5.2019

ISSN 0044-3913

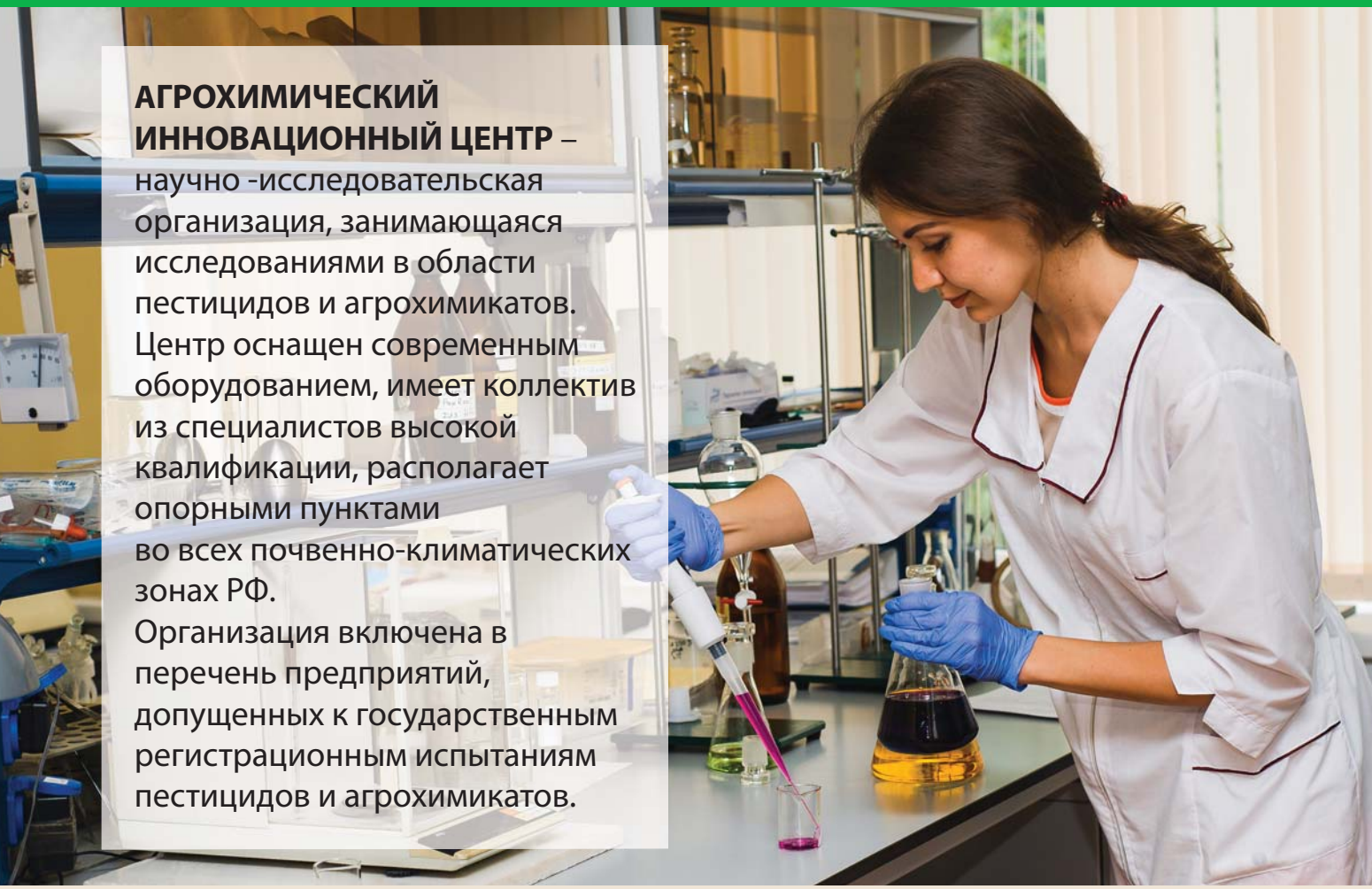
ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

С нами расти легче

www.avgust.com

avgust
crop protection

АГРОХИМИЧЕСКИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР
РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА



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

АИЦ
АГРОХИМИЧЕСКИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР

НАШИ ВОЗМОЖНОСТИ

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

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

5.2019 ИЮЛЬ

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

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

А. И. Петелько, А. В. Выпова. Влияние стокорегулирующей лесной полосы комбинированной конструкции с низкорослым кустарником на эрозионно-гидрологические процессы 3
A. I. Petelko, A. V. Vypova. Belt of Combined Construction with Dwarf Shrubbery on Erosion-Hydrological Processes

А.С. Акименко. Методика управления вещественно-энергетическими потоками в севооборотах 7
A.S. Akimenko. Methods of Managing Matter-Energy Flows in Crop Rotations

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ / **SOIL CULTIVATION**

М. С. Бунин, Л. К. Садовская. Структура информационного массива базы данных «АГРОС» по проблемам точного земледелия 12
M. S. Bunin, L. K. Sadovskaya. Structure of Information Array of AGROS Database on the Problems of Precision Farming

С. В. Усенко, В. И. Усенко, А. А. Гаркуша. Эффективность приемов обработки почвы и средств интенсификации на яровой пшенице в зависимости от метеоусловий и предшественника в лесостепи Алтайского Приобья 16
S. V. Usenko, V. I. Usenko, A. A. Garkusha. Efficiency of Tillage Methods and Intensification Means for Spring Wheat Depending on Weather Conditions and a Forecrop in the Forest-Steppe of the Altai Ob Region

Н. В. Перфильев, О. А. Вьюшина. Изменение питательного режима темно-серой лесной почвы в посевах ячменя при различных системах основной обработки 21
N. V. Perfilyev, O. A.Vyushina. Change in the Nutrient Regime of Dark-Grey Forest Soil in Barley Crops under Different Tillage Systems

ПОЛЕВОДСТВО И ЛУГОВОДСТВО / **FIELD CROPS**

В. И. Лазарев, Р. И. Лазарева, Б. С. Ильин, Т. В. Гаврилова. Агротехнологическая оценка возделывания яровой пшеницы по различным предшественникам в условиях Курской области 25
V. I. Lazarev, R. I. Lazareva, B. S. Ilyin, T. V. Gavrilova. Agrotechnological Evaluation of Spring Wheat Cultivation after Various Forecrops under Conditions of the Kursk Region

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, Украина
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, Республика Беларусь
М. А. Мазиров, доктор биологических наук
М. Михловски, доктор сельскохозяйственных наук, Чешская Республика
Ю. В. Плугатарь, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук
А. С. Сапаров, академик АСХН Республики Казахстан, доктор сельскохозяйственных наук, Республика Казахстан
П. А. Чекмарев, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук
И. Ф. Храмцов, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук

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

КОНТАКТЫ:
Тел./факс: +7 916 241 63 43

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

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

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

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

Подписано в печать 02.07.19
Формат 60×90 1/8.
Печать офсетная.
Печ.л. 6,0+0,5 вкл.
Заказ

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

© “Земледелие”. 2019.

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

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

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

Г. А. Ступакова, С. А. Деньгина, В.М. Иванова. Подтверждение достоверности результатов оценки химического состава зерновых культур 27

G. A. Stupakova, S. A. Den’gina, V. M. Ivanova. Confirmation of Results’ Reliability of Assessment of Cereals’ Chemical Composition

С. В. Жевора. Экологическая адаптивность перспективных сортов картофеля отечественной селекции и экономическая оценка их возделывания 30

S. V. Zhevora. Environmental Adaptability of Russian Promising Potato Varieties and Economic Evaluation of Their Cultivation

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ **PLANT PROTECTION**

С. Б. Говоркова, Р. М. Гафуров, В. А. Цымбалова, Е. В. Калабашкина. Изучение влияния нового регулятора роста растений с ретардатными свойствами на степень полегания озимой пшеницы 39

S. B. Govorkova, R. M. Gafurov, V. A. Tsymbalova, E. V. Kalabashkina. Examination of the Effect of a New Plant Growth Regulator with Retardant Properties on the Lodging Degree of Winter Wheat

Р. Ф. Байбеков, О. С. Мишина, С. Л. Белопухов, Р. Г. Иванов, Н.Г. Ракипов. Исследование действия биорегулятора «Этафосф» на морфологические показатели и продуктивность гречихи 41

R. F. Baybekov, O. S. Mishina, S. L. Belopukhov, R. G. Ivanov, N. G. Rakipov. Effect of Etafosf Bioregulator on the Buckwheat Morphological Indicators and Productivity

С. В. Дмитриева, С. Я. Попов. Биологическая эффективность инсектицидов разных классов против яблонного цветоеда (*Anthonomus pomorum*) на яблоне 45

S. V. Dmitrieva, S. Ya. Popov. Biological Efficacy of Insecticides of Different Classes against Apple Blossom Weevil (*Anthonomus pomorum*) on Apple Trees

Уважаемые читатели!

В 2019 г. журналу «Земледелие» исполняется 80 лет. Этому событию будет посвящен следующий номер журнала (№6-2019). Свои поздравления и пожелания вы можете направить по электронной почте jurzemledelie@yandex.ru.

На стенде журнала на Российской агропромышленной выставке «Золотая осень» все желающие смогут получить бесплатно юбилейный номер и оформить льготную подписку через редакцию на 2020 год. Спасибо, что вы с нами!

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10501
УДК 634.958:631.627

Влияние стокорегулирующей лесной полосы комбинированной конструкции с низкорослым кустарником на эрозионно-гидрологические процессы

А. И. ПЕТЕЛЬКО, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник (e-mail: zaglos@mail.ru)
А. В. ВЫПОВА, директор (e-mail: vypova@gmail.com)
Новосильская зональная агролесомелиоративная опытная станция – филиал Федерального научного центра агроэкологии РАН, ул. Семашко, 2а, Мценск, Орловская обл., 303035, Российская Федерация.

Представлены материалы исследований, проведенных в 2017–2018 гг. в условиях Орловской области с целью изучения эффективности защитных стокорегулирующих лесных полос комбинированных конструкций с низкорослыми кустарниками на распределение снежного покрова и характер промерзания почвы, для разработки системы управления эрозионно-гидрологическим процессом на эродированных склонах. Исследования проводили водно-балансовым методом на стоковых площадках. Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов: без лесной полосы (контроль); лесная полоса с кустарником спиреи ниппонской; лесная полоса с лапчаткой кустарниковой Голдфингер; лесная полоса с кустарником спиреи Дугласа. Лесополоса 4-рядная 1960 г. посадки по схеме берёза – тополь – тополь – берёза, размещение 2,5 × 1,0 м. Исследования проводили на фоне зяблевой обработки поперек склона. Гидрометеорологические условия осенне-зимнего периода способствовали неглубокому промерзанию почвы, которое перед снеготаянием в 2017 г. составляло 10…21 см, в 2018 г. – 30…45 см. В среднем за 2 года исследований общие запасы снеговой воды на зяби со стокорегулирующей лесной полосой и низкорослым кустарником превысили контроль на 11…18 мм. Величина стока была очень слабой – 3,1…5,9 мм, коэффициент стока незначительным – от 0,02 до 0,06. В вариантах с лесной полосой и кустарником водопоглощение было на 7,3…20,5 мм выше, чем на зяби без насаждений.

Ключевые слова: *почва, эрозия, снегоотложение, промерзание, влажность почвы, снеготаяние, водопоглощение, снегозапасы, сток талых вод, низкорослый кустарник, стокорегулирующая лесная полоса комбинированной конструкции.*

Для цитирования: *Петелько А. И., Выпова А. В. Влияние стокорегулирующей лесной полосы комбинированной конструкции с низкорослым кустарником на эрозионно-гидрологические процессы // Земледелие. 2019. № 5. С. 3–7. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10501.*

Для предохранения почвы от глубокого промерзания мощность снежного покрова в лесной полосе должна составлять 30…50 см. Поэтому необходимо формировать стокорегулирующие лесные полосы комбинированной конструкции с низкорослым кустарником, что обеспечивает оптимальное снегоотложение. Зная закономерности снегоотложения в комбинированных стокорегулирующих лесополосах можно влиять на эрозионно-гидрологические процессы. Улучшенная технология размещения противоэрозионных лесных полос на склонах надёжно защищает почву от смыва и размыва [1, 2, 3].

Необходима такая конструкция лесополосы, которая позволила бы равномерно распределять снег в межполосном пространстве и накапливать достаточно снега внутри посадок, чтобы не было глубокого промерзания почвы. Это может быть комбинированная стокорегулирующая лесная полоса с низкорослым кустарником. Она имеет следующий вертикальный профиль по продуваемости: до 0,5 м от поверхности земли – плотная, на высоте 1,5…2,0 м – продуваемая (без сучьев), а выше 2,0 м – ажурная [4, 5, 6].

Низкорослыми (до 50 см) кустарниками до 50 см можно регулировать снегоотложение на склоновых землях, что в свою очередь, позволяет предохранить почву от глубокого промерзания. Для более точного понимания происходящих процессов нужно выявить закономерности снегоотложения, характер замерзания, оттаивания и увлажнения почвы, определить основные влияющие факторы и дать им количественную оценку.

Цель нашей работы – выявить закономерности снегоотложения на склоновых эродированных землях в комбинированных стокорегулирующих лесополосах с низкорослым кустарником для управления эрозионно-гидрологическим процессом.

На опытном участке расположена 4-рядная лесная полоса 1960 г. посадки по схеме берёза – тополь – тополь – берёза (БТТБ), размещение 2,5 × 1,0 м. В лесополосе перед закладкой опыта проведены санитарные и рубки ухода для придания ей комбинированной конструкции.

Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов: зяблевая вспашка поперёк склона (контроль); зяблевая вспашка поперек склона + лесная полоса с кустарником спиреи ниппонской; зяблевая вспашка поперек склона + лесная полоса с лапчаткой кустарниковой Голдфингер; зяблевая вспашка поперек склона + лесная полоса с кустарником спиреи Дугласа.

Склон, на котором расположен ста-

1. Снегоотложение на разных агрофонах перед снеготаянием (2017 г.)

