution was neutral (pH was 6.5–7.0). The content of trace elements was 0.34 mg/kg for boron, 0.32 mg/kg for zinc, 0.30 mg/kg for copper, 4.5 mg/100 g for manganese. The design of the experiment included the following variants: without treatments (the control); the treatment of soybean crops in the phase of the second ternate leaf by Mikrofid Complex, 1.5 L/ha with the treatment in the phase of the 6th ternate leaf by Mikrofid Zinc, 1.5L/ha; the treatment of soybean crops in the phase of the second ternate leaf by Mikrofid Complex, 1.5 L/ha with the treatment in the phase of the 6th ternate leaf by Mikrofid Boron, 1.5L/ha. Both experimental treatments increased soybean yield by 0.38–0.40 t/ha, or by 14.8–15.6 % in comparison with the control, increased the content of protein in the grain by 3.61–3.11%, of fat – by 2.69–2.24%. The use of this method was cost-effective and ecologically appropriate.*

Keywords: *soybean (Glycine max); typical chernozem; productivity; fertilizers; trace elements; Mikrofid; economic efficiency.*

Author Details: *V. Lazarev, D. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: vla190353@yandex.ru); A. Bashkatov, research fellow; J. Minchenko, research fellow.*

For citation: *Lazarev V., Bashkatov A., Minchenko J. Efficiency of Fertilizers with Trace Elements in Cultivation of Soybean 'Kazachka' under Conditions of Kursk Region. Zemledelije. 2018. No. 6. Pp. 34–36 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10609.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10610
УДК 632.954: 635.655

Новый гербицид Гейзер для защиты сои

А. С. ГОЛУБЕВ[1], кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: golubev100@mail.ru)
П. И. БОРУШКО[1], младший научный сотрудник
К. В. ЖЕЛТОВА[2], начальник отдела (e-mail: ks-zheltova@betaren.ru)
[1]Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений (ВИЗР), ш. Подбельского, 3, Пушкин, Санкт-Петербург, 196608, Российская Федерация
[2]АО «Щелково Агрохим», ул. Заводская, 2, Щелково, Московская обл., 141101, Российская Федерация

*Исследования проводили с целью разработки регламентов эффективного использования гербицида Гейзер, ККР (300 г/л бентазона и 45 г/л хизалофоп-П-этила). Полевые мелкоделяночные опыты были заложены в 2015 и 2016 гг. в трех зонах возделывания сельскохозяйственных культур: Западно-Сибирский регион (Алтайский край, г. Барнаул); Северо-Кавказский регион (Краснодарский край, г. Краснодар); Поволжье (Астраханская область, Камызякский район). В Алтайском крае эксперименты проводили на посевах сои сорта Алтом; в Краснодарском крае – сорта Вилана; в Астраханской области – сортов ВНИИМК 9186 (2015 г.) и Бара (2016 г.). Исследования выполняли в соответствии с «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве» (2013). Схема опыта предполагала определение эффективности применения 1,5; 2,0; 2,5 и 3,0 л/га гербицида Гейзер, ККР, по сравнению с необработанным препаратами контролем. Учеты сорных растений осуществляли количественно-весовым методом до обработки, через 30 и 45 дней после её проведения и перед уборкой урожая. Биологическую эффективность препаратов определяли по отношению к контролю по формуле: $Э_б$=(К-В)/*К, где $Э_б$ – биологическая эффективность, %, К – количество (масса) сорных растений в контроле, экз./м^2 (г/м^2), В – количество (масса) сорных растений в обработанном гербицидом варианте, экз./м^2 (г/м^2). Препарат эффективен против широкого комплекса двудольных и злаковых сорных растений в нормах применения 2,0…3,0 л/га. Использование 3,0 л/га препарата Гейзер, ККР приводило к снижению общей засоренности посевов сои на 92,8…100,0 %. Эффективность внесения 2,0 л/га гербицида Гейзер, ККР составляла 78,4…98,0 %, 2,5 л/га – 82,6…99,0 %. Использование гербицида не оказывало отрицательного влияния на растения сои. Вне зависимости от региона проведения исследований, во всех вариантах с Гейзер, ККР были получены достоверные прибавки урожайности.*

Ключевые слова: *гербициды, бентазон, хизалофоп-П-этил, соя, Glycine max (L.) Merr., сорняки.*

Для цитирования: *Голубев А. С., Борушко П. И., Желтова К. В. Новый гербицид Гейзер для защиты сои // Земледелие. 2018. № 6. С. 37–40. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10610.*

Борьба с сорными растениями в посевах сои – важнейший резерв повышения урожая этой культуры. На большое значение такого агроприема, как обработка гербицидами, указывает тот факт, что на его использование приходится 20…30 % от общих производственных затрат при возделывании культуры [1].

В посевах сои часто преобладает смешанный тип засоренности, вследствие чего целесообразно применение препаратов широкого спектра действия. В хозяйствах в последние годы возросли объемы применения баковых смесей гербицидов, преимущество которых перед индивидуальным использованием препаратов заключается, прежде всего, в расширении спектра подавляемых сорняков [2]. Этой же цели можно достичь применением комбинированных препаратов, активно разрабатываемых производителями химических средств защиты растений в последние десятилетия [3, 4, 5].

Одна из таких разработок – гербицид Гейзер. Препарат содержит в своем составе 300 г/л бентазона и 45 г/л хизалофоп-П-этила. Указанная комбинация действующих веществ позволяет контролировать как двудольные, так и злаковые сорные растения.

Интересная особенность этого пестицида – препаративная форма – концентрат коллоидного раствора

Рис. 1. *Тест-растения подсолнечника после обработки бентазоном: а) в виде соли (244 г д.в./га); б) в виде кислоты (240 г д.в./га).*

(ККР). Ее использование обеспечивает снижение нормы применения действующего вещества бентазон. Так, при использовании максимальной нормы препаратов на основе бентазона, имеющих препаративную форму водный раствор, вносят 1440 г д.в./га, а при обработке 3,0 л/га гербицида Гейзер, ККР – 900 г д.в./га, что снижает пестицидную нагрузку практически на 40 %.

Кроме того, в состав препарата Гейзер, ККР бентазон входит в виде кислоты, а в гербицидах в препаративной форме водного раствора он присутствует в виде соли. Исследования, проведенные в биологической лаборатории АО «Щелково Агрохим», доказали существенное различие между этими видами бентазона, в пользу кислоты, которая обеспечивает более мощный гербицидный эффект (рис. 1)

Использование инновационных технологий при создании препарата и наличие в нем двух хорошо зарекомендовавших себя в условиях производства действующих веществ позволили предполагать высокую эффективность нового продукта не только в лабораторных, но и в полевых условиях.

Целью наших исследований была разработка регламентов эффективного использования гербицида Гейзер.

Условия, материалы и методы. Опыты проводили на посевах сои в течение двух вегетационных сезонов – в 2015 и 2016 гг. в трех различных зонах возделывания сельскохозяйственных культур: Западная Сибирь (Алтайский край, г. Барнаул, Алтайский НИИСХ); Северо-Кавказский регион (Краснодарский край, г. Краснодар, ВНИИБЗР); Нижнее Поволжье (Астраханская область, Камызякский район, ООО «Надежда-2»).

В Алтайском крае эксперименты проводили в посевах сои сорта Алтом; в Краснодарском крае – сорта Вилана; в Астраханской области – сортов ВНИИМК 9186 (2015 г.) и Бара (2016 г.)

Опыты закладывали в соответствии с «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве» [6]. Площадь делянок в Краснодарском крае и Астраханской области составляла 25 м^2 (размещение рендомизированное); в Алтайском крае – 40 м^2 (размещение систематическое). Повторность во всех экспериментах была четырехкратной.

Схема опыта предполагала определение эффективности применения 1,5; 2,0; 2,5 и 3,0 л/га гербицида Гейзер, ККР по сравнению с необработанным препаратами контролем.

Кроме того, для оценки целесообразности включения в состав комбинированного препарата второго действующего вещества, в первый год исследований в качестве эталонов использовали однокомпонентные препараты на основе тех же действующих веществ: бентазон – Базагран, ВР (1,5 и 3,0 л/га) и хизалофоп-П-этил – Форвард, МКЭ (1,2 л/га). Убедившись в преимуществе комбинации, на второй год в качестве эталонов дополнительно использовали смеси указанных однокомпонентных препаратов для выявления возможного синергетического эффекта (Базагран, ВР + Форвард, МКЭ – 1,5 л/га + 0,9 л/га и 3,0 л/га + 1,2 л/га).

Обработку гербицидами проводили в фазе 1...2 настоящих листьев культуры в ранние фазы роста сорных растений с помощью ручных ранцевых опрыскивателей (Solo 425, PULVEREX, Hardi). Норма расхода рабочей жидкости 200...300 л/га.

Учеты сорных растений осуществляли до обработки, через 30 и 45 дней после нее, перед уборкой урожая. На учетных площадках (4×0,25 м^2), выделенных с помощью рамок, проводили количественный подсчет растений каждого вида. Во время учетов через 30 и 45 дней после обработки сорные растения извлекали из земли (вместе с корнями) и определяли их массу (отдельно для каждой группы сорных растений).

Биологическую эффективность препаратов определяли по отношению к контролю по формуле: $Э_б$ = (К-В)/*К, где $Э_б$ – биологическая эффективность, %, К – количество (масса) сорных растений в контроле, экз./м^2 (г/м^2), В – количество (масса) сорных растений в обработанном гербицидом варианте, экз./м^2 (г/м^2).

Уборку сои в Алтайском крае осуществляли комбайном Сампо-2010, в Краснодарском крае и Астраханской области – вручную. Статистическую обработку данных по урожайности сои проводили методом дисперсионного анализа.

Опыты проводили в условиях исходной засоренности более 50 экз./м^2.

Погодные условия в период проведения опытов во всех точках испытаний не имели существенных различий со среднемноголетними данными; экстремальные метеоусловия не отмечены.

Результаты и обсуждение. Во всех опытах наиболее распространенным злаковым сорным видом был ежовник обыкновенный (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. – здесь и далее по тексту названия видов сорных растений приведены в соответствии с [7]). В Алтайском крае также встречались овес пустой (*Avena fatua* L.), просо сорное (*Panicum miliaceum* ssp. *ruderale* (Kitagawa) Tzvelev) и щетинник зеленый (*Setaria viridis* (L.) Beauv.).

Злаковые сорняки были очень чувствительны как к гербициду Гейзер, ККР, так и к эталону Форвард, МКЭ (рис. 2). Снижение их массы даже при использовании 1,5 л/га изучаемого препарата в подавляющем большинстве учетов составило 88...100 %, что в целом соответствовало уровню 1,2 л/га эталона Форвард, МКЭ. Внесение 2,0...3,0 л/га гербицида Гейзер, ККР было еще более эффективным.