№ стоковой площадки	Вариант	Плотность снега, г/см^3	Запасы воды в снеге, мм	Высота снега, см		
				лесополоса	шлейф	поле
1	зяблевая вспашка без лесополосы (контроль)	0,285	63	–	–	17
2	зяблевая вспашка + лесополоса с кустарником спиреи ниппонской	0,301	81	14	23	19
3	зяблевая вспашка + лесополоса с лапчаткой кустарниковой Голдфингер	0,311	93	17	28	23
4	зяблевая вспашка + лесополоса с кустарником спиреи Дугласа	0,317	79	21	25	21
	среднее	0,304	80	19	24	20
	$НСР_{05}$	0,048	13,3	4,6	5,2	4,7

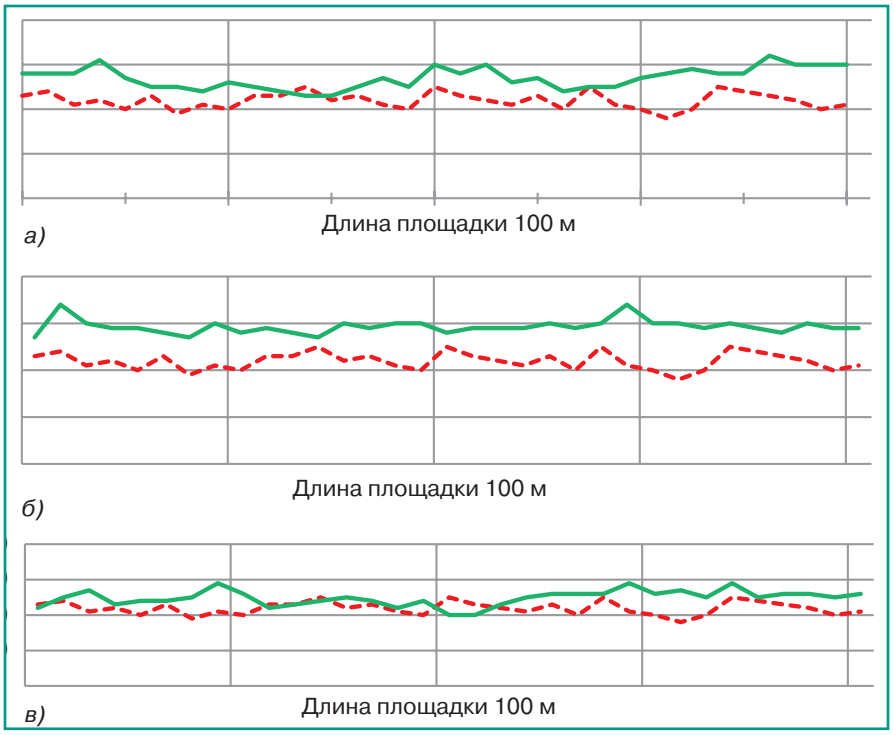


Рис. 1. *Высота снежного покрова перед снеготаянием на стоковых площадках (2017 г.): ------ – стоковая площадка №1 (контроль); ——— – а) стоковая площадка №2; б) стоковая площадка №3; в) стоковая площадка №4.*

ционарный опыт со стоковыми площадками, имеет южную экспозицию. Крутизна – 3…4°. Почвы – серые лесные средне- и сильносмытые. Смытость увеличивается сверху вниз по склону. В лесной полосе в 2015 г. провели посадки низкорослого кустарника согласно схеме опыта.

Перед снеготаянием высоту снега измеряли на стоковых площадках по снегомерным ходам через 2…4 м в 3…5-кратной повторности. Плотность снега определяли весовым снегомером ВС-43 на каждой стоковой площадке в 6-и точках в 2-кратной повторности. Глубину промерзания почвы определяли по наличию кристаллов льда при бурении. Образцы почвы для измерения влажности отбирали в 3-кратной повторности со следующих слоёв: 0...3, 3...10, 10...20, 20...30, 30...40, 40...50, 50...75, 75...100 см. В период снеготаяния наблюдения за оттаиванием почвы проводили с использованием металлической шпильки в 5-кратной повторности в верхней, средней и нижней частях стоковых площадок. На стоковой площадке определяли среднюю высоту и плотность, на основании которых рассчитывали запасы воды в снеге. Замеры воды на пороге водослива проводили линейкой с миллиметровыми делениями через каждый час в дневное время. Смыва почвы не фиксировали.

Сентябрь 2016 г. был на 0,3 °С теплее обычного. Осадков выпало мало – 19 мм, или 43 % от нормы. В октябре среднемесячная температура воздуха составила 4,7 °С, что на 0,3 °С холоднее обычного. Осадки выпадали часто, превысив норму на 105 %. Ноябрь был холоднее обычного на 0,4 °С, осадки за месяц составили 74 мм, или 195 % от нормы. В целом осень была на 0,2 °С прохладнее, а осадки (139 мм) превысили норму на 110 %. Отмечены слабые заморозки.

Декабрь был теплее обычного на 1,6 °С. На 30 декабря средняя высота снежного покрова на большей части территории достигала 20…30 см, что было на 10…15 см выше среднемноголетнего уровня. Глубина промерзания почвы по агрофонам изменялась от 12 до 30 см.

В январе отмечена тёплая погода с резкими похолоданиями. Морозы доходили до 15…20 °С. Были и оттепельные дни. Осадки различных видов и интенсивности выпадали часто. Под толщей снежного покрова промерзание почвы составляло 21…30 см, местами наблюдали оттаивание почвы снизу.

Среднемесячная температура воздуха в феврале была выше обычной (-9,4 °С) на 4,5 °С. Отмечено 6 дней с оттепелями, что вызвало небольшое таяние снега и уплотнение снежного покрова. Промерзания почвы варьировало от 20 до 40 см.

Таким образом, зима была теплее обычного на 3,1 °С, а осадков выпало на 24 мм больше нормы. На 27 февраля, или на месяц раньше климатической даты, произошёл переход средней температуры воздуха через 0 °С в сторону повышения.

В первой декаде марта потеплело, осадков практически не отмечали. В ночные часы часто фиксировали отрицательные температуры воздуха. Перед снеготаянием средняя плотность снега на стоковых площадках составляла 0,285…0,317 г/см^3. Наибольшие в опыте запасы воды в снеге (93 мм) отмечали в варианте зяблевая вспашка поперёк склона + лесная полоса с лапчаткой кустарниковой. Средние запасы воды в снеге для всех стоковых площадок равнялись 80 мм (табл. 1). Достоверных различий по высоте снега между контролем и средней по лесополосам не отмечено. Этому способствовали сложившиеся условия холодного периода с частыми оттепелями, особенно в феврале.

Средняя высота снега в лесополосе составляла 19 см, в шлейфовой зоне – 24 см, в поле – 20 см.

В то же время на зяби без лесной полосы (контроль) средняя высота снега составила 17 см, или на 4 см меньше. В отдельных местах стоковых площадок с лесополосами величина этого показателя превышала 30 см (рис. 1).

В зимний период – под толщей снега промерзание почвы было неглубоким – в декабре 12…25 см, январе – 21…30 см, феврале – до 40 см, местами – 10…15 см. В конце третьей декады февраля – первой декаде марта установилась тёплая погода, которая способствовала таянию снега и оттаиванию почвы. Граница мёрзлого слоя проходила на глубине от 16…17 до 28…33 см.

На стоковых площадках перед снеготаянием промерзание почвы было слабым – 10…21 см, а в некоторых местах она была талой.

Общие влагозапасы по слоям почвы перед началом снеготаяния распределялись неравномерно. Наиболее увлажненным был слой 0…30 см. В контроле влагозапасы в нижней части стоковой площадки составили 116,5 мм и были меньше, чем в варианте с лесной полосой на 17,4 мм. В середине поля величины этих показателей были равны соответственно 130,9 мм и 5,3 мм (табл. 2).

2. Влажность почвы и влагозапасы перед снеготаянием (2017 г.)

Место определения	0…30 см		0…50 см		50…100 см		0…100 см	
	%	мм	%	мм	%	мм	%	мм
Стоковая площадка №1 (контроль)								
Поле (низ)	30,1	116,5	29,2	208,7	24,6	190,6	27,7	412,7
Поле (середина)	33,0	130,9	33,0	235,9	23,0	178,2	31,3	466,3
Поле (верх)	27,3	105,6	27,6	197,3	25,3	194,5	26,0	382,2
Стоковая площадка №3								
Лесополоса (низ)	36,9	133,9	31,1	202,1	21,4	159,4	28,5	390,4
Поле (середина)	35,2	136,2	30,3	216,6	27,2	210,8	31,0	461,9
Поле (верх)	33,9	131,1	29,5	210,9	24,1	186,7	29,8	438,0
$НСР_{05}$	6,5	20,9	5,0	35,3	4,0	31,1	4,8	70,8

3. Влияние агрофона на весенний сток (2017 и 2018 гг.)

№ стоковой площадки	Вариант	2017 г.*			2018 г.			
		общие снегозапасы, мм	сток, мм	водопоглощение, мм	общие снегозапасы, мм	сток, мм	коэффициент стока	просачивание, мм
1	зяблевая вспашка без лесополосы (контроль)	80	0	80	106	11,8	0,11	94,2
2	зяблевая вспашка + лесополоса с кустарником спиреи ниппонской	96	0	96	113	6,2	0,05	106,8
3	зяблевая вспашка + лесополоса с лапчаткой кустарниковой Голдфингер	108	0	108	115	6,9	0,06	108,1
4	зяблевая вспашка + лесополоса с кустарником спиреи Дугласа	94	0	94	119	7,5	0,06	111,5
	$НСР_{05}$	15,6	0	15,6	19,7	1,6	0,01	21,0

**За период снеготаяния выпало 15 мм осадков.*

Во время весеннего снеготаяния водопоглощение зависит от глубины промерзания почвы и степени закупорки водопроводящих пор ледяными пробками. Глубина промерзания почвы зависит, с одной стороны, от толщины снежного покрова, с другой – от суммы отрицательных температур зимнего периода. Если снег выпадает на незамёрзшую или слабо замёрзшую почву и больше не стаивает, а также если выпадающие твёрдые осадки постепенно увеличивают толщину снежного покрова, то отепляющее действие последнего оказывает положительное влияние на водопроницаемость почвы, уменьшение стока талых вод, сокращение смыва почвы [7].

Зимой 2016–2017 гг. промерзание почвы было неглубоким. Снеготаяние началось 28 февраля и длилось до 15 марта. Оно прерывалось ночными заморозками. В дневные часы при положительной температуре воздуха снег медленно таял и оседал. Талая вода постепенно впитывалась в почву. Водопоглощение на стоковых площадках на агрофонах с лесной полосой и низкорослым кустарником составляло 94…108 мм, в контроле – 80 мм (табл. 3).

Таким образом, слабое промерзание почвы оказывает положительное влияние на сток и эрозию. В таких условиях происходит впитывание всей талой воды в почву.

В 2017–2018 гидрологическом году осень была теплее среднемноголетнего уровня на 1,2 °С. Осадки превысили норму на 40,0 % и составили 177,0 мм против 126,0 мм. С 20 на 21 ноября на талую почву выпал снег, затем растаял. Во второй половине ноября 2017 г. отмечены заморозки до 5…6 °С. Почва промёрзла до 12 см, а местами до 5…6 см. Ветры преобладали юго-восточного направления.

Средняя месячная температура декабря была выше нормы на 0,5 °С, а сумма осадков превысила среднемноголетнюю и составила 99,0 мм. Резкое потепление в последней пятидневке декабря обусловило таяние снежного покрова, 31 декабря почва была талой.

В январе 2018 г. высота снега составляла 11…15 см. средняя температура воздуха за месяц – 4,8 °С, что на 5,0 °С выше нормы и на 2,0 °С больше, чем в предыдущем году. За февраль температура воздуха составила -9,3 °С мороза, что на 0,1 °С теплее многолетних величин. Под образовавшимся снежным покровом высотой 27…31 см промерзание почвы шло медленно. На 28 февраля выпало 35…45 см. Это меньше средних многолетних значений. Осадков выпало 39,0 мм, что на 8,0 мм больше.

За зимний период выпало 178,0 мм осадков. Средняя температура воздуха

4. Снегоотложение на разных агрофонах перед снеготаянием (2018 г.)

№ стоковой площадки	Вариант	Плотность снега, г/см³	Запасы воды в снеге, мм	Высота снежного покрова, см		
				лесополоса	шлейф	поле
1	зяблевая вспашка без лесополосы (контроль)	0,285	77	–	–	27
2	зяблевая вспашка + лесополоса с кустарником спиреи ниппонской	0,270	84	31	33	29
3	зяблевая вспашка + лесополоса с лапчаткой кустарниковой Голдфингер	0,306	86	28	31	28
4	зяблевая вспашка + лесополоса с кустарником спиреи Дугласа	0,300	90	29	33	27
	среднее	0,290	84	29	32	28
	$НСР_{05}$	0,39	14,0	5,8	6,4	5,6

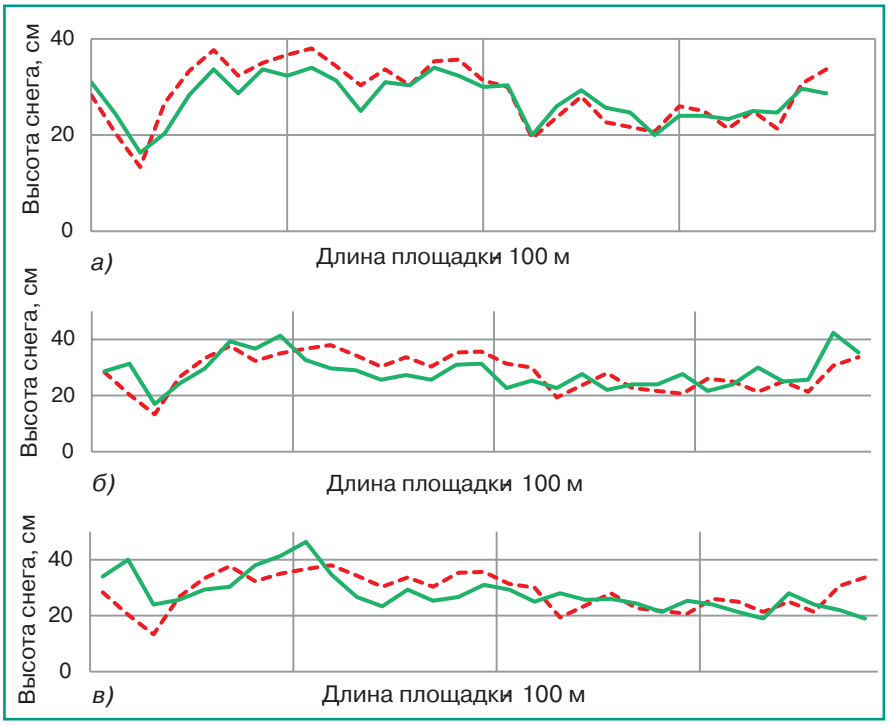


Рис. 2. *Снежный покров перед снеготаянием (2018 г.): – – – – – стоковая площадка №1 (контроль); ——— – а) стоковая площадка №2; б) стоковая площадка №3; в) стоковая площадка №4.*

5. Влажность почвы перед снеготаянием с разных глубин в метровом слое слое (2018 г.)