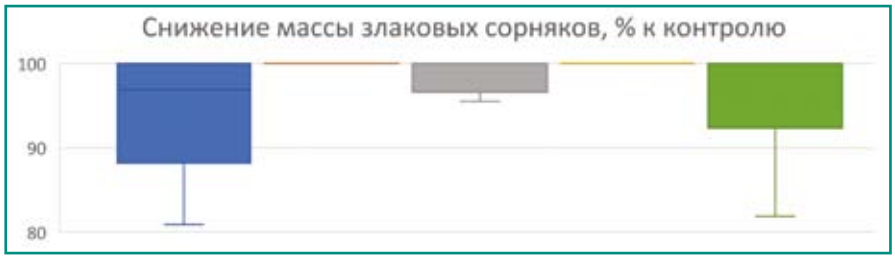


Рис. 2. Влияние гербицидов на массу злаковых сорных растений (в среднем при определении через 30 и 45 дней после обработки, 2015–2016 гг.): ■ – Гейзер, ККР – 1,5 л/га; ■ – Гейзер, ККР – 2,0 л/га; ■ – Гейзер, ККР – 2,5 л/га; ■ – Гейзер, ККР – 3,0 л/га; ■ – Форвард, МКЭ – 1,2 л/га.

Из группы двудольных сорных растений наибольшей встречаемостью характеризовались представители таких видов, как марь белая (*Chenopodium album* L.), щирица назадзапрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.) и паслен черный (*Solanum nigrum* L.). Кроме них отмечали щирицу жминдовидную (*Amaranthus blitoides* S. Watson), амброзию полынелистную (*Ambrosia artemisiifolia* L.), неслию метельчатую (*Neslia paniculata* (L.) Desv.), канатник Теофраста (*Abutilon theophrastii* Medik.) и другие виды.

Эффективность 3,0 л/га гербицида Гейзер, ККР в снижении массы двудольных сорняков была сопоставима с 3,0 л/га эталона Базагран, ВР (рис. 3), а эффективность 1,5 л/га изучаемого гербицида была ниже, чем при использовании 3,0 л/га эталона, в среднем на 25 %.

В целом Гейзер, ККР во всех исследуемых нормах применения гораздо эффективнее чистых однокомпонентных эталонов Базагран, ВР и Форвард, МКЭ снижал общую засоренность посевов сои. Использование максимальной нормы изучаемого препарата (3,0 л/га) в подавляющем большинстве случаев приводило к снижению общей засоренности на 92,8...100 %, что было даже более предпочтительным, чем обработка баковой смесью гербицидов

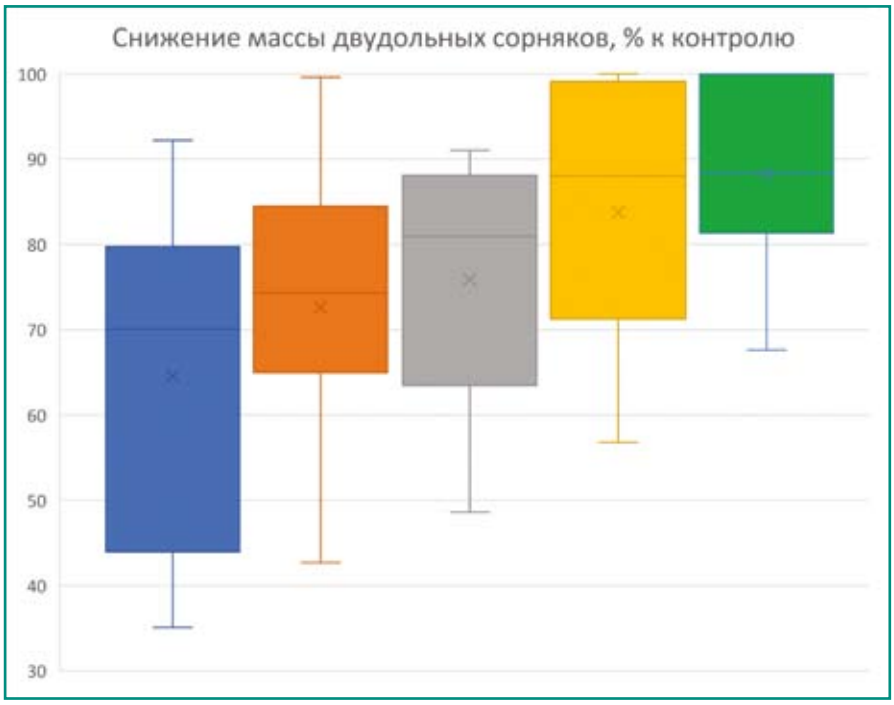


Рис. 3. *Влияние гербицидов на массу двудольных сорных растений (в среднем при определении через 30 и 45 дней после обработки, 2015–2016 гг.): ■ – Гейзер, ККР – 1,5 л/га; ■ – Гейзер, ККР – 2,0 л/га; ■ – Гейзер, ККР – 2,5 л/га; ■ – Гейзер, ККР – 3,0 л/га; ■ – Базагран, ВР – 3,0 л/га.*

Базагран, ВР + Форвард, МКЭ в максимальных нормах применения 3,0 л/га + 1,2 л/га (88,6...100 %).

Эффективность применения 2,0 л/га гербицида Гейзер, ККР укладывалась в диапазон 78,4...98,0 %, 2,5 л/га изучаемого препарата – 82,6...99,0 %. Эффективность баковой смеси Базагран, ВР + Форвард, МКЭ в минимальных нормах (1,5 л/га + 0,9 л/га) зачастую была ниже (68,0...96,5 %). Сокращение общей засоренности посевов сои при использовании минимальной изучаемой нормы Гейзер, ККР (1,5 л/га) в большинстве случаев варьировала от 72,6 до 95,0 %, но иногда не достигала и 50 % (рис. 4).

Аналогичные тенденции были отмечены и при анализе хозяйственной эффективности препаратов.

Вне зависимости от региона проведения исследований, во всех вариантах с гербицидом Гейзер, ККР были получены достоверные прибавки урожайности культуры к контролю (см. табл.). В относительном значении их максимальные в экспериментах величины (до 246 %) отмечали в Алтайском крае в 2015 г. при большой засоренности посевов сои в контроле, когда вред от сорных растений был самым высоким, а урожайность культуры в контроле минимальной в опытах (4,3 ц/га).

В целом урожайность сои при использовании гербицида Гейзер, ККР находилась на уровне вариантов с применением баковой смеси гербицидов Базагран, ВР + Форвард, МКЭ.

В подавляющем большинстве опытов размеры сохраненного урожая при использовании изучаемого препарата достоверно превышали величину этого показателя после обработки однокомпонентными эталонами (Базагран, ВР, Форвард, МКЭ) и находились на уровне применения баковой смеси.

Результаты, полученные в ходе проведения исследований, позволили рекомендовать гербицид Гейзер, ККР к применению в производстве. Из-за того, что эффективность снижения массы двудольных сорных растений при использовании минимальной нормы применения 1,5 л/га изучаемого препарата в некоторых случаях уступала эффективности 3,0 л/га однокомпонентного эталона Базагран, ВР, этот регламент не рекомендован.

На сегодняшний день препарат включен в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации; номер государственной регистрации 018-03-1474-1 [8]. Гербицид Гейзер, ККР рекомендован для использования на посевах сои (2,0...3,0 л/га) против однолетних двудольных (в том числе дурнишника обыкновенного), а также однолетних и многолетних злаковых сорных растений. Внесение гербицида осуществляют путем опрыскивания посевов, начиная с фазы 1-го настоящего листа культуры в ранние фазы роста (2...6 листьев) сорных растений. Расход рабочей жидкости – 200...300 л/га.

В 2017 г. во многих регионах страны были заложены производственные опыты. Один из них провели специалисты ФГБУ «Россельхозцентр» по Краснодарскому краю на посевах сои

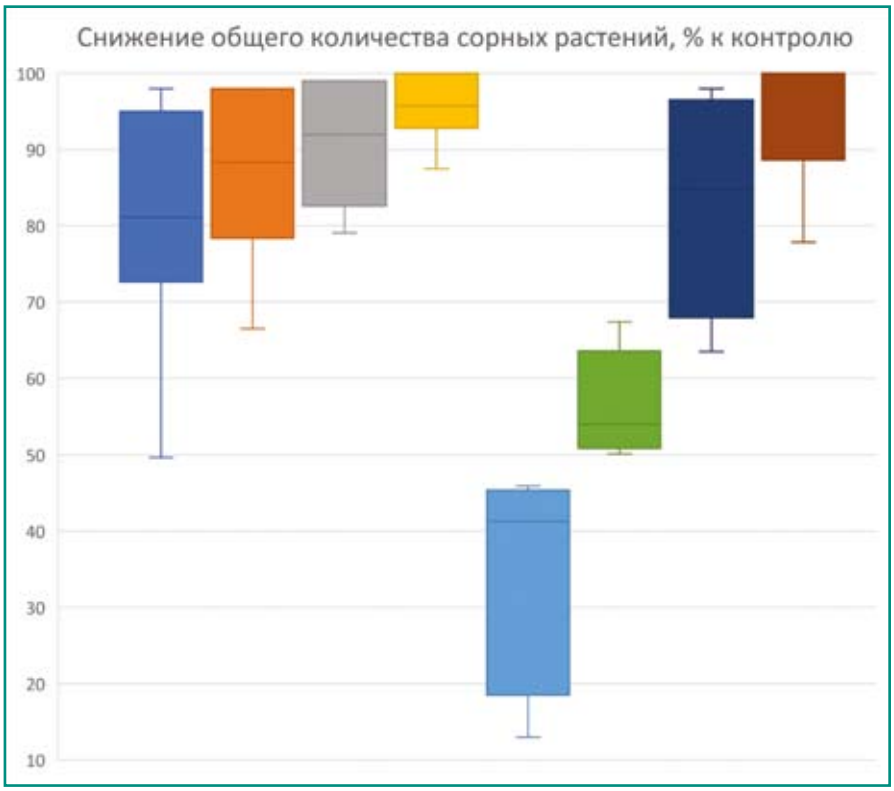


Рис. 4. *Влияние гербицидов на общее количество сорных растений (в среднем при определении через 30 и 45 дней после обработки и перед уборкой, 2016 гг.): ■ – Гейзер, ККР – 1,5 л/га; ■ – Гейзер, ККР – 2,0 л/га; ■ – Гейзер, ККР – 2,5 л/га; ■ – Гейзер, ККР – 3,0 л/га; ■ – Базагран, ВР – 3,0 л/га; ■ – Форвард, МКЭ – 1,2 л/га; ■ – Базагран, ВР + Форвард, МКЭ – 1,5 л/га + 0,9 л/га; ■ – Базагран, ВР + Форвард, МКЭ – 3,0 л/га + 1,2 л/га.*

Урожайность сои при внесении гербицида Гейзер, ККР, ц/га

Вариант	Алтайский край	Краснодарский край	Астраханская область
2015 г.			
Гейзер, ККР – 1,5 л/га	14,0	23,8	15,9
Гейзер, ККР – 2,0 л/га	13,9	24,6	16,9
Гейзер, ККР – 2,5 л/га	14,6	25,7	16,5
Гейзер, ККР – 3,0 л/га	14,9	26,9	17,4
Базагран, ВР – 1,5 л/га	6,0	22,5	14,5
Базагран, ВР – 3,0 л/га	6,3	24,3	15,4
Форвард, МКЭ – 1,2 л/га	8,2	23,1	13,7
Контроль	4,3	19,0	12,3
$НСР_{05}$	1,2	1,6	2,4
2016 г.			
Гейзер, ККР – 1,5 л/га	19,4	28,1	19,2
Гейзер, ККР – 2,0 л/га	20,6	28,5	20,1
Гейзер, ККР – 2,5 л/га	20,5	29,0	21,6
Гейзер, ККР – 3,0 л/га	20,4	29,6	20,7
Базагран, ВР – 3,0 л/га	15,1	24,1	18,9
Форвард, МКЭ – 1,2 л/га	14,9	24,5	17,7
Базагран, ВР + Форвард, МКЭ – 1,5 л/га + 0,9 л/га	20,2	28,2	19,5
Базагран, ВР + Форвард, МКЭ – 3,0 л/га + 1,2 л/га	20,5	30,4	21,0
Контроль	14,8	18,9	15,8
$НСР_{05}$	1,5	0,8	2,5

сорта Арлета. Применяли комплексную схему защиты культуры, включающую использование инокулянтов, гербицидов, микроудобрений и инсектицидов. Одним из главных ее элементов был гербицид Гейзер, ККР в норме 3,0 л/га. На опытном участке преобладали такие сорняки, как щирица назадзапрокинутая, марь белая, горчица полевая, амброзия полынелистная (до 72 % от общей численности), из злаковых сорняков встречались виды проса и щетинника.