Место определения	0…30 см		0…50 см		50…100 см		0…100 см	
	%	мм	%	мм	%	мм	%	мм
Стоковая площадка №1 (контроль)								
Поле (низ)	38,5	148,9	34,1	243,8	23,7	183,6	31,4	461,5
Поле (середина)	32,9	137,1	29,5	210,9	22,4	160,1	27,5	409,7
Стоковая площадка №3								
Лесополоса (низ)	35,6	129,2	29,9	194,3	15,6	116,2	26,1	357,5
Поле (середина)	36,2	140,0	31,4	224,5	23,1	179,0	29,5	439,5
Поле (верх)	37,1	143,5	32,1	229,5	22,6	175,1	29,8	438,0
$НСР_{05}$	5,0	19,4	4,3	30,6	3,9	22,6	4,0	58,5

составила -4,7 °С, что на 4,0 °С выше нормы. Залегание снежного покрова на полях в течение зимы нарушалось 24-мя оттепелями.

В марте средняя температура воздуха составила 6,4 °С, что на 2,0 °С ниже нормы. В первой декаде преобладал юго-западный ветер, во второй половине – юго-восточный. За месяц выпало 58,0 мм осадков. Выпадение снега в отдельные дни способствовало увеличению мощности снежного покрова. Промерзание почвы к концу марта осталось практически без изменений.

По результатам снегомерной съемки, проведенной в начале второй декады марта, больших различий по высоте снежного покрова не отмечено (табл. 4). Самые высокие запасы воды в снеге (90 мм) наблюдали на агрофоне зяблевой вспашки + стокорегулирующая лесополоса + спирея Дугласа.

В марте, перед снеготаянием на стоковых площадках 2, 3, 4 с комбинированной стокорегулирующей лесной полосой с низкорослым кустарником высота снега составляла 28…31 см, в контроле – 27 см. Наибольшая высота снега отмечена в зоне шлейфа перед полосой – 33 см. На этом участке повсеместно произошло увеличение снежного покрова, по сравнению с контролем (рис. 2).

Увеличение снегоотложения перед снеготаянием в лесной полосе в среднем составило 10 см, в шлейфовой зоне – 8 см, в поле без лесополосы – 8 см, по сравнению с 2017 г.

Влагозапасы по слоям почвы распределялись неравномерно. В слое 0…30 см нижних частях стоковых площадок на зяби они варьировали от 140,0 до 148,9 мм, в средних частях – 137,1…143,5 мм, что на 2,9…5,4 мм меньше (табл. 5).

В 2018 г. перед снеготаянием промерзание почвы было неглубоким (30…45 см). Снеготаяние длилось с 15 марта до 7 апреля. За этот период выпало 29,0 мм осадков. При наступлении ночных похолоданий таяние снега прекращалось. Сток отмечался в дневные часы при положительной температуре воздуха со 2 по 7 апреля. В основном его наблюдали во второй половине дня, к вечеру он прекращался. По шкале Г. П. Сурмача поверхностный сток талых вод был очень слабый и слабый. Его величина на зяби без лесополосы (контроль) составляла 11,8 мм, а в вариантах с комбинированной стокорегулирующей лесной полосой с низкорослым кустарником – 6,2…7,5 мм. Коэффициент стока изменялся от 0,05 до 0,11, водопоглощение – 94,2…111,5 мм (см. табл. 3). Смыва и размыва почвы не зафиксировано.

Слабое промерзание почвы способствовало впитыванию значительной части снеговой воды. Наибольшее (111,5 мм) ее количество впиталось в почву в варианте с лесной полосой и лапчаткой кустарниковой.

В среднем за 2 года исследований общие запасы снеговой воды на зяби со стокорегулирующей лесной полосой и низкорослым кустарником превысили контроль на 11…18 мм (табл. 6). При этом сток во всех вариантах был очень слабым – 3,1…5,9 мм, коэффициент стока незначительным – от 0,02 до 0,06. В вариантах с лесной полосой и кустарником водопоглощение было выше на 7,3…20,5 мм, чем на зяби без насаждений. Лесополосы способствовали повышенному просачиванию талых вод в почву даже при слабом поверхностном стоке.

6. Элементы водного баланса на изучаемых агрофонах (среднее за 2017–2018 гг.)

№ стоковой площадки	Вариант	Общие снегозапасы, мм	Сток талых вод, мм	Коэффициент стока	Водопоглощение, мм
1	зяблевая вспашка без лесополосы (контроль)	93	5,9	0,06	87,1
2	зяблевая вспашка + лесополоса с кустарником спиреи ниппонской	104	3,1	0,02	100,9
3	зяблевая вспашка + лесополоса с лапчаткой кустарниковой Голдфингер	111	3,4	0,03	107,6
4	зяблевая вспашка + лесополоса с кустарником спиреи Дугласа	106	3,7	0,03	102,3

Таким образом, на формирование стока талых вод оказывают своё влияние природные и антропогенные факторы. В годы исследований сложившиеся гидрометеорологические условия осенне-зимнего периода способствовали неглубокому промерзанию почвы. На стоковых площадках перед снеготаянием в 2017 г. промерзание почвы составляло 10…21 см, местами она была талая, в 2018 г. – 30…45 см.

К началу весеннего снеготаяния наиболее увлажнённым был верхний (0…30 см) слой почвы.

Неглубокое промерзание почвы зимой, рыхло-мёрзлое состояние верхнего её слоя с большим количеством пор на зяби, длительное таяние снега весной при пасмурной погоде в 2017 г. способствовали просачиванию в почву всей талой воды. В 2018 г. в конце снеготаяния в 2018 г. сформировался очень слабый и слабый поверхностный сток талых вод – 11,8 мм в варианте без лесополосы (контроль), 6,2…7,5 мм – на агрофонах с низкорослым кустарником, коэффициент стока был равен 0,05…0,11, то есть большая часть воды просочилась в почву. Водопоглощение составило в контроле 94,2 мм, в вариантах с комбинированной стокорегулирующей лесной полосой и кустарником – от 106,8 до 111,5 мм.

Таким образом, уменьшение глубины промерзания почвы, обусловленное в том числе увеличением высоты снежного покрова под влиянием стокорегулирующих лесных полос способствует просачиванию всей талой воды в низ по профилю или формированию очень слабого и слабого стока, который не вызывает эрозии.

Литература.

1. Влияние стокорегулирующих лесополос разных конструкций на снегоотложение и промерзание серых лесных почв в Орловской области / А. Т. Барабанов, А. О. Левшин, О. В. Богачёва и др. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2007. С. 41–46.

2. Петелько А. И. Многолетний поверхностный сток талых вод с разных угодий за 50 лет // Вестник Воронежского государственного университета. 2009. № 2. С.35–39.

3. Петелько Н. Е. Изменение свойств серой лесной почвы в системе лесных полос // Лесомелиорация Центрального Нечерноземья. Волгоград: ВНИАЛМИ, 1991. С. 98–112.

4. Пат. 2248116С1 Рос.Федерация. №2003122810/12/ Барабанов А.Т., Гаршинев Е.А., Кочкарь М.М.; заявл. 21.01.2003.; опубл. 20.03.2005, Бюл. №8. 3 с.

5. Каргов В. А. Лесные полосы и увлажнение полей. М.: Лесная промышленность, 1971. 120 с.

6. Извеков А. С. Эрозия почв и борьба с ней в степных и лесостепных районах России

// Эрозия почв: проблемы и пути повышения эффективности растениеводства: материалы Междун. науч.-практ. конф. Ульяновск. 2009. С. 21–40.

7. Качинский Н. А. Замерзание, размерзание и влажность почвы в зимний сезон в лесу и на полевых участках. М.: Изд-во МГУ, 1927. 168 с.

Influence of a Flow Regulating Forest Belt of Combined Construction with Dwarf Shrubbery on Erosion-Hydrological Processes

A. I. Petelko, A. V. Vypova
Novosil'skaya Zonal Agroforestal Experimental Station – the branch of the Federal Scientific Center of Agro-ecology of the RAS, ul. Semashko, 2a, Mtsensk, Orlovskaya obl., 303035, Russian Federation

Abstract. *The investigation was carried out to determine regularities of snow deposition on eroded slopes with dwarf shrubbery in combined flow regulating forest belts for controlling the erosion-hydrological process. The work was carried out in 2017–2018 in a stationary experiment with drain sites in grey forest medium and strongly washed soil on the slope of the southern exposure with a steepness of 3–4 degrees under conditions of the Orel region. The experiment design included following variants: autumn ploughing across the slope without a forest belt (control); autumn ploughing across the slope + a forest belt with Spiraea nipponica; autumn ploughing across the slope + a forest belt with Potentilla fruticosa 'Goldfinger'; autumn ploughing across the slope + a forest belt with Spiraea douglasii. The forest belt was four-row, planted in 1960 according to the scheme: birch – poplar – poplar – birch, the distribution was 2.5 m x 1.0 m. The hydrometeorological conditions of the autumn-winter period contributed to the shallow freezing of the soil, which in the drain sites was 10–21 cm before snowmelt in 2017 (in some places the soil was thawed); in 2018 it was 30–45 cm. On average over 2 years of the research, the total reserves of snow water in the autumn-ploughed field with the flow regulating forest belt and dwarf shrubbery exceeded the control by 11–18 mm. The flow value was very weak (3.1–5.9 mm), the flow coefficient was insignificant (from 0.02 to 0.06). In all variants with the forest belt and shrubbery, water absorption was 7.3–20.5 mm higher than that of autumn-ploughed field without plantings.*

Keywords: *soil; erosion; snow deposit; frost action; soil moisture; snow melting; water absorption; snow reserves; flow of melted water; dwarf shrubbery; flow regulating forest belt of combined construction.*

Autor Details: *A. I. Petelko, D. Sc (Agr.), chief research fellow (e-mail: zaglos@mail.ru); A. V. Vypova, director (e-mail: vypova@gmail.com).*

For citation: *Petelko A. I., Vypova A. V. Influence of a Flow Regulating Forest Belt of Combined Construction with Dwarf Shrubbery on Erosion-Hydrological Processes. Zemledelie. 2019. No. 5. Pp. 3–7 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10501.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10502
УДК 631.582

Методика управления вещественно-энергетическими потоками в севооборотах

А.С. АКИМЕНКО, доктор сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: kurskfarc@mail.ru)
Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии – структурное подразделение Курского федерального аграрного научного центра ул. К. Маркса, 70б, Курск, 305021, Российская Федерация

Цель исследований – на основе результатов многолетних стационарных полевых опытов разработать способы количественной оценки результатов решений по производству заданного количества продукции соответственно специализации сельхозпредприятий при условии воспроизводства плодородия почвы. Установлены зависимости потребления ресурсов для формирования урожая: при расходе посевами 1 мм воды в фитомассе накапливается 0,567 ГДж энергии; энергия (в ГДж) фитомассы продукции равна сумме выносов (в кг) ½N, ½ P_2O_5, K_2O; эквивалентная сбору кормовых единиц обменная (ОЕ) энергия (в ГДж) соответствует полусумме выноса (в кг) N и P_2O_5; отчуждение азота с урожаем равно произведению ОЕ на 1,34 (2 x 0,67); энергосодержание гумуса (в ГДж) равно половине заключенного в нем азота (в кг); расход воды посевами зависит от необходимой суммы температур и равен произведению суммы весенних запасов продуктивной влаги (Вв) и осадков за вегетацию на коэффициент, описываемый формулой: $Кр = 10^{-13}4,9H [T^4 + 7(T^4 - T_1^4)]$, где H – продолжительность вегетации в днях, T и T_1 – среднесуточная за период вегетации и минимальная для культур температуры в °К. Формула для расчета предпосевных влагозапасов корнеобитаемого слоя до 1,5...2,0 м в регионах с годовым количеством осадков больше 380 мм при уровне грунтовых вод ниже 6 м имеет следующий вид: Вв = 0,41 Вк + 0,72 $Ос_3$ + 54 мм, где Вк и $Ос_3$ – неиспользованные предшественником почвенные влагозапасы и осадки холодного (< 5°С) периода. Для прогноза урожайности влагообеспеченность умножается на коэффициент Кр. Полученное значение умножается на коэффициент включения энергии фитомассы в энергию урожая основной продукции (Ку). Расчеты выполняются в следующей в последовательности: баланс влаги (влагооборот) в порядке чередования культур; ожидаемая продуктивность культур и севооборотов в энергетическом и натуральном выражении; определение потребности в средствах воспроизводства плодородия.

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

Для цитирования: *Акименко А. С. Методика управления вещественно-энергетическими потоками в севооборотах // Земледелие. 2019. № 5. С. 7–10. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10502.*

Неразрывно и органически связанные с землеустройством севообороты – конструктивный каркас систем земледелия [1], который должен обеспечивать энергомассоперенос соответственно задачам эколого-экономической оптимизации сельскохозяйственного природопользования [2].