Первые признаки действия гербицида отмечали на пятый день после обработки: осветление листьев сорных растений, остановка роста, хлороз, гибель точки роста. Через месяц после опрыскивания биологическая эффективность препарата против амброзии полынелистной составила 90,0 %, против щирицы назадзапрокинутой – 91,2 %, против мари белой – 90,8 %. Горчица полевая погибла практически полностью. Урожайность сои на обработанном гербицидом участке составила 16,9 ц/га, в контроле – 12,5 ц/га.

Высокую эффективность препарата Гейзер, ККР отмечали и в Орловской области. Учет, проведенный через 14 дней после обработки, показал, что эффективность по подмареннику цепкому составила 87,5 %, по мари белой – 88,2 %, по фаллопии вьюнковой – 75 %, по щетинникам – 100 %. В контроле урожайность сои составила 17,2 ц/га, а в опытном варианте – 32,7 ц/га.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о высокой биологической эффективности препарата Гейзер, ККР в норме 2,0…3,0 л/га для защиты сои против двудольных и злаковых сорняков, что позволяет рекомендовать использование этого препарата в комплексных схемах защиты культуры.

Благодарность

Авторы выражают признательность специалистам АО «Щелково Агрохим» и ФГБНУ ВИЗР, участвовавшим в проведении лабораторных и полевых опытов (Г.Я. Стецову, А.П. Савве, Ш.Б. Байрамбекову и другим).

Литература.

1. Синеговский М. О., Ковшик И. Г. Экономическая эффективность применения гербицидов на сое и пшенице // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 11 (133). С. 145–148.

2. Салманова И. А. Гербициды на сое // Защита и карантин растений. 2016. № 3. С. 25–26.

3. Спиридонов Ю. Я., Шестаков В. Г. Практика создания и эффективного применения комбинированных отечественных гербицидов в борьбе с сорняками в посевах зерновых колосовых культур // Агрохимия, 2013. № 1. С. 35–49.

4. Маханькова Т. А., Голубев А. С. Гербициды для кукурузы // Защита и карантин растений. 2018. № 2. С. 37–64.

5. Современный ассортимент средств защиты растений (гербициды на посевах технических, овощных, масличных, прядильных культур, в садах, на паровых полях и землях несельскохозяйственного назначения) / В. И. Долженко, Т. А. Маханькова, А. А. Петунова и др. / под ред. академика Россельхозакадемии В. И. Долженко. СПб.: ВИЗР, 2011. 224 с.

6. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве / под редакцией В. И. Долженко. СПб.: МСХ, РАСХН, ВИЗР, 2013. 280 с.

7. Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 635 с.

8. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. М., 2018. [Электронный ресурс]. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71833632/ (дата обращения: 24.07.2018).

Geyser Herbicide for Soybean Protection

A. S. Golubev[1], P. I. Borushko[1], K. V. Zheltova[2]

[1]All-Russian Research Institute of Plant Protection (VIZR), sh. Podbel'skogo, 3, Pushkin, Sankt-Peterburg, 196608, Russian Federation

[2]AO "Shchelkovo Agrokhim", ul. Zavodskaya, 2, Shchelkovo, Moskovskaya obl., 141101, Russian Federation

Abstract. *The aim of the study was the development of regulations for effective use of Geyser herbicide, CCS (300 g/l bentazone + 45 g/l quizalofop-P-ethyl). In 2015 and 2016 field microplot tests were established in three regions of crops cultivation: West-Siberian region (Altai Krai, Barnaul); North-Caucasian region (Krasnodar Krai, Krasnodar); the Volga region (Astrakhan region, Kamyzyaksky district). In Altai Krai the experiments were carried out on soybean 'Altom'; in Krasnodar Krai – on Vilana variety; in Astrakhan region – on soybean 'VNIIMK 9186' (in 2015) and 'Bara' (in 2016). The studies were carried out in compliance with "Guidelines for registration trials of herbicides in agriculture" (2013). The design of the experiment included the determination of the efficiency of Geyser herbicide in the doses of 1.5, 2.0, 2.5 and 3.0 L/ha in comparison with the untreated control. Weeds were registered by the quantitative-weighted method before the treatment, in 30 days and in 45 days after the treatment and before harvesting. Biological efficiency of the herbicide was calculated by the formula: E = (Q-V)/*C, where E is the biological efficiency, %; Q is a quantity (weight) of weeds in the control, pcs/m2 (g/m2). The preparation, applied in the doses of 2.0–3.0 L/ha, was effective against a wide range of dicotyledons and Gramineae weeds. Geyser herbicide in the dose of 3.0 L/ha reduced the total infestation of soybean crops by 92.8–100.0%. The efficiency of Geyser herbicide in the dose of 2.0 L/ha was 78.4–98.0%, of 2.5 L/ha – 82.6–99.0%. The use of Geyser herbicide did not adversely affect soybean plants. Regardless of the region of the research, significant increases in the crop yield were obtained in all variants with Geyser herbicide.*

Keywords: *herbicides; bentazone; quizalofop-P-ethyl; soybean; Glycine max (L.) Merr.; weeds.*

Author Details: *A. S. Golubev, Cand. Sc. (Biol.), leading research fellow (e-mail: golubev100@mail.ru); P. I. Borushko, junior research fellow; K. V. Zheltova, department manager (e-mail: ks-zheltova@betaren.ru)*

For citation: *Golubev A. S., Borushko P. I., Zheltova K. V. Geyser Herbicide for Soybean Protection. Zemledelije. 2018. No. 6. Pp. 37–40 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10610.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10611
УДК 633.853.52:631.559:631.354.2

Урожайность сои и посевные качества семян в зависимости от особенностей двухфазного обмолота комбайном

В. Т. СИНЕГОВСКАЯ[1], доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, директор (e-mail: valsin09@gmail.com)
И. М. ПРИСЯЖНАЯ[2], кандидат технических наук, доцент
С. П. ПРИСЯЖНАЯ[2], доктор технических наук, профессор
[1]Всероссийский научно-исследовательский институт сои, Игнатьевское ш., 19, Благовещенск, Амурская обл., 675027, Российская Федерация
[2]Амурский государственный университет, Игнатьевское ш., 21, Благовещенск, Амурская обл., 675027, Российская Федерация

Увеличение производства сои в Амурской области путем расширения посевных площадей исчерпало свои возможности, поэтому необходимо выявление и освоение инновационных технологий производства высококачественных и более продуктивных семян. Для сои характерна биологическая разнокачественность семян. Семена, формирование которых начинается раньше, обладают повышенной энергией роста, всхожестью, продуктивностью, абсолютной массой. Разработана простая малотрудоемкая технология выделения и сбора таких семян (заявка №2018108674 от 12.03.2018), для реализации которой необходима модернизации комбайна для уборки семенных участков, вследствие значительного повреждения и низкого качества семян, высеваемых в области (в среднем высевают до 20 % некондиционных семян). Растения, выращенные из семян сои, выделенных из первой и второй зон молотильно-сепарирующего устройства, имели на 3,2 шт. больше бобов на одном растении, чем в контроле. Одновременно продуктивность одного растения была выше на 0,8 г, репродуктивность одного семени (урожайность зерна и вегетативной массы) – на 1,0 г, или 8,3 %, масса 1000 семян – на 12,6 г, или 7, 8 %. Средняя достоверная прибавка урожая за три года при возделывании растений из таких семян сои составила, по отношению к контрольному варианту, 0,305 т/га, или 19,18 %. Использование двухфазного обмолота при уборке сои позволяет наиболее полно сохранять посевные качества семян, вымолоченных по всей длине первого бильного барабана комбайна. Поэтому уборку семенных участков культуры необходимо проводить зерноуборочными комбайнами двухфазного обмолота с раздельным выделением и сбором семян после обмолота первым барабаном, которые соответствуют семенной фракции первого класса. Из остальных рабочих органов молотилки выделяется семенная фракция третьего класса. Использование первоклассной семенной фракции без дополнительной очистки в качестве посевного материала позволяет в производственных условиях повысить урожайность сои.

Ключевые слова: *соя, уборка, комбайн, качественные семена, всхожесть, продуктивность, урожайность.*

Для цитирования: *Синеговская В. Т., Присяжная И. М., Присяжная С. П. Урожайность сои и посевные качества семян в зависимости от особенностей двухфазного обмолота комбайном // Земледелие. 2018. №. 6. С. 41–43. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10611.*

Амурская область – основной производитель растениеводческой продукции на Дальнем Востоке. Она специализируется на выращивании сои – ценной высокобелковой и рентабельной культуры, используемой практически безотходно в перераба-

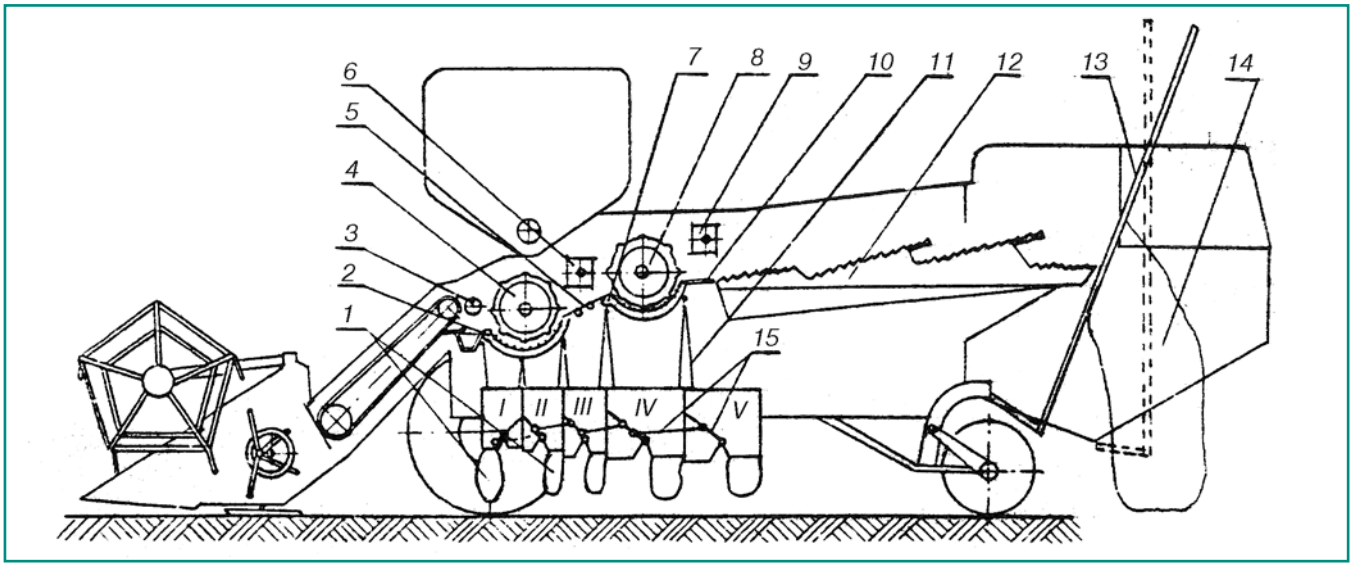


Рис. 1. *Схема разделения сепарирующей поверхности молотилки комбайна: I-V – сборники зерна по длине молотилки (зоны); 1 – пробоотборники; 2 – подбарабанье первого бильного барабана; 3 – приемный битер; 4 – первый бильный барабан; 5 – промежуточная решетка; 6 – промежуточный битер; 7 – подбарабанье второго бильного барабана; 8 – второй бильный барабан; 9 – отбойный битер; 10 – решетка отбойного битера; 11 – фартуки разделения зон; 12 – сломотряс; 13 – подвижная рамка; 14 – пробоотборник соломы; 15 – параллелограмный механизм.*

тывающей промышленности, для получения пищевого белка, растительного масла и кормов, сбалансированных по аминокислотному составу, для животных и птицы.

Увеличение производства сои в Амурской области путем расширения посевных площадей исчерпало свои возможности, поэтому необходимо выявление и освоение инновационных технологий выращивания высококачественных и более продуктивных семян.

Результаты анализа литературы [1, 2, 3] свидетельствуют, что семена сои, формирование которых начинается раньше, обладают повышенной энергией роста, всхожестью, продуктивностью, абсолютной массой. Разработана простая малотрудоемкая технология их выделения и сбора [4], для реализации которой необходима модернизация комбайна двухфазного обмолота для уборки семенных участков из-за значительного повреждения семян при уборке комбайнами с однофазным обмолотом [5].

В этой связи, цель наших исследований – изучение посевных свойств семян сои, выделенных по длине сепарирующей поверхности комбайна двухфазного обмолота, и установление их продуктивной способности.

Для проведения опыта с комбайна двухфазного обмолота была снята очистка (вентилятор, грохот и решета). Всю молотилку разделили по длине на пять зон: первая и вторая – две части подбарабанья первого барабана, третья – решетка промежуточного битера, четвертая – подбарабанье второго барабана, пятая – сборник зерна с отбойного битера и соломотряса (рис. 1). Продукт, полученный в каждой зоне, поступал в мешки-сборники и состоял из смеси освобожденного от бобов зерна, створок и сбоины. Дополнительно комбайн был оборудован пробоотборником 14 для сбора соломы. Контролем служили семена, прошедшие все органы комбайна двухфазного обмолота и собранные в бункере машины. Кроме того, исследовали семена, вымолоченные из снопового материала вручную. Зерно и ворох взвешивали на весах с точность до 5 г, солому – с точность до 50 г, при определении дробления и абсолютной массы зерна – с точностью до 0,08 г.

Перед началом опыта комбайн устанавливался в 20 м от зачетного участка, включали в работу молотилку и начинали движение. После установления заданных исследуемых параметров проводили опыт.

Для исследования посевных качеств семян сои, вымолоченных по длине молотилки комбайна, в семеноводческом севообороте ФГБНУ ВНИИ сои проводили полевые опыты, в ходе которых определяли показатели продуктивности и репродуктивности растений по зонам вымолота (путем подсчета сохранившихся растений на период уборки, биометрии и взвешивания семян).

Семена сои в зависимости от зоны их вымолота имели различные посевные качества. Результаты проверки в лабораторных условиях свидетельствуют, что наивысшей энергией прорастания (94,2...96,5 %) в среднем за 3 года обладали семена, вымолоченные первым молотильным барабаном и выделенные в первой и второй зонах.

1. Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян сои, выделенных по длине молотилки комбайна, двухфазного обмолота (среднее за 3 года)

Зона выделения	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Полевая всхожесть, %	Урожайность, т/га
I	96,5	98,7	92,0	1,92
II	94,2	96,0	88,0	1,87
III	90,1	92,9	82,0	1,73
IV	87,7	89,7	79,0	1,53
V	82,6	86,3	74,9	1,40
Контроль	89,8	92,8	78,2	1,59
Семена, вымолоченные вручную	97,8	100,0	92,0	1,95
$НСР_{05}$				0,23
S_x, %				4,4

По мере продвижения обмолачиваемой массы в молотилке энергия прорастания выделенных семян снижалась. Так, у семян, собранных в четвертой и пятой зонах, она составила 82,6...87,7 %, что на 7,65...12,75 % ниже, чем при выделении первым барабаном (табл. 1).

Аналогичная зависимость отмечена и по лабораторной всхожести. Если у семян, выделенных первым бильным барабаном, она составляла 96,0...98,7 %, то в последующих IV и V зонах она была на 9...12 % ниже.

Кроме того, в зависимости от зоны вымолота семян сои менялась и полевая всхожесть (рис. 2). Причем различия по величине этого показателя между семенами, вымолоченными по длине молотилки, были больше, чем по лабораторной всхожести. Такая ситуация обусловлена тем, что в лабораториях в качестве ложи используют стерильный песок, и проращивание семян происходит в благоприятных условиях. В поле семена, имеющие микроповреждения, подвергаются воздействию почвенных микроорганизмов, что приводит к снижению их всхожести. Наивысшую полевую всхожесть (88,6...92,0 %) имели семена сои, выделенные в первой и второй зонах. При этом она была ниже лабораторной на 6,7...8,0 %.

Полевые опыты показывают, что зона вымолота зерна значительно влияет на динамику появления всходов. Так, в 1-й день наблюдения (8-й день после посева) полевая всхожесть

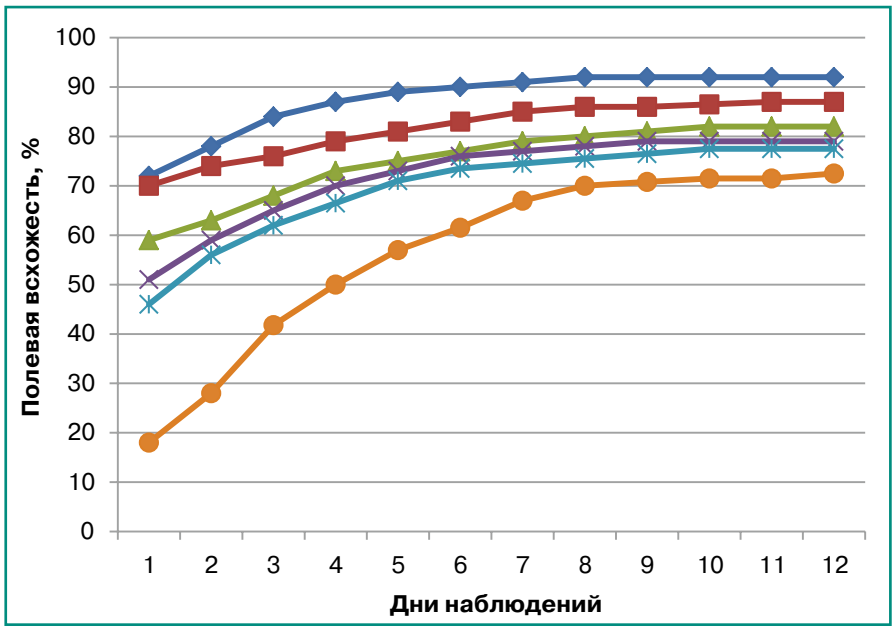


Рис. 2. Динамика полевой всхожести семян сои, вымолоченных из различных зон комбайна при двухфазном обмолоте: ряды I-V соответствуют зонам выделения семян по длине молотильно-сепарирующей поверхности комбайна, контроль – бункерное зерно: – ряд I; – ряд II; – ряд III; – ряд IV; – контроль; – ряд V.

2. Влияние зоны вымолота семян сои комбайном двухфазного обмолота на структуру урожая

Показатель	Зона выделения зерна					Семена из бункера (контроль)	Семена вымолоченные вручную
	I	II	III	IV	V		
Репродуктивная способность семян, г	13,8	12,2	11,9	11,8	9,6	12,0	13,6
Продуктивность одного растения, г	14,9	13,3	13,0	12,8	12,1	13,3	14,7
Количество бобов на растении, шт.	44,6	41,9	40,5	40,0	39,8	40,0	44,4
Масса 1000 семян, г	179,3	170,8	167,2	166,7	146,2	162,4	168,7

в варианте с семенами из первой зоны составляла 72,7 %, в контроле – 43,5 %, на 20-й день – соответственно 92 и 78 % (см. рис. 2). При этом следует отметить, что гибель всходов составила соответственно 0,0 и 3,7 %, а сохранность к периоду уборки – 92,0. что на 17,5 % выше, чем в контроле (74,5 %).

Зерно, выделяемое при двухфазном обмолоте, рекомендуется разделять на два потока: первый – из I и II зон, второй – из остальных, поэтому далее мы анализировали усредненные данные по соответствующим зонам. Растения сои из семян, выделенных из первой и второй зон, в среднем сформировали на 3,3 шт. бобов больше, чем в контроле (табл. 2), продуктивность одного растения была выше на 0,8 г, репродуктивная способность одного зерна – на 1,0 г, масса 1000 семян – на 12,7 г. В результате при возделывании растений из семян сои, выделенных в I и II зонах, в среднем за 3 года отмечена достоверная прибавка урожая к контролю в среднем на уровне 0,305 т/га, или 19,18 %.

Сравнение изученных показателей семян, убранных механизированным способом и вручную, свидетельствует, что полнее всего при обмолоте комбайном сохраняют семенные качества семена, выделенные на первой половине штифтового барабана. Они обладали самой высокой полевой всхожестью (92,0 %), а прибавка урожая в этом варианте к контролю составила 0,33 т/га, или 20,75 %. У семян, убранных вручную, полевая всхожесть находилась в среднем на уровне 92,4 %, а прибавка урожая – 0,35 т/га.