Потоки необходимых для формирования урожая веществ пересекаются в почве, которая аккумулирует осадки и поглощаемую в первичных эндотермических реакциях фотосинтеза теплоту. Благодаря почве обеспечивается корневое и воздушное (до 80 % потребляемого при фотосинтезе углекислого газа приходится на эмиссию его из почвы) питание растений (см. рисунок).

Устойчивость продуктивности естественных фитоценозов обеспечивает их саморегулирование путем перестройки структуры благодаря широкому набору растений с неодинаковыми требованиями к наличию ресурсов в системе «почва-фитоценоз». Для достижения высокого хозяйственного эффекта агроценозов, в которых с товарной частью урожая отчуждается значительное количество веществ и энергии, необходимо управление использования последних за счет агротехнических приемов.

Оптимальный состав и чередование культур – это не только рассредоточенный во времени аналог естественного фитоценоза, но и механизм распределения ресурсов продуктивности пашни соответственно потребностям конкретных культур.

Продуктивность бессменных посевов всецело зависит от погодных условий и степени почвоутомления, которое отрицательно сказывается на эффективности использования растениями факторов формирования урожая. В итоге даже при оптимальной обеспеченности водой, минеральным питанием и строгом контроле фитосанитарного состояния посевов урожайность в этих вариантах ниже, чем в севообороте [3].

Вследствие поверхностного стока и сопряженной с ним эрозии остается

неиспользованным такой возобновляемый ресурс, как вода, и безвозвратно теряется почва, что можно устранить путем почвоводоохранного обустройства территории в системах земледелия конкретных хозяйств на расчетной инженерно-гидрологической основе [4] при дифференцированном использовании пашни в севооборотах разного вида. Последнее выступает обобщенным итогом мер по управлению эрозионно-гидрологическим процессом на конкретных выделах пахотных земель [5] и предопределяет возможные варианты выбора специализации хозяйств с соответствующей ей структурой посевных площадей [6].

Потребность в методике управления вещественно-энергетическими потоками объективно обусловлена необходимостью высокоэффективного использования возобновляемых природных ресурсов, обеспечивающего повышение отдачи от антропогенных вложений.

Цель исследования – разработать способы количественной оценки последствий от практической реализации принимаемых решений для получения заданного количества продукции полеводства соответственно специализации сельхозпредприятий при условии воспроизводства плодородия почвы.

Исследования состояли в анализе экспериментального материала, накопленного в многолетних стационарных опытах ВНИИЗиЗПЭ и других научно-исследовательских учреждений лесостепной и степной зон по изучению эффективности сочетания антропогенных и биологических удобрительных средств в севооборотах разного вида. Почва опытного участка – чернозем типичный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса 5,2...5,4 % в пахотном слое и 2,0...2,4 % на глубине 80...100 см. Реакция почвенного раствора слабокислая.

Между вещественно-энергетическими превращениями установлены следующие взаимосвязи:

при расходе (Р) посевами 1 мм (10 т/га) воды в фитомассе накапливается 0,567 ГДж энергии (Е);

энергия (в ГДж) фитомассы основной и побочной продукции (порознь и суммарно) равна сумме выносов (в кг) ½ N, ½ P_2O_5, K_2O;

эквивалентная сбору кормовых единиц обменная (ОЕ) энергия (в ГДж) равна полусумме выноса (в кг) N и P_2O_5, а так как около двух её третей связано с азотом, то и отчуждение последнего с урожаем равно произведению ОЕ на 1,34 (2 × 0,67);

энергосодержание гумуса (в ГДж) равно половине заключенного в нем азота (в кг);

расход воды посевами зависит от необходимой суммы температур или

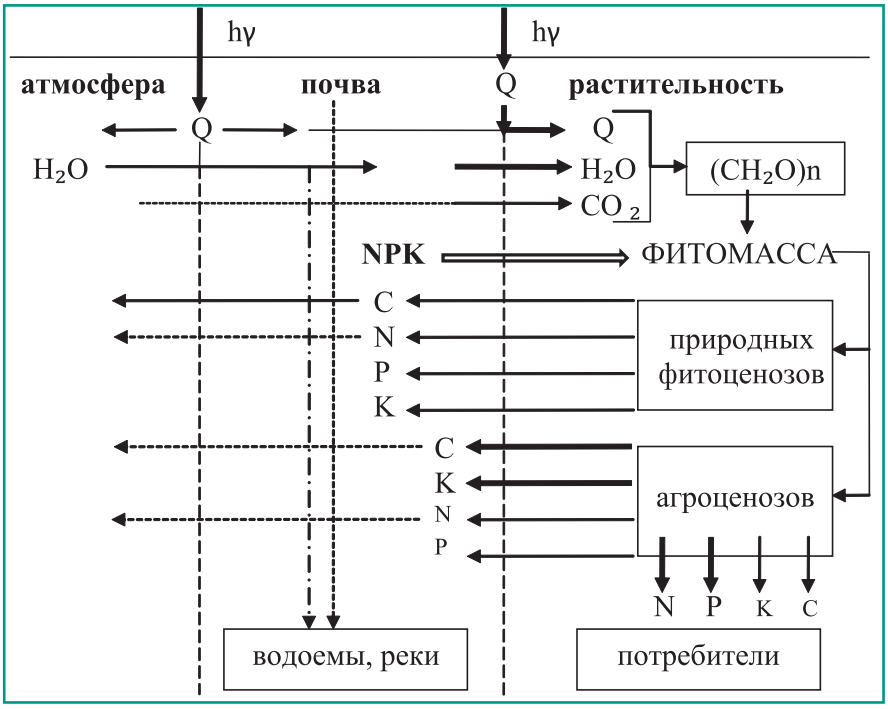


Рисунок. *Принципиальная схема агрономически значимых вещественно-энергетических потоков: hγ – излучение Солнца; Q – теплота; H_2O – вода; CO_2 – углекислый газ; $(CH_2O)_n$ – углеводы; C, N, P, K – соответственно углерод, азот, фосфор, калий. Большим размерам и лучшей четкости стрелок и обозначений соответствует больший объем переноса веществ.*

фактической величины этого показателя (при незавершенном или двухлетнем, как у свеклы, цикле развития) и равен произведению влагообеспеченности [весенние запасы продуктивной влаги (Вв) + осадки за вегетацию (Осл)] на специальный коэффициент, который описывается формулой:

$Kp = 10^{-13} 4{,}9H\,[T^4 + 7\,(T^4 - T_1^4)]$,

где Н – продолжительность вегетации в днях,

Т и T_1 – соответственно среднесуточная за период вегетации и минимальная для конкретных культур температуры в °К (использование термодинамической шкалы температур обусловлено тем, что формула для расчета Кр основана на применении фундаментальной физической константы – постоянной Стефана-Больцмана).

Перечисленные взаимосвязи не противоречат положению о неодинаковых требованиях разных культур к условиям среды, но отражают тот факт, что условия – это одновременно ресурсы урожайности. Поскольку перечисленные зависимости установлены по результатам анализа обширного экспериментального материала, полученного в неодинаковых условиях в разные годы, позволяет считать их универсальными и проводить расчеты, необходимые для принятия адекватных решений.

Для прогноза урожайности конкретных культур следует умножить влагообеспеченность на коэффициент Кр (табл. 1). Затем умножить полученное

1. Величина коэффициентов для прогноза урожайности ведущих культур полевых севооборотов

Культура		Коэффициент		
		для расчета водопотребления (Кр)	для расчета урожайности в неудобренных вариантах (Ку)	для определения поправки к $K_{ув}$ связи с дозами N (α)
Черный пар		0,48...0,57	–	–
Травы в занятом пару	сено	0,55...0,59	0,40...0,50	< 0,01
	зеленая масса		1,67...1,70	0,1
Зернобобовые		0,63...0,66	0,17...0,21	0,011
Яровые зерновые		0,66...0,69	0,22...0,25	0,011...0,012
Озимые зерновые		0,71,..0,73	0,22...0,26	0,012...0,013
Кукуруза на силос		0,72...0,76	1,78...1,90	0,11...0,12
Кукуруза на зерно		0,80...0,83	0,26...0,29	0,012...0,014
Подсолнечник		0,85...0,88	0,17...0,19	0,01*
Сахарная свекла		0,89...0,94	1,43...1,47	0,11...0,13
Многолетние травы	сено	0,87...0,92	0,44...0,53	м.д.**
	зеленая масса		1,60...1,75	

**расчет оправдан для доз азота меньше 60 кг/га [7];*
*** мало данных.*

2. Сравнение расчетных и фактических величин урожайности и баланса гумуса на примере севооборота с сидеральным паром в стационарном опыте ВНИИЗиЗПЭ (среднее за 1992-2015 гг.)

Культура севооборота	Вк, мм	Вв, мм	Осл, мм	Кр	Р, мм	Е, ГДж/га	$Ку_1$*	$Ку_2$*	Урожайность, ц/га				Отклонение расчета от факта, %	
									расчетная		фактическая			
									$У_1$*	$У_2$*	$У_1$	$У_2$	при $У_1$	при $У_2$
Пар сидеральный	117	204	91	0,55	162	92	1,82	1,85	167	170	159	167	5	2
Озимая пшеница	133	211	155	0,72	264	149	0,28	0,31	42	46	38	44	10	-4
Сахарная свекла	102	198	220	0,92	385	218	1,63	1,90	355	414	364	421	-3	-2
Кукуруза на силос	33	170	192	0,75	272	154	1,88	2,07	289	319	332	370	-15	-16
Ячмень	90	193	159	0,67	236	134	0,27	0,30	36	40	33	39	8	3
Отчуждение азота с товарной частью урожая (ОЕ х 1,34), кг/га за год									х	х	-77	-116	х	х
Поступление азота с навозом и минеральными удобрениями, кг/га за год									30	97	30	97	х	х
Баланс азота, кг/га за год									х	х	-47	-19	х	х
Баланс гумуса, т/га за год $\frac{(баланс\ N)}{46^{**}}$									-1,02	-0,42	-0,91	-0,49	12	-14

Осадки за холодный период – 141 мм

* *$У_1$ и $У_2$ – урожайность при внесении на 1 га севооборота соответственно 6 т навоза и 12 т + $N_{37}P_{37}K_{37}$;*

** *содержание азота в 1 т гумуса, кг;*

значение на специальный коэффициент Ку, который отражает вероятность включения всей энергии фитомассы в основную продукцию. Величины последнего возрастают по мере повышения доз азота. Прибавка (в ц/га) к неудобренному варианту дается функцией αlnN (N в кг/га д.в.), где α – коэффициент отражающий повышение урожайности конкретных культур от поступления в почву азота.

Эмпирически установленная формула для расчета предпосевных влагозапасов корнеобитаемого слоя до 1,5…2,0 м в регионах с годовым количеством осадков больше 380 мм при глубоком (ниже 6 м) уровне грунтовых вод имеет следующий вид: Вв = 0,41 Вк + 0,72 $Ос_3$ + 54 мм, где Вк и $Ос_3$ соответственно неиспользованные предшественником почвенные влагозапасы и осадки холодного (< 5 °С) периода.

Проведение прогнозных расчетов с использованием перечисленных нормативов на примере свекловичного севооборота с сидеральным паром в стационарном опыте ВНИИЗиЗПЭ показало близость расчетных величин к экспериментальным как по урожайности, так и по балансу гумуса (табл. 2). Это подтверждает целесообразность выбора наиболее приемлемых схем севооборота из ряда возможных на основе учета среднемноголетних агрометеорологических показателей [8].

Предложенный метод был апробирован на пригодность для принятия решений о временной модификации схем севооборотов, необходимость в которой возникает в связи с колебаниями конъюнктуры рынка и погоды. Урожайность рассчитывали соответственно условиям конкретных лет с привязкой к послеуборочным влагозапасам 1991 г. во всех полях трех севооборотов стационарного опыта ВНИИЗиЗПЭ при минимальном и максимальном уровнях удобренности – соответственно 6 т навоза и 12 т навоза + $N_{37}P_{37}K_{37}$ на 1 га севооборота. Почти две трети различий между фактическими и экспериментальными величинами попали в интервал 10…20 %, более трети оказались меньше 10 %, а отклонения от 20 до 30 % не превысили 4 % от общего числа пар сравнения.

Неточности в расчетах урожайности обычно связаны с несовпадением периодов интенсивного водопотребления культур с временем выпадения летних осадков, но главным образом объясняются тем, что роль чередования культур не исчерпывается влиянием на влагообеспеченность посевов. Поэтому при временной модификации схем севооборотов в расчеты следует вводить коэффициенты относительной урожайности [9], которые устанавливают эмпирически по результатам многолетних опытов.

Отклонения в расчетах баланса гумуса связаны со степенью использования мероприятий по управлению его воспроизводством [10]. Расходная статья в балансе гумуса обусловлена отчуждением азота с урожаем. Азотный режим почвы полностью контролируют почвенные микроорганизмы, потоки азота через клетки которых в 2…3 раза превосходят его потребление полевыми культурами [11], в силу чего точность расчетов баланса гумуса составляет 20…30 %.

Таким образом, для количественной оценки последствий от практической реализации решений, принимаемых в целях выращивания заданного количества продукции полеводства соответственно специализации сельхозпредприятий при обязательном воспроизводстве плодородия почвы, вполне пригодна нормативная база по связи урожайности с потреблением ресурсов посевами конкретных культур. Расчеты выполняются в следующей последовательности: баланс влаги (влагооборот) в порядке чередования культур; ожидаемая продуктивность культур и севооборотов в энергетическом и натуральном выражении; определение потребности в средствах воспроизводства плодородия. При достигнутом уровне точности этот метод вполне пригоден для прогнозной оценки схем севооборотов и определения потребности в удобрительных средствах для воспроизводства плодородия.