Переоборудование комбайна двухфазного обмолота по схеме, отдельного разделения и сбора вымолоченного зерна позволяет выделить в первую семенную фракцию 53...57 % наиболее качественных семян сои при содержании в них дробленых не более 1,2...2,1 %.

Выводы. На основе изучения посевных качеств семян сои и установления их продуктивных способностей уборку семенных участков этой культуры рационально проводить зерноуборочными комбайнами двухфазного обмолота с раздельным выделением и сбором семян после обмолота первым барабаном (по качеству – семенная фракция первого класса), из остальных рабочих органов молотилки выделяется семенная фракция третьего класса.

Использование первоклассной семенной фракции в качестве посевного материала позволяет повысить урожайность сои на 0,305 т/га, или на 19,18 %, по сравнению с контролем.

Литература.

1. Кобозева С. И. Влияние норм высева и способов посева на продуктивность и разнокачественность семян сои северного экотипа: ав-тореф. дисс. канд. с.-х. наук. М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2009. 19 с.

2. Присяжная И. М., Присяжная С. П. Технологические особенности растений и семян сои // Закономерности развития технических и технологических наук: сб. статей международной научно-практической конференции. Уфа: АЭТЕРНА, 2017. С. 67–70.

3. Корниенко В. В. Совершенствование технологического процесса обмолота сои аксиально-роторным молотильно-сепарирующим устройством: автореф. дисс. канд. техн. наук. Благовещенск: ФГОУ ВПО ДальГАУ, 2004. 9 с.

4. Присяжная И. М., Присяжная С. П., Присяжный М. М. Совершенствование процесса обмолота, сепарации и транспортирования для повышения качества семян при комбайновой уборке энергетически эффективной сои: коллективная монография. Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2017. 216 с.

5. Оборская Ю. В., Ран О. П. Влияние физико-механических свойств семян различных сортов сои на степень их травмирования // Современные технологии производства и переработки сельскохозяйственных культур: сб. Благовещенск: ООО «Типография», 2017. С. 257–265.

Soybean Productivity and Sowing Quality of Seeds Depending on the Peculiarities of Two-Stage Combine Threshing

V. T. Sinegovskaya[1], I. M. Prisyazhnaya[2], S. P. Prisyazhnaya[2]

[1]All-Russian Research Institute of Soybean BreedingIgnat'evskoe sh., 19, Blagoveshchensk, Amurskaya obl., 675027, Russian Federation

[2]Amur State University, Ignat'evskoe sh., 21, Blagoveshchensk, Amurskaya obl., 675027, Russian Federation

Abstract. *The increase in soybean production in Amur region due to the expansion of sown areas has exhausted its possibilities, therefore it is necessary to reveal and introduce innovative technologies for obtaining high-quality seeds and increasing productivity of the crop. Soybean has a biological diversity of seeds. Seeds, the formation of which begins earlier, have increased energy of growth, germination ability, productivity, higher absolute weight. It was developed a simple and effortless technology for selection and harvesting of these seeds (application No2018108674 of March 12, 2018). It requires modernization of combines for seed-breeding plots, as a significant part of sown seeds in the region are significantly damaged and have poor quality (on average up to 20% of unconditioned seeds are sown). Plants, grown from soybean seeds selected from the first and second zones of a threshing-separating device, had more beans per plant (by 3.2 beans) compared to the control. The productivity of one plant was higher by 0.8 g, reproductive performance of one grain (yield of grain and vegetative mass) was higher by 1.0 g, or by 8.3%, and the weight mass of 1000 seeds was higher by 12.6 g, or 7.8%. The average reliable crop increment for three years when growing plants from such soybean seeds was 0.305 t/ha, or 19.18%, with respect to the control option. The use of the two-stage threshing in soybean harvesting makes it possible to better conserve the sowing qualities of seeds, which are threshed throughout the length of the first beater drum of the combine. Therefore, the harvesting of soybean seed-breeding plots should be carried out by the grain combines with two-stage threshing with separate selection and collection of grain after threshing by the first drum. These seeds correspond to the seed fraction of the first class. The third-class seed fraction is separated from the remaining working parts of the thresher. The use of a first-class seed fraction as a seed material without additional treatment allows to increase the soybean yield under production conditions.*

Keywords: *soybean; harvesting; combine; high-quality seeds; germination ability; productivity; crop yield.*

Author Details: *V. T. Sinegovskaya, D. Sc. (Agr.), member of the RAS, director (e-mail: valsin09@gmail.com); I. M. Prisyazhnaya, Cand. Sc. (Tech.), assoc. prof.; S. P. Prisyazhnaya, D. Sc. (Tech.), prof.*

For citation: *Sinegovskaya V. T., Prisyazhnaya I. M., Prisyazhnaya S. P. Soybean Productivity and Sowing Quality of Seeds Depending on the Peculiarities of Two-Stage Combine Threshing. Zemledelije. 2018. No. 6. Pp. 41–43 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10611.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10612
УДК 633.358:581.149:551.515

Формирование элементов продуктивности гороха в зависимости от погодных условий вегетационного периода

И. А. ФИЛАТОВА, старший научный сотрудник (e-mail: niish1c@mail.ru)
Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы
им. В. В. Докучаева, квартал 5, 81, пос. 2 участка Института имени Докучаева, Таловский р-н, Воронежская обл., 397463, Российская Федерация

В статье представлены результаты исследований по изучению влияния основных факторов погоды (температуры и осадков) на урожайность гороха, выполненных в 2009–2016 гг. Для выявления количественных величин, которые в своей сумме определяют продуктивность культуры, был проведен корреляционный анализ. По его результатам, наиболее тесную связь с урожайностью имели: количество плодоносящих узлов (r = 0,505), количество бобов на растении (r = 0,629), количество зерен на растении (r = 0,712), количество зерен в бобе (r = 0,833), масса зерна с растения (r = 0,825), масса 1000 зерен (r = 0,695), продуктивность плодоносящего узла (r = 0,880). Для изучения влияния погодных факторов – среднесуточной температуры воздуха и суммы осадков на перечисленные показатели, временной промежуток от подготовки почвы к посеву до полного созревания был разбит на 4 периода: «месяц до всходов» (I), «всходы – начало бутонизации» (II), «бутонизация – массовое цветение» (III), «цветение – полная спелость» (IV). Установлена средняя отрицательная корреляционная взаимосвязь (r = -0,490…-0,622) со среднесуточной температурой воздуха во II и III периоды. Наиболее тесное, положительное влияние (r = 0,761…0,863) на элементы урожайности оказывают осадки, выпадающие в I и II периоды. Представленные в исследовании сорта Фокор, Таловец 70 и объединенный показатель по сортообразцам КСИ имели схожие результаты по отзывчивости на температуру и осадки. Количество осадков I и II периодов в средней степени коррелировало с размерами урожайности (r = 0,351…0,488 и r = 0,388…0,599). Взаимосвязь этих же показателей в III периоде отсутствовала (r = -0,056…0,084), а в IV периоде была слабо отрицательной (r = -0,291…-0,444). У всех изученных образцов гороха отмечали от слабой до средней степени положительную корреляционную зависимость между урожайностью и среднесуточной температурой воздуха (r = 0,282…0,340 и r = 0,385…0,494). А высокие температуры II и III периодов негативно отражались на продуктивности культуры (r = -0,558…-0,611 и r = -0,490…-0,622).

Ключевые слова: *горох посевной (Pisum sativum L.), продуктивность, элементы продуктивности, погода, корреляция.*

Для цитирования: *Филатова И. А. Формирование элементов продуктивности гороха в зависимости от погодных условий вегетационного периода // Земледелие. 2018. № 6. С. 44–47. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10612.*

Горох считается культурой малотребовательной к почвенно-климатическим условиям возделывания, ареал сельхозугодий пригодных для его выращивания наиболее широкий, по сравнению с другими зернобобовыми [1]. В структуре посевных площадей этой группы культур на долю гороха приходится около 60 % [2], а в структуре заготовок зерна бобовых культур – около 70 % [3]. Главным образом это связано с большей урожайностью гороха, по сравнению с другими зернобобовыми. В то же время сильная реакция гороха на экстремально-неблагоприятные погодные условия, часто возникающие в период вегетации, негативно сказывается на сборе зерна и площади посевов культуры. Так, после скачка урожайности в 2001 г. до 19,7 ц/га, за 3 последующих года посевные площади в РФ увеличились на 136 тыс. га (с 675 тыс. га в 2001 г. до 811 тыс. га в 2003 г.). Падение урожайности гороха в 2003 г. до 14,7 ц/га и низкая его продуктивность в последующие годы, вплоть до 2007 г. (14,0 ц/га), привели к тому, что производственники стали отказываться от возделывания гороха и его пощади в 2008 г. составили всего 653 тыс. га. В благоприятно сложившихся погодных условиях этого года урожайность гороха достигла 19,8 ц/га. И, вновь, со следующего года (2009 г.), начался резкий рост его посевных площадей. К 2012 г. они увеличились практически вдвое до 1259 тыс. га (+ 606 тыс. га к 2008 г.). Снижение урожайности в 2012 и 2013 гг. (14,3 ц/га и 14,0 ц/га соответственно) вновь негативно отразилось на размерах его посевных площадей (см. рисунок).

Формирование урожая происходит под влиянием многих факторов, основные из которых генотип, технология возделывания, почвенные и климатические (погодные) условия. Если первыми тремя факторами можно управлять (подбор сортов, способов обработки почвы, применение удобрений, мелиорация и др.), то последний полностью автономный [4, 5]. Поэтому желательно изучить его влияние на показатели, определяющие продуктивность культуры.

Цель работы – выявить степень влияния основных погодных факторов (температура, осадки) на формирование элементов продуктивности гороха.

Для ее достижения в качестве объекта исследования использовали сорта гороха местной селекции Фокор и Таловец 70, а также усредненные величины по образцам конкурсного сортоиспытания среднеспелой группы. Анализируемый период – 8 лет (2009–2016 гг.). Оценивали влияние погодных условий на основные элементы, определяющие продуктивность гороха – количество плодоносящих узлов (КПУ, коэффициент корреляции с урожайностью r=0,505), количество бобов на растении (КБР, r= 0,629), количество зерен на растении (КЗР, r= 0,712), количество зерен в бобе (КЗБ, r= 0,833), масса зерна с растения (МЗР, r= 0,825), масса 1000 зерен (МТЗ, r= 0,695), продуктивность плодоносящего узла (ППУ, r= 0,880). Показатель ППУ, или масса зерна с продуктивного узла, предложен селекционером Фоминым В. С. для оценки материала и отбора элитных растений в селекции на продуктивность. Этот признак относится к генотипически обусловленным и отличается низкой паратипической изменчивостью [6].

Погодные условия рассчитывали отдельно по основным фазам развития гороха: «всходы – начало бутонизации» (II), «бутонизация – массовое цветение» (III), «цветение – полная спелость» (IV). Кроме того, в исследования был включен период «месяц до всходов» (I), который очень важен, так как на этом отрезке времени закладываются стартовые возможности обеспечения семян гороха всеми требуемыми для прорастания и начального роста растения водно-тепловыми параметрами.

Сведения о погоде предоставлены гидрометеорологической обсерваторией «Каменная степь» (www.rp5.ru). Статистическую обработку результатов исследований проводили в соответствии с методикой опытного дела [7] .

Метеоусловия за исследуемый период сильно варьировали. Из 8 лет 3 года – 2009, 2010 и 2012 гг. – были острозасушливыми, ГТК составил 0,7; 0,2 и 0,4 соответственно (табл. 1). Оптимальными по тепло- и влагообеспеченности выдались 2011, 2013 и 2014 гг., их ГТК был равен 0,9; 1,0; 1,1. Метеоусловия 2014 г. в первые недели вегетации культуры складывались крайне неблагоприятно. Частые ночные заморозки на фоне крайне высоких дневных температур (в отдельные дни до 30 °С и более), стали причиной массовой гибели растений достигавшей на отдельных делянках 50…60 %, выжившие растения были поражены корневой гнилью, что сильно отразилось на их урожайности (см. табл. 1). Поэтому при оценке селекционного материала за 2014 г., учитывали только количественные показатели, определяющие продуктивность растения.

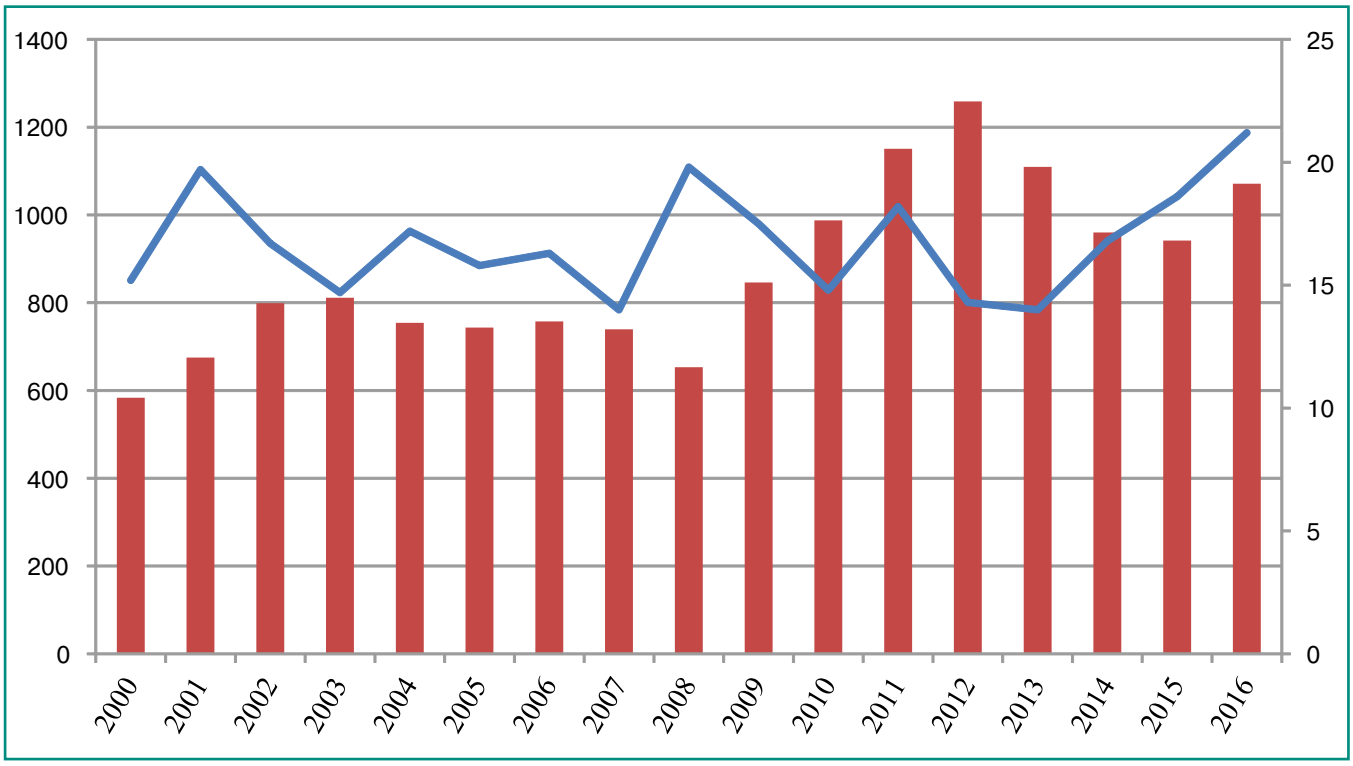


Рисунок. Посевные площади и урожайность гороха в Российской Федерации в 2000-2016 гг.: — посевная площадь, тыс. га; — урожайность, ц/га.

Урожайные данные 2014 г., в силу его не типичности не рассматривали. Наиболее благоприятными для роста, развития и формирования высокой продуктивности были 2015 и 2016 гг. ГТК в эти годы составил 1,3 и 1,2, а урожайность – 35,1 ц/га и 31,3 ц/га соответственно. Теснота взаимосвязи урожайности и показателя ГТК составила r = 0,300.

Сумма активных температур в период вегетации за все годы исследований находилась в пределах от 1311 °С в 2015 г. до 1729 °С в 2013 г., что удовлетворяло потребности культуры в тепле [1]. Прослеживается положительная взаимозависимость между суммой активных температур и продолжительностью вегетационного периода. При расчете коэффициента корреляции между величинами этих показателей была установлена высокая степень влияния r = 0,821. По взаимодействию с урожайностью выявлена отрицательная связь r = -0,676. В годы с наибольшей суммой активных температур – 1729 °С и 1695 °С (2013 и 2010 гг.) урожайность была наименьшей – 18,0 и 13,9 ц/га соответственно. А в годы с более низкими значениями суммы активных температур – 1322, 1311 и 1387 °С (2009, 2015, и 2016 гг.), продуктивность гороха возрастала до 29,8, 35,1 и 31,3 ц/га (см. табл. 1). Отрицательная корреляционная зависимость между суммой активных температур и урожайностью вероятнее всего связана не со среднесуточной температурой воздуха, а с количеством дней с критически высокими температурами, превышающими 35 °С [1], при которых происходит угнетение, а порой и гибель растений на ранних этапах роста, абортация цветков в фазе бутонизации – цветения, резкое усыхание растений и зерна, не достигшего своей полновесности. Ученые Казанского ГАУ также выявили стабильную отрицательную корреляцию между суммой активных температур и урожайностью, которую они объяснили холодостойкостью культуры [8].

По сумме осадков анализируемые годы сильно отличались. Самыми засушливыми были 2010 и 2012 гг. (33 мм и 53 мм), 2013, 2014, 2015 и 2016 гг. по обеспеченности влагой были практически одинаковыми – 164…174 мм. Влияние суммы осадков за вегетационный период на урожайность гороха прослеживалось очень слабо, коэффициент корреляции составил r = 0,158.

Учитывая, что горох положительно отвечает на улучшение влагообеспеченности [1], а полученные результаты корреляционного анализа не отражают такой взаимосвязи, объяснить это можно изменением потребности во влаге в течение вегетации.

Анализируя корреляционные зависимости между факторами погоды и элементами продуктивности, можно отметить, что их влияние или отсутствие проявляются у сортов Фокор, Таловец 70 и осредненных значений группы образцов гороха из конкурсного сортоиспытания практически одинаково. Различия наблюдали лишь в степени воздействия фактора среды на величину этого показателя.

Горох наиболее требователен к влаге в период от посева до бутонизации. В это время интенсивно растет корневая система [9], вегетативная часть растения, закладываются и формируются генеративные органы. Это подтверждают высокие величины коэффициентов корреляции между суммой осадков в периоды «месяц до всходов», «всходы – начало бутонизации» и элементами продуктивности «количество плодоносящих узлов» – r = 0,711…0,919, «количество бобов на растении – r = 0,717…0,934, «количество зерен на растении» – r = 0,748…0,912, «масса зерна с растения» – r = 0,761…0,863, «количество зерен в бобе» – r = 0,414…0,703 (табл. 2).

В дальнейшем, при формировании, наливе и созревании зерна потребность во влаге снижается, на что указывают низкие, а в конце периода созревания даже слабо отрицательные величины коэффициентов корреляции (см. табл. 2). Вероятно, увеличение массы зерна происходит уже благодаря накоплен-

1. Урожайность и метеорологические условия по годам, 2009–2016 гг.

Показатель	Год								$НСР_{05}$
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Урожайность, ц/га	29,8	13,9	30,4	21,8	18,0	4,0	35,1	31,3	2,3
∑ T, °С*	1322	1695	1475	1483	1729	1517	1311	1387	
∑ R, мм	91	33	136	53	167	168	174	164	
ГТК	0,7	0,2	0,9	0,4	1,0	1,1	1,3	1,2	

**∑T – сумма активных температур (t≥10°С), °С; ∑R – сумма осадков за вегетационный период, мм.*

2. Коэффициенты корреляции между структурными показателями, определяющими факториальную составляющую урожайности, и суммой осадков (2009-2016 гг.)

Наименование	Фаза развития гороха			
	месяц до всходов (I)	всходы – начало бутонизации (II)	бутонизация – массовое цветение (III)	цветение – созревание (IV)
Количество плодоносящих узлов на растении, шт.				
Среднее по КСИ	0,919 ± 0,161	0,773 ± 0,259	0,086 ± 0,407	-0,240 ± 0,396
Фокор	0,951 ± 0,127	0,888 ± 0,187	-0,023 ± 0,408	-0,153 ± 0,403
Таловец 70	0,901 ± 0,177	0,711 ± 0,287	0,118 ± 0,405	-0,205 ± 0,400
Бобов на растении, шт.				
Среднее по КСИ	0,911 ± 0,167	0,796 ± 0,247	0,144 ± 0,404	-0,163 ± 0,403
Фокор	0,934 ± 0,146	0,857 ± 0,211	0,076 ± 0,407	-0,090 ± 0,407
Таловец 70	0,898 ± 0,180	0,717 ± 0,285	0,129 ± 0,405	-0,208 ± 0,399
Количество зерен на растении, шт.				
Среднее по КСИ	0,883 ± 0,192	0,866 ± 0,204	0,042 ± 0,408	-0,168 ± 0,403
Фокор	0,912 ± 0,167	0,855 ± 0,212	0,072 ± 0,407	-0,120 ± 0,405
Таловец 70	0,892 ± 0,182	0,748 ± 0,271	0,158 ± 0,403	-0,206 ± 0,400
Масса зерна с растения, г				
Среднее по КСИ	0,841 ± 0,221	0,847 ± 0,217	-0,060 ± 0,408	-0,136 ± 0,405
Фокор	0,762 ± 0,264	0,833 ± 0,226	-0,122 ± 0,405	-0,050 ± 0,405
Таловец 70	0,863 ± 0,206	0,761 ± 0,264	0,118 ± 0,405	-0,216 ± 0,399
Количество зерен в бобе, шт.				
Среднее по КСИ	0,681 ± 0,299	0,703 ± 0,290	0,193 ± 0,401	-0,287 ± 0,391
Фокор	0,468 ± 0,361	0,507 ± 0,352	0,176 ± 0,402	-0,146 ± 0,404
Таловец 70	0,414 ± 0,372	0,589 ± 0,330	0,091 ± 0,407	0,041 ± 0,408
Масса 1000 зерен, г				
Среднее по КСИ	0,024 ± 0,408	0,205 ± 0,400	-0,479 ± 0,358	-0,038 ± 0,408
Фокор	-0,077 ± 0,407	0,094 ± 0,407	-0,397 ± 0,375	-0,094 ± 0,406
Таловец 70	-0,205 ± 0,400	-0,014 ± 0,408	-0,101 ± 0,406	-0,270 ± 0,393
Продуктивность плодоносящего узла, г				
Среднее по КСИ	0,392 ± 0,376	0,534 ± 0,345	-0,085 ± 0,407	-0,021 ± 0,408
Фокор	0,249 ± 0,395	0,378 ± 0,378	-0,125 ± 0,405	0,054 ± 0,408
Таловец 70	0,205 ± 0,400	0,293 ± 0,390	0,137 ± 0,404	-0,177 ± 0,402
Урожайность, ц/га				
Среднее по КСИ	0,488 ± 0,356	0,599 ± 0,327	-0,056 ± 0,408	-0,291 ± 0,391
Фокор	0,406 ± 0,373	0,512 ± 0,351	-0,046 ± 0,408	-0,304 ± 0,389
Таловец 70	0,351 ± 0,382	0,388 ± 0,376	0,084 ± 0,407	-0,444 ± 0,366