Литература

1. Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы. М.: Изд-во ВНИИА, 2012. 512 с.
2. Кирюшин В.И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. 2018. № 3. С. 3–7.
3. Лобков В.Т. Почвоутомление при выращивании полевых культур. М.: Колос. 1994. 112 с.
4. Теоретические и методические основы предотвращения водной эрозии почв / А. Н. Каштанов, А. С. Извеков, В. А. Рожков и др. // Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии. М.: Изд-во почвенного института им. В.В. Докучаева, 2013. С. 213–287.
5. Барабанов А.Т. Научно-методические основы разработки системы управления эрозионно-гидрологическим процессом // Актуальные проблемы земледелия и защиты почв от эрозии: сб. материалов Всероссийской науч.-практ. конф. Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2017. С. 13–17.
6. Черкасов Г.Н., Акименко А.С. Усовершенствованная база данных для автоматизированного проектирования севооборотов в агроландшафтах хозяйств Центрального Черноземья // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири: монография. М.: Изд-во ВНИИА, 2018. С. 23–27.
7. Турусов В.И. Совершенствование технологии возделывания подсолнечника в Центрально-Черноземной зоне: дис. … докт. с.-х. наук. Курск: ВНИИЗиЗПЭ, 2006. 313 с.
8. Акименко А.С. Основы эффективного использования природных ресурсов в севооборотах // Земледелие, 2015. № 1. С. 22–23.
9. 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.
10. Масютенко Н.П. Трансформация органического вещества в черноземных почвах ЦЧР и системы его воспроизводства. М.: Изд-во РАСХН, 2012. 150 с.

11. Завалин А.А., Соколов О.А. Потоки азота в агроэкосистеме: от идей Д.Н. Прянишникова до наших дней. М.: ИздвоВНИИА, 2016. 591 с.

Methods of Managing Matter-Energy Flows in Crop Rotations

A.S. Akimenko

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

Abstract. *The purpose of the research was to develop ways of quantifying decisions on the production of a given quantity of products according to the specialization of agricultural enterprises, subject to the reproduction of soil fertility, based on the results of many years of stationary field experiments. The dependencies of resource consumption for crop formation were established. When crops consume 1 mm of water, 0.567 GJ of energy accumulates in the biomass. The energy (GJ) of the production's phytomass is equal to the sum of carry-over (kg) of 1/2N, 1/2P2O5, K2O. The exchange energy (EE, GJ), equivalent to the harvest of feed units, is equal to the half sum of the carry-over (kg) of N and P2O5. Nitrogen carry-over with yield is equal to the product of EE by 1.34 (2 x 0.67). The energy content of humus (GJ) is equal to half of the nitrogen enclosed in it (kg). Water consumption by crops depends on the required amount of temperature and is equal to the product of the sum of spring reserves of productive moisture (Ms) and precipitation during the growing season (Prs) by the coefficient described by the formula: Kp = 10E-13*4.9H [T sup4 + 7*(T sup4 – T1 sup4)], where H is the vegetation duration, days; T and T1 is the average for the vegetation period and the minimum temperature for crops, K. The formula for calculating pre-sowing moisture reserves of the root zone up to 1.5–2.0 m in regions with an annual precipitation of more than 380 mm with a groundwater level below 6 m looks like: Ms = 0.41Mk + 0.72Prw + 54 mm, where Mk and Prw are soil moisture reserves unused by a forecrop and precipitations of the cold (less than 5 C) period. To predict the yield, moisture availability is multiplied by the coefficient Kp. The resulting value is multiplied by the coefficient Ky. The calculations are performed in a sequence: moisture balance (moisture circulation) in the order of the crop rotation; expected productivity of crops and crop rotations in energy and natural terms; determination of the need for fertility reproduction means.*

Keywords: *crop rotations; structure of sown areas; water; energy; nitrogen; humus.*

Author Details: *A. S.Akimenko, D. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: kurskfarc@mail.ru).*

For citation: *Akimenko A. S. Methods of Managing Matter-Energy Flows in Crop Rotations. Zemledelie. 2019. No. 5. Pp. 7–10 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10502.*

К 85-летию со дня рождения и 62-летию научной, производственной и общественной деятельности Лыкова Александра Михайловича – академика РАН, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации

Александр Михайлович Лыков родился 5 июля 1934 г. в г. Алексин Тульской области в семье служащих. В 1957 г. он с отличием окончил агрономический факультет Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева и был направлен на работу во вновь организованный совхоз «Архангельский» Верейского района Московской области управляющим отделением «Порядино». В 1958 г. его перевели на должность главного агронома того же совхоза.

В 1960 г. А. М. Лыков по приглашению академика РАСХН И. С. Шатилова поступил в аспирантуру МСХА при кафедре земледелия и методики опытного дела, по окончании которой в 1963 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Роль длительного применения удобрений, севооборота и монокультур в изменении органического и азотного фонда почвы подзолистого типа».

Формирование научных интересов Александра Михайловича проходило под влиянием выдающихся ученых Тимирязевской академии: академика ВАСХНИЛ И. В. Якушкина (руководителя дипломной работы А. М. Лыкова), членов-корреспондентов ВАСХНИЛ Б. А. Доспехова, М. В. Федорова, профессоров В. Е. Егорова, С.А. Воробьева, И. С. Кауричева, С. Н. Алешина.

Большое значение имела и стажировка А. М. Лыкова в ГДР, в университете им. М. Лютера (Галле-Виттенберг) под руководством известных немецких ученых Г. Кеннеке и К. Шмальфусса. На опыте Ю. Кюна «Вечная рожь», а также на почвенных образцах Длительного опыта ТСХА, были проведены исследования качественных изменений органического вещества пахотной почвы по схеме У. Шпрингера, редко использовавшейся в нашей стране.

С 1963 г. по 1995 г. Александр Михайлович работал на кафедре земледелия и методики опытного дела МСХА, где прошел путь от ассистента до заведующего кафедрой. В 1977 г. он защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук на тему «Органическое вещество и плодородие дерново-подзолистых почв в условиях интенсивного земледелия».

За период работы на кафедре земледелия и методики опытного дела А. М. Лыков зарекомендовал себя высококвалифицированным преподавателем, успешно сочетавшим преподавательскую и воспитательную работу с научной и общественной деятельностью. На высоком научном и методическом уровне он вел курс земледелия для студентов агрономического факультета, на факультете повышения квалификации, в Высшей школе управления сельским хозяйством. Он соавтор ряда учебников и учебных пособий. Им переведена на русский язык фундаментальная

монография немецких ученых Э. Рюбензама и К. Рауэ «Земледелие» объемом 47 печатных листов. В течение 8 лет Александр Михайлович был ответственным секретарем Центральной приемной комиссии ТСХА, председателем правления общества «Знание», руководителем философско-методического семинара, членом ряда ученых советов.

В 1991 г. А. М. Лыкова избрали членом-корреспондентом ВАСХНИЛ, а в 1995 г. – академиком РАСХН (с 2013 г. – академик РАН). В сложный для страны и аграрной науки период, в течение 7 лет с 1991 по 1997 гг., Александр Михайлович был заместителем академика-секретаря, академиком-секретарем Отделения земледелия Россельхозакадемии, где много сделал для сохранения преемственности и развития научных исследований, их координации.

В Россельхозакадемии под руководством бюро Отделения земледелия был впервые осуществлен перевод всей научной и проектно-конструкторской работы в области земледелия на качественно новый уровень – ландшафтную основу. Сегодня, правда, становится очевидным, что и этот уровень, несмотря на ряд преимуществ, требует дальнейшего развития. Однако научные материалы, полученные за последние 10 лет, дают основания для общей положительной оценки нового плана НИР. Сделан важный шаг в направлении отказа от зонального (по существу географического) принципа разработки и освоения систем земледелия к более эффективному агроэколого-экономическому (агроценотическому) принципу, способному обеспечить высокую эффективность земледелия будущего.

В 2000–2008 гг. и 2015–2018 гг. А. М. Лыков работал главным научным сотрудником Всероссийского научно-исследовательского института органических удобрений и торфа.

По результатам научных исследований им опубликовано около 400 работ.

Александру Михайловичу свойственны большая творческая активность, объективность, острота суждений, отзывчивость ко всему прогрессивному. Под его руководством выполнено и защищено 27 кандидатских и докторских диссертаций.

Многолетние исследования А. М. Лыкова в Тимирязевской академии и опубликованные по их результатам работы посвящены в основном трем важнейшим проблемам современного научного и практического земледелия.

Первая проблема – теоретическое обоснование возрастающего агроэкологического значения **органического вещества** в плодородии интенсивно используемых почв и разработка практических (технологических) основ воспроизводства органического вещества почвы в современных системах земледелия.

Александра Михайловича экспериментально обосновал роль основных агротехнических приемов (севооборот, обработка почвы, удобрение) в динамике и воспроизводстве органического вещества почвы, а также его качественного состава.

Важнейший производственный выход из этих исследований заключается в сформулированных А. М. Лыковым принципах гумусого баланса почвы и созданном на этой основе оригинальном расчетном методе его прогнозирования, нашедшем широкое применение в работе Агрохимической службы СССР и проектно-изыскательных учреждений Росземпроекта.

Вторая проблема – методологическая, теоретическая и производственная оценка **плодородия почвы** как важнейшего условия научно обоснованного земледелия.

Исследованиями А. М. Лыкова показано принципиальное изменение сущности и роли плодородия почвы по мере интенсификации и экологизации земледелия.

Третья проблема – системы земледелия, которая органично объединяет две ранее представленные. В своих работах А. М. Лыков критически проанализировал современное состояние научных разработок по системам земледелия, отметив их недостаточное теоретическое обоснование и описательность, экологическую несбалансированность, технологическое и организационное несовершенство. Александр Михайлович предложил оригинальную нормативно-технологическую концепцию современных систем земледелия, дал новое определение понятию «система земледелия».

Практическая реализация рассмотренных разработок осуществлена под непосредственным руководством А. М. Лыкова большой группой ученых ТСХА в десяти хозяйствах Домодедовского района Московской области. Работа по проектированию этих систем земледелия получила высокую оценку научной и агрономической общественности.

В последние годы, работая во ВНИПТИОУ и обобщая результаты многолетних исследований по проблемам органического вещества пахотных почв, их плодородия и научно обоснованной организации всего технологического комплекса земледельческой отрасли, А. М. Лыков приходит к выводу о системной, закономерной взаимосвязи категорий органического вещества, плодородия почвы и систем земледелия.

Возвращение к экологической гармонии в биосфере должно начаться, прежде всего, с гармонизации деградированных агроценозов.

Путь к достижению гармонии – системное взаимодействие сельскохозяйственных и фундаментальных наук, основанное на новой эко-центрической парадигме развития цивилизации.

А. М. Лыков настойчиво подчеркивает особую сложность и уязвимость агроценотического существа земледелия, необходимость «мягкого» управления метаболизмом агросистем, соблюдения всех законов, правил и принципов теоретической экологии и одновременно эффективного технологического, земледельческого воздействия.

В общем земледелии изменяется и расширяется не только стратегическая научная парадигма, но и основной метод исследования, трансформируясь от традиционного опытного дела в направлении системных динамических исследований, большего использования дедуктивного мышления при одновременном усилении роли практического опыта, обрабатываемого с помощью современных математических технологий.

Общее земледелие из экспериментально-описательной науки становится все более теоретической и одновременно рамочной, организационно-технологической. Его нормативно-технологический характер выражается в современных системах земледелия, обеспечивающих максимальную агроэколого-экономическую эффективность отрасли.

Весьма актуальная задача современного общего земледелия – разработка теоретических и технологических основ интенсивной, наукоемкой экологизации земледельческой отрасли. Ее теоретической основой могут стать закономерности метаболизма естественных многоранговых экосистем(биогеоценозов).

Сердечно поздравляем Александра Михайловича с юбилеем и желаем крепкого здоровья, благополучия и долголетия.

Коллективы редакций журнала «Земледелие» и ВНИИОУ ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10503
УДК 631.3(05)

Структура информационного массива базы данных «АГРОС» по проблемам точного земледелия

М. С. БУНИН, доктор сельскохозяйственных наук, директор (e-mail: bmc@cnshb.ru)
Л. К. САДОВСКАЯ, старший научный сотрудник
Центральная научная сельскохозяйственная библиотека, Орликов пер., 3Б, Москва, 107139, Российская Федерация

Исследование проводили с целью анализа закономерностей формирования хронологических и документографических параметров информационного массива базы данных «АГРОС» по вопросам точного земледелия. Дана краткая характеристика системы точного земледелия, ее основных подсистем и технологий, уровня ее внедрения в России и мире. ЦНСХБ – получатель обязательного экземпляра изданий по сельскому хозяйству, комплектует так называемый ведомственный экземпляр, обеспечивая полноту представления документов по вопросам АПК, в том числе по точному земледелию. Анализировали структуру входного потока публикаций в базу данных «АГРОС» (БД) по проблематике точного земледелия за последние 20 лет: по хронологии поступления и видам документов, востребованности отдельных элементов технологий в РФ на данном этапе их освоения. Общий объем публикаций по теме в БД – 1766. До 2000 г. в БД включено 47 статей, из них только 3 - на русском языке. По темам публикаций: по общим вопросам применения точного земледелия (37,9 %), по опыту освоения и внедрения ГИС-технологий (15,2 %), ГПС-технологий (12,1 %), технологий дифференцированного внесения удобрений (9,1 %), телеметрии (7,6 %), составления электронных карт полей (4,5 %), оценки урожая (4,5 %). В последнее десятилетие объем отечественных публикаций устойчиво растет. В них отражается не только описание зарубежного опыта, но и результаты освоения и использования технологий точного земледелия в российской аграрной практике.

***Ключевые слова**: точное земледелие, цифровое земледелие, информационные технологии, базы данных, АГРОС.*

***Для цитирования:** Бунин М. С., Садовская Л. К. Структура информационного массива базы данных «АГРОС» по проблемам точного земледелия // Земледелие. 2019. № 5. С. 12–16. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10503.*

На протяжении многих тысячелетий существования сельского хозяйства как сферы деятельности человека основным фактором повышения его эффективности было освоение новых технологий на базе более совершенных орудий труда и механизмов. Системы земледелия всегда были стратегическим фактором, показателем уровня цивилизации. Долгий путь исторического развития систем земледелия иллюстрируют этапы эволюции от экстенсивных агротехнологий на базе ручного труда к цифровизации и интеллектуализации машинного производства. Использование машин позволило значительно увеличить производительность труда и повысить урожайность сельскохозяйственных культур, но решить проблему полного обеспечения населения продовольствием не удается до сих пор. При этом все более очевидным становится негативное, разрушающее воздействие антропогенного пресса на природную среду, в результате которого происходит постоянное снижение потенциального плодородия почвы. Усложнение машин и условий их использования, а также повышение требований к качеству выполнения технологических процессов вызывают необходимость разработки новой концепции земледелия, которая базируется на применении современных информационных технологий, автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами, глобальных систем позиционирования, роботов, манипуляторов. С конца прошлого столетия главной парадигмой развитых мировых держав становится создание прецизионных систем земледелия. На сегодняшний день сформировалась концепция так называемого «интеллектуального земледелия», «разумного земледелия», «топориентированного земледелия», «прецизионного земледелия», «координатного (точного) земледелия».