ному самим растением потенциалу, а также продолжающейся фотосинтетической деятельности листьев и стебля. Подобное распределения потребности растений в осадках выявлено и у других культур [10].

Корреляция комплексного показателя ППУ, который в наибольшей степени взаимосвязан с урожайностью $r_{Фокор}$ = 0,840, $r_{Тал70}$ = 0,900, $r_{срКСИ}$ = 0,880, в сравнении с другими анализируемыми параметрами, была слабо положительной с суммой осадков в период «месяц до всходов» r = 0,205…0,392. В начальный период роста растений гороха теснота связей возрастала только у новых сортообразцов КСИ – r = 0,534. После наступления фазы цветения и далее корреляция величин этих показателей практически отсутствовала.

Несколько иначе влияние осадков отражалось на признаке «масса 1000 зерен». Если в первые два периода взаимосвязи не наблюдали, то осадки, выпадающие в фазе «бутонизация – массовое цветение» негативно отражались на крупности зерна. В большей степени это проявлялось у сорта Фокор (r = -0,397) и сортообразцов нового поколения (r = -0,479). У сорта, созданного в более ранние годы (Таловец 70), такая взаимосвязь была выражена очень слабо (r = -0,101).

Установленные математическим путем корреляционные взаимосвязи нашли свое подтверждение в фактических результатах. Так, максимальное за годы исследований количество осадков в периоды «месяц до всходов» и «всходы – начало бутонизации» отмечено в 2015 г. (148 и 105 мм) и 2016 г. (90 и 107 мм), что обеспечило формирование 2,1…3,6 шт. плодоносящих узлов на растении, в то время как в остальные годы величина этого показателя составляла 1,4…1,9 шт. По остальным признакам прослеживалась аналогичная тенденция: «количество бобов на растении» – 3,4…5,9 шт. и 1,8…3,0 шт. соответственно; «количество зерен на растении» – 12,3…19,3 шт. и 5,6…10,2 шт.; «масса зерна с растения – 2,6…4,8 г и 1,1…2,3 г; «количество зерен в бобе» – 3,9…4,1 шт. и 2,9…3,8 шт.; ППУ – 1,1…1,9 и 0,6…1,5.

Наибольшей влагообеспеченностью в период от бутонизации до созревания характеризовались 2013 и 2014 гг. (142 и 138 мм), что негативно отразилось на крупности зерна. В эти годы зафиксирована самая низкая масса 1000 зерен (в среднем по всем образцам за год) – 192 г и 187 г соответственно. Для сравнения, в 2009 г. масса 1000 зерен составляла – 229 г, 2010 г. – 209 г, 2011 г. – 253 г, 2012 г. – 224 г, 2015 г. – 246 г, 2016 г. – 200 г.

Второй фактор погодных условий, оказывающий весомое влияние на формирование продуктивности гороха, – температура. Характер и теснота связи среднесуточной температуры воздуха с рассматриваемыми показателями элементов продуктивности кардинально меняется по периодам. На начальном этапе подготовки почвы до наступления её физической спелости и далее после посева до появления всходов, температурный режим оказывал положительное, от слабого до среднего, влияние на изучаемые количественные признаки (коэффициент корреляции варьировал в диапазоне 0,106…0,407), что объясняется достаточно высокой холодо- и морозостойкостью растений гороха, по сравнению с другими яровыми культурами, и высокой отзывчивостью на повышение среднесуточных температур. Сразу после всходов и до массового цветения, у всех показателей четко выражена отрицательная корреляционная связь (табл. 3). В меньшей степени были подвержены влиянию высоких температур в периоды «всходы – начало бутонизации» и «бутонизация-массовое цветение» признаки «масса 1000 зерен» (r = – 0,075…- 0,291) и ППУ (r = – 0,238…-0,418).

Наиболее жаркие погодные условия II и III периодов отмечали в 2010 г., среднесуточная температура составила 18,7 °С, в 2013 г. – 19,6 °С и 2014 г. – 21,0 °С, что отразилось на урожайности – 13,9 ц/га, 18,0 ц/га, 4,0 ц/га соответственно. В эти же годы были зафиксированы и самые низкие показатели количества бобов на растении – 2,0; 2,8; 2,0 шт., массы зерна с растения – 1,16; 1,85; 1,08 г, количества зерен в бобе – 3,0; 3,5; 3,1 шт. соответственно. Четкого взаимодействия температуры с остальными показателями не выявлено, что объясняется комплексным влиянием элементов погоды на исследуемые параметры.

На стадии формирования, налива и созревания зерна, для гороха комфортной считается достаточно теплая (15…18 °С) погода, а при повышении температуры до 22 °С урожайность возрастает [1]. В наших исследованиях выявлена положительная корреляция среднесуточной температуры воздуха в период III с количеством продуктивных узлов (в среднем r = 0,441), количеством бобов на растении (r = 0,372), количеством зерен с растения (r = 0,357), массой зерна с растения (r = 0,340). Температурный режим этого периода в меньшей степени оказывал влияние на массу 1000 зерен и ППУ. Слабая взаимосвязь температуры с количеством зерен в бобе отмечена только у сортообразцов КСИ ($r_{ср\,КСИ}$ = 0,333).

Таким образом, на основные элементы, определяющие урожайность гороха (количество плодоносящих узлов, количество бобов на растении, количество зерен на растении, количество зерен в бобе, масса зерна с растения, масса 1000 зерен, продуктивность плодоносящего узла), оказывают существенное влияние температура и осадки, причем степень и направленность воздействия

3. Коэффициенты корреляции между структурными показателями, определяющими факториальную составляющую урожайности гороха и среднесуточной температурой воздуха (2009–2016 гг.)

Наименование	Фазы развития гороха			
	месяц до всходов (I)	всходы – начало бутонизации (II)	бутонизация – массовое цветение (III)	цветение – созревание (IV)
Количество плодоносящих узлов на растении, шт.				
Среднее по КСИ	0,270 ± 0,393	-0,489 ± 0,356	-0,580 ± 0,332	0,483 ± 0,358
Фокор	0,152 ± 0,403	-0,529 ± 0,346	-0,384 ± 0,377	0,406 ± 0,373
Таловец 70	0,267 ± 0,393	-0,463 ± 0,362	-0,594 ± 0,328	0,433 ± 0,368
Бобов на растении, шт.				
Среднее по КСИ	0,258 ± 0,395	-0,487 ± 0,357	-0,580 ± 0,332	0,390 ± 0,376
Фокор	0,216 ± 0,399	-0,478 ± 0,359	-0,470 ± 0,360	0,309 ± 0,388
Таловец 70	0,296 ± 0,390	-0,506 ± 0,352	-0,637 ± 0,315	0,417 ± 0,371
Количество зерен на растении, шт.				
Среднее по КСИ	0,256 ± 0,395	-0,497 ± 0,354	-0,481 ± 0,35	0,366 ± 0,380
Фокор	0,231 ± 0,397	-0,518 ± 0,349	-0,484 ± 0,357	0,303 ± 0,357
Таловец 70	0,281 ± 0,392	-0,516 ± 0,350	-0,627 ± 0,318	0,401 ± 0,374
Масса зерна с растения, г				
Среднее по КСИ	0,322 ± 0,387	-0,530 ± 0,346	-0,501 ± 0,353	0,361 ± 0,381
Фокор	0,271 ± 0,393	-0,448 ± 0,365	-0,353 ± 0,382	0,258 ± 0,395
Таловец 70	0,312 ± 0,388	-0,565 ± 0,337	-0,639 ± 0,314	0,400 ± 0,374
Количество зерен в бобе, шт.				
Среднее по КСИ	0,250 ± 0,395	-0,487 ± 0,357	-0,523 ± 0,348	0,333 ± 0,385
Фокор	0,235 ± 0,396	-0,235 ± 0,397	-0,470 ± 0,361	0,143 ± 0,404
Таловец 70	0,106 ± 0,408	-0,328 ± 0,386	-0,094 ± 0,406	-0,035 ± 0,408
Масса 1000 зерен, г				
Среднее по КСИ	0,346 ± 0,383	-0,291 ± 0,391	-0,139 ± 0,404	0,125 ± 0,405
Фокор	0,407 ± 0,373	-0,075 ± 0,407	-0,189 ± 0,401	0,221 ± 0,398
Таловец 70	0,235 ± 0,397	-0,224 ± 0,398	-0,254 ± 0,395	0,297 ± 0,388
Продуктивность плодоносящего узла, г				
Среднее по КСИ	0,250 ± 0,395	-0,368 ± 0,380	-0,299 ± 0,390	0,136 ± 0,406
Фокор	0,289 ± 0,391	-0,238 ± 0,397	-0,255 ± 0,395	0,023 ± 0,408
Таловец 70	0,214 ± 0,399	-0,415 ± 0,371	-0,418 ± 0,371	0,149 ± 0,404
Урожайность, ц/га				
Среднее по КСИ	0,282 ± 0,392	-0,611 ± 0,323	-0,490 ± 0,356	0,442 ± 0,366
Фокор	0,318 ± 0,387	-0,560 ± 0,338	-0,495 ± 0,355	0,385 ± 0,377
Таловец 70	0,340 ± 0,384	-0,558 ± 0,339	-0,622 ± 0,355	0,494 ± 0,355

меняется в зависимости от межфазного периода вегетации.

В условиях юго-востока Воронежской области существенное влияние на формирование количества плодоносящих узлов, количество бобов, количество зерен на растении, массу зерна с растения и количество зерен в бобе оказывает влагообеспеченность в периоды «месяц до всходов» – r = 0,414…0,951 и «всходы – начало бутонизации» – r = 0,507…0,888, а к концу вегетации чрезмерное их количество может стать причиной снижения урожайности – r = -0,291…-0,444. Наибольшая потребность в тепле у гороха отмечена в период «месяц до всходов» – r = 0,106…0,322 и «цветение – созревание» – r = 0,023…0,483. Слишком высокая температура от всходов до массового цветения оказывает негативное влияние на количественные элементы продуктивности и массу зерна – r = -0,094…-0,639.

Высокая корреляционная взаимосвязь выявлена между суммой активных температур за период вегетации и его продолжительностью – r = 0,821, а по взаимодействию с урожайностью она была отрицательной – r = -0,676. Средние показатели суммы осадков за период вегетации не отражают, в полной мере, их влияния на урожайность – r = 0,158, так как направленность их воздействия по фазам развития культуры сильно меняется.

Литература.

1. Макашова Р. Х. Культурная флора СССР. Зерновые бобовые культуры. Л.: Колос, 1979. 324 с.

2. Единая межведомственная информационно-статистическая система [Электронный ресурс]. URL: https://fedstat.ru/indicator/31328 (дата обращения 13.08.2018).

3. Рынок зерна//Экспертно-аналитический центр Агробизнеса [Электронный ресурс]. URL: http://ab-centre.ru/page/rastenievodstvo-rossii (дата обращения 13.08.2018).

4. Курец В. К., Дроздов С. Н. CO2 – газообмен интактного растения как показатель экологической характеристики сорта // Вестник РАСХН. 2005. № 3. С. 14–16.

5. Ермаков Е. И., Попов А. И. Стратегия адаптивной интенсификации продукционного процесса растений при пространственной неоднородности среды обитания // Вестник РАСХН. 2005. № 6. С. 4–7.

6. Фомин В. С. Пути повышения эффективности селекции гороха в ЦЧЗ: автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. Немчиновка, 1995. 45 с.

7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.

8. Муратов М. Р., Гилязов М. Ю. Корреляция урожайности зерновых и зернобобовых культур от агрохимических параметров почвы и погодных условий // Вестник Казанского ГАУ. 2015. № 2 (36). С. 128–134.

9. Давлетов Ф. А. Влияние погодных условий на формирование урожая и качество зерна гороха // Вестник РАСХН. 2006. № 3. С.24–25.

10. Агрометеорологические условия и прогнозирование урожайности семян подсолнечника в Приволжском Федеральном округе / А. И. Страшная, Н. А. Богомолова, В. А. Тищенко и др. // Труды Гидрометцентра России. 2016. № 359. С. 142–160.

Formation of Productivity Elements of Pea Depending on Weather Conditions of the Vegetation Period

I. A. Filatova
V. V. Dokuchaev Research Institute of Agriculture of the Central Black-Earth Zone, kvartal 5, 81, pos. 2 uchastka Instituta imeni Dokuchaeva, Talovskii r-n, Voronezhskaya obl., 397463, Russian Federation

Abstract. *The article presents the results of a study on the influence of the main weather factors (temperature and precipitation) on the yield of pea, carried out in 2009–2016. A correlation analysis was performed in order to reveal quantities, which determine the crop productivity. According to the results, the number of fruiting nodes (r = 0.505), the number of beans per plant (r = 0.629), the number of seeds per plant (r = 0.712), the number of seeds per bean (r = 0.833), the weight of seeds per plant (r = 0.825), the weight of 1000 grains (r = 0.695), the productivity of a fruiting node (r = 0.880) had the closest correlation with the yield. To study the influence of weather factors (the average daily air temperature and the amount of precipitation) on the above indicators, the time interval from soil preparation to the sowing until full maturation was divided into four periods: a month before shoots (I), shoots – the beginning of budding (II), budding – mass flowering (III), flowering – full ripeness (IV). The average negative correlation was established (r was from -0.490 to -0.622) for the yield and the average daily air temperature in the II and III periods. Precipitation falling in the I and II periods had the closest positive effect (r = 0.761–0.863) on the elements of the yield. Fokor and Talovets 70 varieties and the combined indicator for variety samples had similar results on responsiveness to temperature and precipitation. The number of precipitations during the I and II periods correlated to an average extent with the productivity (r = 0.351–0.488 and r = 0.388–0.599). The relationship between the same parameters in the III period was absent (r was from -0.056 to 0.084), and in the IV period it was poorly negative (r was from -0.291 to -0.444). In all investigated samples of pea the positive correlation between productivity and daily average temperature of air (r = 0.282–0.340 and r = 0.385–0.494) was from weak to average. And high temperatures in the II and III periods were negatively reflected in the productivity of the culture (r was from -0.558 to -0.611 and r was from -0.490 to -0.622).*

Keywords: *field pea (Pisum sativum L.); productivity; elements of productivity; weather; correlation.*

Author Details: *I. A. Filatova, senior research fellow (e-mail: niish1c@mail.ru).*

For citation: *Filatova I. A. Formation of Productivity Elements of Pea Depending on Weather Conditions of the Vegetation Period. Zemledelije. 2018. No. 6. Pp. 44–47 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10612.*

«Байер»: защита семян на максимальном уровне

Несоблюдение севооборота, нарушения агротехники, перемены в климате – все это негативно сказывается на фитосанитарном состоянии зерновых колосовых культур. Причем, данная тенденция актуальна для всех регионов страны; в хозяйствах, работающих по экстенсивным и интенсивным технологиям. Одним из ключевых агроприемов, позволяющих защитить будущий урожай от вредоносных объектов, является качественное протравливание семян. Для этого следует использовать современные препараты от известных компаний-производителей. Таких как «Байер», чья продукция демонстрирует высокий уровень защиты против экономически значимых болезней и вредителей.

Разные поколения эффективных протравителей

В данной линейке есть хорошо известные протравители и новинки последних лет. Начнем с представителей первой группы: одним из популярных продуктов для обработки семян колосовых культур является ЛАМАДОР®, состоящий из протиоконазола и тебуконазола. Это классический «тандем», демонстрирующий отличные результаты в защите от корневых гнилей и головневых заболеваний, а также контроле снежной плесени.

Добавив к этим действующим веществам флуопирам, компания «Байер» создала новый продукт: ЛАМАДОР® ПРО. Данный фунгицид нацелен на защиту ярового и озимого ячменя от основных болезней: видов головни, корневых гнилей, плесневения семян. А самое главное – эффективно контролирует сетчатую пятнистость, значительно снижающую продуктивность современных сортов.

Еще один эффективный продукт – препарат БАРИТОН®, содержащий флуоксастробин и протиоконазол. Он проявляет исключительную эффективность против снежной плесени, корневых гнилей, а также септориоза проростков. Одновременный контроль почвенной и семенной инфекции, продолжительное защитное действие и высочайшая селективность в отношении зерновых культур – все это сильные стороны препарата БАРИТОН®, с которыми многие российские аграрии уже успели познакомиться.

А теперь обратимся к новинкам последних сезонов. В прошлом году регистрацию в нашей стране получил протравитель РЕДИГО® ПРО. Его состав может показаться знакомым: это протиоконазол и тебуконазол. Однако концентрация тебуконазола в нем существенно ниже, чем в других аналогичных продуктах. Благодаря этой особенности, РЕДИГО® ПРО получил регистрацию не только на зерновых колосовых культурах, но и на горохе, а также льне. Препарат эффективен в борьбе с корневыми гнилями, головневыми заболеваниями, снежной плесенью, и удобен в применении: для всех культур рекомендована единая норма расхода (0,45-0,55 л/т).

Четыре компонента – уникальный результат

А теперь – уникальный для нашей страны инсекто-фунгицидный протравитель СЦЕНИК® КОМБИ. В его состав входят сразу четыре действующих вещества. Так, надежную защиту от патогенов гарантируют флуоксастробин, протиоконазол и тебуконазол, обладающие разными механизмами действия и работающие по принципу синергии. А контроль насекомых-вредителей обеспечивает отлично зарекомендовавший себя клотианидин.

За счет системных свойств, СЦЕНИК® КОМБИ проникает в семена, а после – корневую систему растений, равномерно распределяясь по ним вслед за точками роста. Таким образом, СЦЕНИК® КОМБИ представляет собой надежный инструмент защиты против различных видов головни, фузариозной и гельминтоспориозной корневых гнилей, ризоктониозной прикорневой гнили, снежной плесени, плесневения семян. А также эффективное решение в борьбе с хлебной жужелицей, злаковыми мухами, хлебной блошкой и тлей. И многолетнее использование препарата СЦЕНИК® КОМБИ в российских хозяйствах только подтверждает его звание лидера в сфере защиты семян.

Важную роль в вопросах выбора протравителя играет удобство применения. СЦЕНИК® КОМБИ – воплощение того, что хочет получить от обработки семян каждый агроном. Наличие фунгицидной и инсектицидной составляющей в одном продукте позволяет отказаться от приготовления рабочих растворов, состоящих из нескольких (порой плохо совместимых между собой) препаратов. Таким образом, сельхозтоваропроизводитель получает готовый продукт, созданный в заводских условиях по научно обоснованной «рецептуре».

Физиология под контролем

Нужно отметить, что все перечисленные протравители содержат протиоконазол (а в случае с препаратами СЦЕНИК® КОМБИ и БАРИТОН® – еще и флуоксастробин); а значит, обладают ярко выраженным физиологическим эффектом. Он проявляется комплексно: обработанные семена отличаются лучшей энергией прорастания и всхожестью, а полученные из них растения развивают более мощную корневую систему, лучше кустятся и эффективней противостоят стрессам.

Как результат, использование протравителей компании «Байер» позволяет решить сразу несколько задач. С одной стороны, надежно защитить от вредоносных объектов, способных скорректировать показатели урожайности в меньшую сторону. С другой – дать мощный старт к развитию. И с поставленными задачами препараты справляются на «отлично»!

Горячая линия Bayer
8 (800) 234-20-15

Инсектицидный протравитель нового поколения

Табу® супер

имидаклоприд, 400 г/л +
+ фипронил, 100 г/л

expectrum инновационные продукты

Инсектицидный протравитель для защиты зерновых, кукурузы, подсолнечника, сои и картофеля, не имеющий аналогов по эффективности и рентабельности применения

Надежно контролирует почвообитающих и наземных вредителей. Сочетает два действующих вещества из разных химических классов. Обеспечивает длительный период защиты. Моментально уничтожает проволочника всех возрастов. Полностью и надолго защищает от проволочника культуры в севооборотах, в которых для посева используют протравленные Табу супер семена. Уничтожает популяции вредителей, устойчивые к неоникотиноидам и пиретроидам.

АО Фирма «Август»
Центральный офис в Москве
129515, г. Москва, ул. Цандера, д. 6
Тел.: (495) 787-08-00
Факс: (495) 787-08-20

С нами расти легче

www.avgust.com

avgust crop protection

ISSN 0044-3913. Земледелие. 2018. № 6.1 - 48. Индекс 70329.