В соответствии с ГОСТ 56084-2014 координатное земледелие представляет собой систему управления продукционным процессом сельскохозяйственных культур, основанную на комплексном использовании современных информационных, навигационных и телекоммуникационных технологий, программно-технических средств и систем, обеспечивающих оптимизацию агротехнических решений применительно к конкретным почвенно-климатическим и хозяйственным условиям и сверхточное выполнение технологических операций в строгом соответствии с неоднородностью полей и потребностями посевов [1]. Среди целевых приоритетов «разумного земледелия» (Smart Farming) определены: повышение урожайности и качества сельхозпродукции; сокращение эксплуатационных расходов; получение точных данных в режиме реального времени; повышение эффективности управленческих решений на основе анализа данных; улучшение условий труда; минимизация экологического ущерба и затрат в результате точного внесения удобрений и пестицидов. Все мероприятия точного земледелия направлены на производство оптимальных объемов растениеводческой продукции, исходя из потенциала сельскохозяйственных территорий и уровня используемых агротехнологий, при условии поддержания экологической сбалансированности агроландшафтов. Важнейшими из подсистем точного земледелия признаны три [2]: навигационная, информационного обеспечения и технологического обеспечения.

Основной методологический компонент точного земледелия – обязательное определение точного местоположения объекта с помощью глобальной системы позиционирования (ГСП) – Global Positioning System (GPS) и ввода соответствующих данных в бортовой компьютер сельскохозяйственной машины [3]. С помощью ГСП можно фиксировать текущие координаты мобильной техники и оборудования в поле в

любой момент времени, определять параметры, характеризующие неоднородность почвенных условий и растительного покрова, и на основе полученных данных проводить дифференцированные по площади агротехнические мероприятия. На территории РФ функционируют две системы глобального позиционирования: американская NAVSTAR и российская ГЛОНАСС. Они позволяют неограниченному числу объектов, имеющих приемную аппаратуру, в режиме реального времени и с высокой точностью определять свое местоположение, скорость движения и ряд других параметров в любой точке планеты. На рынке имеется техника, способная надежно и с высокой точностью принимать сигналы обеих систем, в том числе при затенении деревьями и на холмистой местности.

Информационное обеспечение системы предназначено для получения и обработки данных о почвенном покрове, состоянии растений и их урожайности, о степени поражения вредителями, болезнями и сорняками. Эффективность точного земледелия во многом зависит от того, насколько быстро и точно будут измерены или вычислены те или иные параметры, характеризующие состояние агроценоза. В связи с этим возникает серьезная необходимость в разработке специальных технических средств для автоматизированного сбора и анализа информации с использованием мобильных комплексов для контактного и мобильного обследования сельскохозяйственных угодий, осуществляющих геоинформационное обеспечение и координатную привязку данных к местности. Важный элемент точного земледелия – использование различных датчиков (сенсоров). Они могут измерять свойства почвы и растений по электрическим и электромагнитным, оптическим, оптоэлектрическим и радиометрическим, механическим, лазерным, акустическим, пневматическим и термическим параметрам, причем с большей разрешающей способностью, чем при проведении лабораторных анализов. К подсистеме информационного обеспечения относится также дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ). Получение, дешифровка и анализ данных ДЗЗ (аэрофотосъемка, аэрокосмические методы) – важная часть обеспечения мониторинга состояния и плодородия сельскохозяйственных земель, а также их фактического использования [4, 5].

Технологическое обеспечение предназначено для реализации алгоритмов точного земледелия непосредственно в поле. Для перехода от технологий, базирующихся на усредненных показателях параметров плодородия поля и состояния посевов, к избирательному воздействию на систему «почва – растение» необходимо, чтобы рабочими органами обрабатывающих машин и орудий управляли бортовые компьютеры, которые могли бы четко реагировать на изменение таких параметров, как норма высева, доза внесения удобрений, расход средств защиты растений [6].

Среди ключевых технологических элементов точного земледелия, которые сегодня находят практическое применение, можно назвать следующие [7]:

глобальная система определения координат со спутников (GPS); географические информационные системы (ГИС);

составление специальных многослойных электронных карт, автоматическое вождение сельскохозяйственной техники на базе навигационных спутниковых систем;

оценка состояния почвы и растительного покрова с использованием специального оборудования и датчиков;

автоматические почвенные пробоотборники, GPS-приемники и специальное программное обеспечение для планирования и фиксации точек отбора проб;

корректировка норм посева, доз внесения удобрений, средств защиты растений.

Эксперты [2, 8] считают, что использование технологий точного земледелия может вызвать «такой всплеск урожайности сельскохозяйственных культур, какого человечество не видело даже во времена появления тракторов, изобретения пестицидов и генетически измененных семян», а производительность сельского хозяйства возрастет к 2050 г. на 70 %. Наиболее интенсивно точное земледелие развивается в США, далее следуют Канада, Индия, Китай, Израиль. Такие страны как ФРГ, Франция, Нидерланды с большим интересом, хотя и с некоторой осторожностью включаются в процесс технического перевооружения своего сельского хозяйства. По данным Минсельхоза в России элементы точного земледелия сегодня применяют в 1591 хозяйстве на площади 7521 тыс. га [9]. Лидирующее положение по числу таких предприятий в регионе занимают Липецкая (812 хозяйств), Орловская (108 хозяйств), Курганская (55 хозяйств), Воронежская (54 хозяйства) и Тюменская (54 хозяйства) области. Однако специфика современного этапа эволюции земледелия состоит в том, что он знаменует переход от точного земледелия (Precision Farming) к цифровому (Digital Farming), которое использует еще и интеллектуальные сети, инструменты управления крупными массивами данных, то есть технологии «Интернета вещей» (Internet of Things, IoT) и «Больших данных» (Big Data) [10]. Именно они возглавляют список прорывных технологий цифровизации земледелия, среди которых стоят такие, как искусственный интеллект, робототехника, 3D-принтеры, дроны, блокчейны и др. [11]. В России принято решение о разработке государственной программы «Цифровое сельское хозяйство» как подпрограммы федеральной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». В структуре Минсельхоза России создан Департамент развития и управления государственных и информационных ресурсов, учрежден Аналитический центр мониторинга состояния земель сельскохозяйственного назначения [12]. Активно действует фонд «Сколково», направляя и координируя работу многочисленных резидентов и стартапов, научно-технических центров, IT-компаний и агрохолдингов России, осваивающих цифровые технологии земледелия.

Большая работа по обоснованию и разработке концепции и основных подсистем точного земледелия проводится в НИИ АПК РФ. Так, большой опыт разработки и применения информационного обеспечения точного земледелия, а также внедрения его элементов в почвенно-климатических условиях Северо-Запада РФ накоплен в АФИ [13]. ФНАЦ ВИМ [14] участвует в разработке Дорожной карты по технологии «Интернет вещей», создании технических, правовых и организационных условий для освоения технологий точного земледелия и решения ключевых задач развития АПК. ВИМ взаимодействует с научными организациями и промышленными предприятиями по электронике и, прежде всего, с оборонным комплексом, определяет основные направления фундаментальных и прикладных исследований, важные принципы и перспективы применения точного земледелия [15].

Естественно, что входной поток документов крупнейшей научной сельскохозяйственной библиотеки РФ – Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Центральная научная сельскохозяйственная библиотека» (ЦНСХБ) – чутко реагирует на новые

ключевые тренды научной мысли и передовой практики, отражаемые в отраслевых публикациях в традиционных и цифровых информационных ресурсах [9, 16].

Цель исследования – анализ закономерностей формирования хронологических и документографических параметров информационного массива базы данных «АГРОС» по вопросам точного земледелия.

Исследования проводили по материалам, включенным в базу данных (БД) «АГРОС», которая наиболее полно отражает документный поток по проблемам АПК. В процессе изучения документов использовали статистический метод и контент-анализ, а также метод сопоставления и синтеза.

БД «АГРОС» служит главным элементом информационно-поисковой системы ФГБНУ ЦНСХБ и основой для создания разнообразных информационных ресурсов: проблемно-ориентированных реферативных и полнотекстовых баз данных, электронной библиотеки, научных обзоров, реферативных и библиографических текущих изданий и др.

Тематика БД «АГРОС» определена задачей, которую ставили перед собой ее разработчики – комплексное, всестороннее раскрытие предмета – состояние и развитие сельского хозяйства и пищевой промышленности в России и за рубежом. Тематический охват БД, включающий весь комплекс отраслей, относящихся к АПК, а также смежные с ним науки и производства, делает ее политематической. БД «АГРОС» существует с 1992 г., глубина ретроспекции – с 1985 г. Это единственная в России отраслевая политематическая и самая крупная в мире русскоязычная база данных по проблемам АПК. Объем БД превышает 1,954 млн записей, в том числе более 1035,9 тыс. аннотаций, более 256,2 тыс. рефератов, 71018 документов с полными текстами. Она включает информацию о книгах, брошюрах, авторефератах диссертаций, трудах научных учреждений, материалах конференций, нормативно-технических документах, переводах, а также статьях из сериальных изданий и тематических сборников.

Основной контингент потенциальных потребителей информации БД связан со статусом ЦНСХБ, которая как научная библиотека обслуживает ученых, специалистов инновационной сферы и управленческого звена АПК. Они ориентированы на современные формы и методы получения и анализа информации, предпочитают работать с информацией, поступающей на рабочий стол с компьютера. Поэтому для них удобна БД, выставленная в свободном доступе в Интернет. Вторая значимая категория потребителей – преподаватели, студенты и аспиранты аграрных вузов и колледжей. Кроме того, среди потребителей информации по точному земледелию можно отметить специалистов, работающих в крупных государственных, коллективных, кооперативных или частных сельскохозяйственных организациях, фермеров и индивидуальных предпринимателей, имеющих собственные хозяйства. Коллективные потребители информации по исследуемой проблематике – научно-исследовательские институты, опытные станции, вузы и колледжи, областные библиотеки. Научные коллективы становятся потребителями информации по темам научных планов исследовательских учреждений, научных грантов, при реализации которых необходимо информационное сопровождение. Для них особенно важны сведения о том, что уже сделано в этой области в России и за рубежом [16].

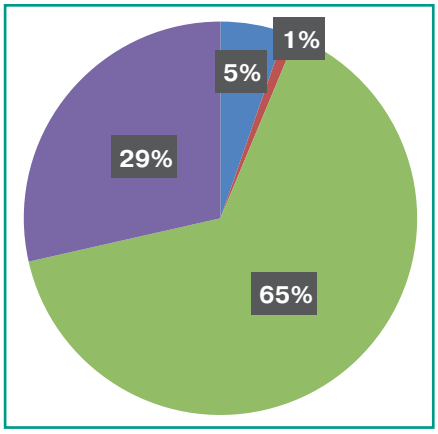


Рис. 1. Информационный массив в БД по типам документов: ■ – книги на русском языке; ■ – книги на иностранном языке; ■ – статьи на русском языке; ■ – статьи на иностранном языке.

ЦНСХБ – получатель обязательного экземпляра изданий по сельскому хозяйству. Для БД «АГРОС» ежегодно расписывается около 10 тыс. источников, в том числе более 3000 журналов и сборников [17]. Это дает право считать, что она достаточно полно отражает информационный поток документов по сельскому хозяйству в российской профессиональной печати. Тематическая выборка исследования отличается достаточной полнотой и репрезентативностью, так как включает все документы входного потока по проблематике точного земледелия в установленный хронологический период: от первой поступившей в фонд ЦНСХБ книги о точном земледелии в 1996 г. до последней зарегистрированной в 2018 г. отечественной публикации по заданной теме. Общий объем публикаций по теме «точное земледелие» составляет 1766 документов.

Представленные результаты анализа структуры входного потока документов по избранной тематике ограничены хронологическим периодом 1996–2018 гг. и включают основные виды документов, поступающих из различных источников комплектования.

Формирование информационного массива в БД «АГРОС» по проблематике точного земледелия началось с книги на английском языке Proceedings of the 3rd International conference on precision agriculture, June 23-26, 1996, Minneapolis, Minnesota (Труды 3-й Международной конференции по точному земледелию, проходившей 23-26 июня 1996 г. в г. Миннеаполис, шт. Миннесота, США) / Ed. P.C. Robert e.a.; Publ. by Amer. soc. of agronomy etc. К 1998 г. в БД было уже 2 книги, 17 зарубежных статей и 1 статья на русском языке. За период до 2000 г. в базу данных было включено всего 57 статей по этой проблематике, из них только 3 – на русском языке. В течение первой пятилетки нового

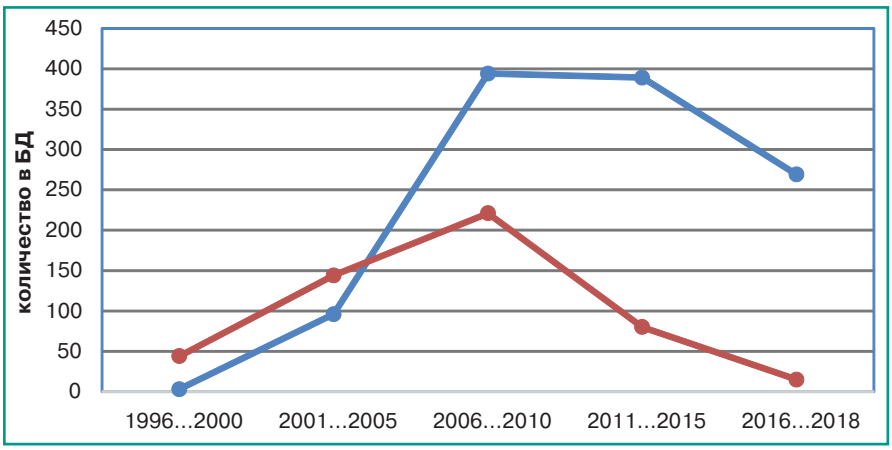


Рис. 2. Динамика поступления статей по этапам исследования: ■ – статьи на русском языке; ■ – статьи на иностранном языке.

Рис. 3. *Объем массива статей по этапам исследования: ■ – статьи на русском языке; ■ – статьи на иностранном языке.*

века в электронном каталоге книг было зафиксировано 9 изданий на русском языке и 7 зарубежных книг, в следующие 5 лет прибавилось 10 иностранных изданий, затем их поступление прекратилось. Доля отечественных книг в информационном массиве, напротив, нарастала, в 2005–2010 гг. поступило 34 названия, в 2011–2015 гг. – 31 название и в 2016–2018 гг. – 18 названий. Всего в каталоге отечественных книг по тематике точного земледелия – 94 издания из 111 названий книг, включенных в БД, то есть более 85 % (рис. 1).

В электронном каталоге статей новые поступления за 1996–2000 гг. составили 57 публикаций, за 2001–2005 гг. – 240 названий, в том числе 60 % зарубежных публикаций (рис. 2, 3). Но уже в 2006–2010 гг. это соотношение изменилось: из 585 документов 42,7 % приходилось на иностранные публикации и 57,3 % на отечественные, в 2011–2015 г. поступило 468 статей (33,6 % и 66,4 % соответственно), в 2016–2018 гг. – 290 публикаций (28,6 % и 71,4 %).

В исследовании сделана попытка оценки отражения в информационном массиве БД «АГРОС» степени освоенности технологий точного земледелия в хозяйствах РФ на основании пилотного анализа содержания публикаций. Установлено, что за вычетом статей теоретического и обзорного характера по общим вопросам применения точного земледелия (37,9 %), наибольшее количество публикаций посвящено опыту освоения ГИС-технологий (15,2 %), ГПС-технологий (12,1 %), технологий дифференцированного внесения удобрений (9,1 %), телеметрии (7,6 %), составления электронных карт полей (4,5 %), оценки урожайности (4,5 %). Наименьшее применение в практике точного земледелия сейчас находят технологии дистанционного зондирования Земли (1,5 %), что связано с неурегулированными вопросами секретности данных в этой сфере.

Показателен в этом отношении также и рейтинг востребованности элементов точного земледелия (рис. 4), составленный ФГБОУ ВО КубГАУ по результатам опроса сельхозпроизводителей в 2018 г., который демонстрирует активный интерес к новым технологиям в отечественном земледелии и, что характерно, в сугубо практическом аспекте, то есть он нацелен на получение конкретных информационных, технических и технологических услуг [10].

Таким образом, информационный массив по проблематике точного земледелия в БД «АГРОС» по степени отражения мировых информационных ресурсов находится на низком уровне вследствие объективно существующих условий комплектования зарубежными источниками информации. Вместе с тем, он с возможной максимальной полнотой отражает отечественный текущий поток научных публикаций по исследуемой тематике. Анализ характера формирования информационного массива выявил устойчивую тенденцию нарастания массива отечественных публикаций по проблематике точного земледелия, в особенности, статей из журналов и сборников. Поступления зарубежных источников информации по объективным причинам очень скудны, что негативно влияет на качество информационного обслуживания основных контингентов пользователей БД. Результаты исследования позволяеют сделать вывод, что в последнее десятилетие интерес к этому вопросу у аграриев России устойчиво растет: увеличивается объем массива публикаций научного, инновационного и практического характера, в публикациях этого периода все больше превалируют не описания зарубежного опыта, а результаты освоения и использования технологий точного земледелия в российской аграрной практике. Очевидный количественный рост информационного массива по проблематике точного земледелия в БД «АГРОС» и столь же очевидный рост числа хозяйств РФ, осваивающих элементы точного земледелия, свидетельствуют о том, что мировые тренды цифровизации земледелия находят свое отражение как в сфере научных исследований, так и в сфере практического освоения высокоточных сельскохозяйственных технологий.

Рис. 4. *Рейтинг востребованности элементов точного земледелия и Интернета вещей (в баллах от 0 до 100).*

Литература.

1. ГОСТ Р 56084-2014 Глобальная навигационная спутниковая система. Система навигационно-информационного обеспечения координатного земледелия. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2014. 6 с.
2. Якушев В. В. Точное земледелие: теория и практика. СПб.: ФГБНУ АФИ, 2016. 364 с.
3. Shannon K., Clay D. E., Kitchen N. Precision agriculture basics. Madison, WI.: ASA, 2017.
4. Landscape features impacts on soil available water, corn biomass, and gene expression during the late vegetative growth stage / S. Hansen, S. A. Clay, D. E. Clay, etc. // Plant Genome. 2013. Vol. 6. Pp. 1–9.
5. Miller M. P., Singer M. J., Nielsen D. R. Spatial variability of wheat yield and soil properties on complex hills // Soil. Sci. Soc. Am. J. 1988. Vol. 52. Pp. 1133–1141.
6. On-the-go soil sensors for precision agriculture / V. I. Adamchuk, J. W. Hummel, M. T. Morgan, etc. // Comput. Electron. Agric. 2004. Vol. 44 (1). Pp. 71–91.
7. Цифровое земледелие / В. И. Кирюшин, А. Л. Иванов, И. С. Козубенко и др. // Вест. рос. с.-х. науки. 2018. № 5. С. 4–9.
8. Мировые тенденции интеллектуализации сельского хозяйства: научный аналитический обзор / В. Ф. Федоренко, В. И. Черноиванов, В. Я. Гольтяпин и др. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 232 с.
9. Рунов Б., Пильникова Н. Основы технологий точного земледелия. Зарубежный и отечественный опыт. 2-е изд. исправ. и дополн. СПб.: АФИ, 2012. 120 с.
10. Труфляк Е. В., Курченко Н. Ю., Креймер А. С. Точное земледелие: состояние и перспективы. Краснодар: КубГФУ, 2018. 27 с.
11. Федоренко В. Ф. Цифровизация сельского хозяйства // Техника и оборудование для села. 2018. № 6. С. 2–7.
12. Щеголихина Т. А., Гольтяпин В. Я. Современные технологии и оборудование для систем точного земледелия: научный аналитический обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 80 с.
13. Федоров А. Д., Кондратьева О. Д., Слинько О. В. Состояние и перспективы цифровизации сельского хозяйства // Техника и оборудование для села. 2018. № 9. С. 43–48.
14. Урожайность и качество яровой пшеницы при использовании технологии точного земледелия / В. В. Воропаев, П. В. Лекомцев, Е. В. Воропаева и др. // Материалы межрегиональной научно-практической конференции «Стабильное развитие агропромышленного комплекса российской экономики как основа продовольственной безопасности страны»: VI Кирилло-Мефодиевские чтения, 28 мая 2009 г. Луга: Крестьян. гос ун-т им. Кирилла и Мефодия, 2009. Т. 2. С. 107–113.
15. Личман Г. И. Основные направления фундаментальных и прикладных исследований по точному земледелию // Материалы 3-ей научно-практической конференции «Машинные технологии производства продукции в системе точного земледелия и животноводства». М.: ВИМ, 2005. С. 15–19.
16. Пирумова Л. Н. База данных «АГРОС»: структура, формирование и актуализация // НТИ Сер. 1 Орг. и методика информ. работы. 2018. № 12. С. 14– 20.
17. Пирумова Л. Н. База данных «АГРОС» – источник актуальной научной информации по сельскому хозяйству и пищевой промышленности // Российск. с.-х. наука. 2017. № 5. С. 61–63.

Structure of Information Array of AGROS Database on the Problems of Precision Farming

M. S. Bunin, L. K. Sadovskaya
Central Scientific Agricultural Library, Orlikov per., 3B, Moskva, 107139, Russian Federation

Abstract. *The studies were carried out to analyze the patterns of formation of the chronological and documentary parameters of the information array of AGROS database on precision farming. There is given a brief description of the precision farming system, its main subsystems and technologies, its introduction level in Russia and in the world. The Central Scientific Agricultural Library is an addressee of the Federal deposit copy in agriculture, it builds up the so-called institutional copy providing the full submission of documents concerning the agro-industrial complex, including precision farming. There was analyzed the structure of the input stream of publications to the "AGROS" database on problems of precision farming for the last 20 years: by the dates of delivery and types of documents, the relevance of some elements of technologies in the Russian Federation at this stage of their development. The total volume of publications on the subject in the database is 1766. Before 2000 the database included 47 articles, only 3 articles of them were in Russian. According to the topics of publications there is such a distribution: general issues of precision farming application (37.9%), the experience of development and introduction of GIS technologies (15.2%), GPS technologies (12.1%), differential fertilization technologies (9.1%), telemetry (7.6%), drawing electronic maps of fields (4.5%), harvest estimation (4.5%). In the last decade, the volume of domestic publications has steadily increased. They reflect not only the description of foreign experience but also the results of the development and use of precision farming technologies in the Russian agricultural practice.*

Keywords: *precision farming; digital farming; information technologies; databases; AGROS.*

Author Details: *M. S. Bunin, D. Sc. (Agr.), director (e-mail: bmc@cnshb.ru); L. K. Sadovskaya, senior research fellow.*

For citation: *Bunin M. S., Sadovskaya L. K. Structure of Information Array of AGROS Database on the Problems of Precision Farming. Zemledelije. 2019. No. 5. Pp. 12–16 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10503.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10504
УДК 631.81:633.11: 631.582:631.51:631.95

Эффективность приемов обработки почвы и средств интенсификации на яровой пшенице в зависимости от метеоусловий и предшественника в лесостепи Алтайского Приобья

С. В. УСЕНКО[1], кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: usenko-s@yandex.ru)
В. И. УСЕНКО[1,2], доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, профессор (e-mail: usenko.001@mail.ru)
А. А. ГАРКУША[1], кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: aniish@mail.ru)
[1]Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, Научный городок, 35, Барнаул, 656910, Российская Федерация
[2]Алтайский институт повышения квалификации руководителей и специалистов агропромышленного комплекса, ул. Островского, 14, Барнаул, 656019, Российская Федерация

Исследования по изучению эффективности приемов основной обработки почвы (фактор А – глубокая плоскорезная на глубину 25...27 см; мелкая плоскорезная на глубину 14...16 см; без основной обработки), удобрений (фактор В – без удобрений; P_{25}; $N_{40}P_{25}$) и средств защиты растений (фактор С – без защиты; дикотициды; дикотициды + граминициды; дикотициды + граминициды + инсектициды + фунгициды) в севообороте пар (на фоне без основной обработки – рапс на маслосемена) – пшеница – овес – пшеница – горох – пшеница и при бессменном возделывании пшеницы проводили в 2011–2018 гг. в условиях лесостепи Алтайского края. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный малогумусный среднесуглинистый с содержанием в пахотном слое гумуса 3,8 %, подвижного фосфора и калия (по Чирикову) – 270

и 180 мг/кг соответственно, $pH_{сол.}$ – 6,15. Урожайность зерна пшеницы после пара в среднем по всем фонам составляла 1,94, гороха – 1,62, овса – 1,48, бессменной пшеницы – 1,15 т/га и зависела от весенних осадков и влагообеспеченности первой половины вегетации. Без удобрений и защиты растений уменьшение глубины обработки не оказывало влияния на урожайность, а нулевая приводила к ее снижению по пару и гороху на 0,39...0,44 т/га (25,0...30,3 %), по овсу и при бессменном посеве – на 0,03...0,12 т/га (2,8...13,5 %). На фоне удобрений разница с нулевой обработкой сохранялась на таком же уровне, а при насыщении пестицидами – увеличивалась в 1,2...1,6 и 1,1...1,8 раза. На пшенице, возделываемой в севообороте, отмечена средняя и сильная положительная связь между эффектом от минимизации обработки и суммой осенних осадков и отрицательная – с температурой воздуха в октябре, на пшенице в бессменном посеве корреляций не установлено.

Ключевые слова: *яровая пшеница, обработка почвы, удобрения, средства защиты растений, корреляция.*

Для цитирования: *Усенко С. В., Усенко В. И., Гаркуша А. А. Эффективность приемов обработки почвы и средств интенсификации на яровой пшенице в зависимости от метеоусловий и предшественника в лесостепи Алтайского Приобья // Земледелие. 2019. № 5. С. 16–21. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10504.*

Эффективность возделывания любой культуры в значительной степени определяет соответствие параметров технологических операций требованиям растений и почвенно-климатическим условиям [1, 2, 3]. Уменьшение интенсивности обработки почвы, получающее в последние годы все большее распространение, обусловливает востребованность информации о возможных изменениях свойств и режимов почв, фитосанитарной обстановки, величины и качества урожая культур в конкретно складывающихся агрометеорологических условиях. К сожалению, имеющиеся сведения противоречивы. Минимизация, как и отказ от основной обработки почвы, часто приводит к ухудшению структурного состояния, снижению водопроницаемости и усвоения зимних осадков, увеличению плотности почвы и засоренности посевов, что оказывает совокупное влияние на эффективность удобрений и средств защиты растений в конкретных условиях [4, 5, 6]. Метеорологические условия также накладывают отпечаток на проявление эффективности приемов основной обработки и средств химизации. В этой связи особую ценность представляют результаты длительных многофакторных стационарных полевых опытов [7, 8, 9].

Цель исследований – изучить эффективность приемов основной обработки почвы, минеральных удобрений и средств защиты растений на яровой мягкой пшенице и ее зависимость от предшественника и складывающихся метеорологических условий в лесостепи Алтайского Приобья.

Работу проводили в 2011–2018 гг. на опытном поле Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий на выщелоченном среднемощном слабогумусном среднесуглинистом черноземе на склоне юго-восточной экспозиции крутизной 1...2°. Содержание гумуса в пахотном слое почвы составляло 3,8 %, подвижного фосфора и калия (по Чирикову) – более 270 и 180 мг/кг соответственно, реакция среды – близкая к нейтральной (pH сол. – 6,15), сумма поглощенных катионов – 22...28 мг-экв./100 г, гидролитическая кислотность – 0,7...0,9 мг-экв./100 г.

Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов:

прием основной обработки почвы (фактор А) – глубокая (на 25...27 см) плоскорезная (ГПО); мелкая (на 14...16 см) плоскорезная (МПО); без обработки (БО);

удобрение (фактор В) – без удобрений (0); припосевное фосфорное (P_{25}); основное азотное + припосевное фосфорное ($N_{40}P_{25}$);

средства защиты растений (фактор С) – без средств защиты (0); гербицид против двудольных сорняков (Г-1); гербициды против двудольных и однодольных сорняков (Г-2); гербициды, инсектицид и фунгицид (ГИФ).

Опыт заложен в севообороте пар чистый (на фоне без основной обработки – рапс на маслосемена) – пшеница – овес – пшеница – горох – пшеница, развернутом во времени и в пространстве, а также при бессменном возделывании пшеницы. Агротехника выращивания культур в опыте – общепринятая для зоны исследований, за исключением изучаемых факторов. На фоне «нулевой» обработки почвы до посева и после уборки культур проводили опрыскивание гербицидом сплошного действия. Результаты исследований обрабатывали методами дисперсионного и корреляционного анализа [10].

По данным агрометеорологической станции (АМС) Барнаул Алтайского ЦГМС, сумма атмосферных осадков за сельскохозяйственный год в среднем за годы исследований составила 460 мм, или 112 % от нормы, изменяясь от 317 до 556 мм, а сумма положительных температур воздуха за апрель – август при норме 2161 °С в среднем за годы исследований составляла 2297 °С с варьированием от 2087 до 2528 °С. За период исследованный умеренное увлажнение (Кувл. = 1,0...1,27) складывалось в 2013 и 2017 гг., умеренно-дефицитное (Кувл. = 0,79...1,00) – в 2014, 2015, 2016 и 2018 гг., дефицитное (Кувл. = 0,58...0,79) – в 2011 г., остродефицитное (Кувл. < 0,58) – в 2012 г. Значительные различия по условиям влаго- и теплообеспеченности были характерны и для всех периодов каждого сельскохозяйственного года.

Отмеченные особенности метеоусловий в целом отвечают закономерностям проявления и изменения климата в зоне проведения исследований. По нашим расчетам, выполненным с использованием архивных данных АМС Барнаул, за последние 138 лет (1881–2018 гг.) остродефицитное увлажнение проявлялось в 9 % лет, дефицитное и умеренно-дефицитное – в 66 % лет, умеренное увлажнение – в 22 % лет и умеренное переувлажнение – в 3 % лет. Среднегодовая температура воздуха, в сравнении с периодом 1838–1850 гг. (-0,02 °С), имея определенную цикличность, повышалась со скоростью 0,0168 °С в год, достигнув в 2011–2018 гг. 2,9 °С, прежде всего в результате увеличения в весенний и зимний (соответственно +0,0235 и +0,0211 °С в год) периоды, тогда как осенью и летом изменения не столь значительны (+0,0124 и +0,0082 °С в год). Самым «стабильным» по температурному режиму оказался период с мая по сентябрь – в эти месяцы общее варьирование температуры воздуха за 181 год (1838–2018 гг.) составило 7,1...14,5 %, а скорость ее прироста +0,0018...+0,0124 °С в год. Наибольшей динамикой этого показателя отличались март и апрель: варьирование достигало 48...135 %, а скорость изменений - +0,0376...+0,0388 °С в год. Благодаря тому, что в последние четыре десятилетия 1981–2018 гг. годовая сумма осадков постоянно возрастала (соответственно 419, 432, 439 и 460 мм), на фоне потепления климата условия увлажнения в целом не ухудшились.

Результаты исследований показали, что влияние изучаемых факторов на урожайность пшеницы зависело от предшественника – ее величина в среднем по всем фонам после пара составляла 1,94 т/га, после гороха – 1,62 т/га, после овса – 1,48 т/га, при бессменном возделывании – 1,15 т/га (табл. 1...4). После пара и гороха варьирование урожайности пшеницы в основном (на 47,9 и 53,4 %) определялось действием средств защиты растений, и в меньшей, но достаточно значимой, степени, – влиянием обработки почвы (на 35,5 и 28,5 %) и удобрений (на 14,3 и 16,4 %).

Урожайность пшеницы после овса зависела в основном от действия средств защиты растений и удобрений (на 49,4 и 42,0 %) при очень слабом влиянии обработки почвы (3,7 %),

1. Урожайность яровой пшеницы после пара в зависимости от обработки почвы и средств интенсификации и ее связь с метеоусловиями (2011-2018 гг.), т/га

Обработка (фактор А)	Удобрение (фактор В)	Средства защиты растений (фактор С)					Коэффициент корреляции урожайности (*r*)					
		0	Г-1	Г-2	ГИФ	среднее	с осадками		с температурой		Кувл.	ГТК
							осень	весна	весна	лето	VI	V...VI
ГПО	0	1,56	1,81	2,03	2,30	1,93	0,17	0,77	-0,54	-0,75	0,74	0,71
	P_{25}	1,78	2,00	2,23	2,51	2,13	0,07	0,68	-0,45	-0,81	0,68	0,64
	$N_{40}P_{25}$	1,85	2,10	2,37	2,81	2,28	0,10	0,71	-0,48	-0,80	0,69	0,67
	среднее	1,73	1,97	2,21	2,54	2,11	0,11	0,72	-0,49	-0,79	0,70	0,67
МПО	0	1,68	1,79	2,02	2,30	1,95	0,24	0,76	-0,53	-0,78	0,79	0,74
	P_{25}	1,75	1,99	2,13	2,52	2,10	0,24	0,74	-0,46	-0,77	0,74	0,71
	$N_{40}P_{25}$	1,88	2,07	2,33	2,84	2,28	0,12	0,70	-0,46	-0,78	0,69	0,68
	среднее	1,77	1,95	2,16	2,55	2,11	0,20	0,74	-0,49	-0,78	0,74	0,71
БО	0	1,17	1,31	1,51	1,68	1,42	-0,15	0,44	-0,22	-0,79	0,46	0,39
	P_{25}	1,26	1,40	1,68	1,90	1,56	-0,14	0,41	-0,17	-0,73	0,41	0,36
	$N_{40}P_{25}$	1,51	1,69	1,88	2,27	1,84	-0,03	0,55	-0,28	-0,77	0,53	0,47
	среднее	1,31	1,47	1,69	1,95	1,60	-0,10	0,47	-0,23	-0,77	0,47	0,41
Среднее	0	1,47	1,64	1,85	2,09	1,76	0,11	0,69	-0,46	-0,80	0,69	0,65
	P_{25}	1,60	1,79	2,01	2,31	1,93	0,07	0,63	-0,38	-0,79	0,64	0,59
	$N_{40}P_{25}$	1,74	1,95	2,20	2,64	2,13	0,07	0,66	-0,42	-0,79	0,65	0,62
	среднее	1,60	1,80	2,02	2,35	1,94	0,08	0,66	-0,42	-0,79	0,66	0,62
$НСР_{05}$ А – 0,07; В – 0,07; С – 0,08; АВ – 0,11; ВС – 0,13; АВС – 0,23; Доля влияния, %: А – 35,5; В – 14,3; С – 47,9; АВ, АС, ВС, АВС – 0,3...1,2 %												

пшеницы при бессменном возделывании – воздействием средств защиты растений (49,6 %), удобрений (32,7 %) и обработки почвы (13,8 %). Доля влияния взаимодействия факторов на урожайность пшеницы после пара, гороха и при бессменном возделывании не превышала 1,2 %, а после овса – 3,1 %.

Связи урожайности пшеницы после пара и гороха с осадками предшествующего осеннего периода не отмечено, что объясняется особенностями накопления влаги в почве после этих предшественников, в частности участием других периодов года. В качестве тенденции можно отметить некоторое повышение коэффициентов корреляции от фонов с глубокой плоскорезной обработкой к мелкой плоскорезной обработке и прямому посеву. В то же время выявлена средняя положительная связь урожайности пшеницы при бессменном возделывании (r = 0,27...0,45) и после овса (r = 0,28...0,65) с осенними осадками. При минимизации основной обработки почвы отмечена тенденция усиления связи урожайности пшеницы по зерновым предшественникам с суммой осенних осадков, что более выраженно проявилось на пшенице после овса. Так, если на фоне глубокой обработки коэффициенты корреляции между величинами этих показателей варьировали в пределах 0,32...0,48, то на фоне мелкой и нулевой – 0,38...0,65 и 0,28...0,56 соответственно.

Наиболее выраженную положительную, как правило, сильную, связь отмечали между урожайностью пшеницы после всех предшественников с суммой осадков в весенний (апрель–май) период и условиями увлажнения мая–июня, выраженными как посредством коэффициента увлажнения (Кувл.), так и гидротермического коэффициента (ГТК).

Роль весенних осадков в формировании величины урожая возрастала по предшественникам в направлении от пара (r = 0,41...0,77) и гороха (r = 0,65...0,81) к овсу (r = 0,75...0,88) и бессменной пшенице (r = 0,71...0,88). Аналогичная закономерность отмечена при анализе изменения влияния на урожайность пшеницы осадков раннелетнего (май–июнь) периода, выраженных в ГТК, – коэффициенты корреляции по перечисленным предшественникам изменялись соответственно от r = 0,36...0,74 и r = 0,56...0,84 до r = 0,72...0,84 и r = 0,75...0,92.

Еще более контрастные различия отмечены при анализе роли осадков невегетационного и раннелетнего периода на конец июня, учитываемых при расчете коэффициента увлажнения. Коэффициенты корреляции между Кувл. и урожайностью пшеницы возрастали от парового предшественника (r = 0,41...0,79) к гороху (r = 0,64...0,83), овсу (r = 0,81...0,93) и бессменной пшенице (r = 0,86...0,98).

В то же время выявлена сильная обратная взаимосвязь урожайности пшеницы со средними температурами весенних (апрель–май) и летних (июнь–август) месяцев. Так, коэффициенты корреляции урожайности со

2. Урожайность яровой пшеницы после овса в зависимости от обработки почвы и средств интенсификации и ее связь с метеоусловиями (2011-2018 гг.), т/га

Обработка (фактор А)	Удобрение (фактор В)	Средства защиты растений (фактор С)					Коэффициент корреляции урожайности (*r*)					
		0	Г-1	Г-2	ГИФ	среднее	с осадками		с температурой		Кувл.	ГТК
							осень	весна	весна	лето	VI	V...VI
ГПО	0	1,07	1,25	1,37	1,52	1,30	0,48	0,88	-0,61	-0,79	0,92	0,82
	P_{25}	1,12	1,30	1,41	1,64	1,37	0,32	0,81	-0,64	-0,84	0,89	0,84
	$N_{40}P_{25}$	1,45	1,64	1,88	2,13	1,77	0,35	0,85	-0,53	-0,79	0,81	0,72
	среднее	1,21	1,40	1,55	1,76	1,48	0,38	0,86	-0,59	-0,82	0,88	0,80
МПО	0	1,19	1,36	1,48	1,53	1,39	0,65	0,83	-0,53	-0,70	0,91	0,75
	P_{25}	1,30	1,38	1,51	1,64	1,46	0,42	0,80	-0,58	-0,80	0,90	0,80
	$N_{40}P_{25}$	1,47	1,65	1,79	2,13	1,76	0,38	0,80	-0,55	-0,77	0,86	0,81
	среднее	1,32	1,46	1,59	1,77	1,54	0,48	0,82	-0,56	-0,77	0,90	0,80
БО	0	1,04	1,19	1,32	1,46	1,25	0,53	0,84	-0,61	-0,78	0,94	0,80
	P_{25}	1,11	1,29	1,44	1,60	1,36	0,28	0,75	-0,56	-0,84	0,85	0,76
	$N_{40}P_{25}$	1,30	1,49	1,69	1,99	1,62	0,56	0,89	-0,55	-0,69	0,87	0,78
	среднее	1,15	1,32	1,49	1,69	1,41	0,47	0,85	-0,58	-0,78	0,90	0,80
Среднее	0	1,10	1,27	1,39	1,50	1,32	0,56	0,85	-0,58	-0,76	0,93	0,80
	P_{25}	1,18	1,32	1,45	1,63	1,40	0,34	0,79	-0,60	-0,83	0,88	0,80
	$N_{40}P_{25}$	1,40	1,59	1,79	2,08	1,72	0,44	0,86	-0,55	-0,77	0,86	0,78
	среднее	1,23	1,39	1,54	1,74	1,48	0,45	0,85	-0,58	-0,80	0,90	0,80
$НСР_{05}$ А – 0,05; В – 0,05; С – 0,06; АВ – 0,09; ВС – 0,11; АВС – 0,18 Доля влияния, %: А – 3,7; В – 42,0; С – 49,4; АВ, АС, ВС, АВС – 0,4...3,1 %												

3. Урожайность яровой пшеницы после гороха в зависимости от обработки почвы и средств интенсификации и ее связь с метеоусловиями (2011-2018 гг.), т/га

Обработка (фактор А)	Удобрение (фактор В)	Средства защиты растений (фактор С)					Коэффициент корреляции урожайности (*r*)					
		0	Г-1	Г-2	ГИФ	среднее	с осадками		с температурой		Кувл.	ГТК
							осень	весна	весна	лето	VI	V...VI
ГПО	0	1,45	1,60	1,70	1,88	1,66	0,06	0,65	-0,39	-0,86	0,64	0,56
	P_{25}	1,43	1,58	1,79	2,03	1,71	0,13	0,74	-0,54	-0,84	0,76	0,70
	$N_{40}P_{25}$	1,56	1,80	1,95	2,27	1,89	0,06	0,68	-0,43	-0,83	0,66	0,59
	среднее	1,48	1,66	1,82	2,06	1,75	0,08	0,70	-0,46	-0,85	0,69	0,62
МПО	0	1,33	1,47	1,58	1,88	1,56	0,23	0,78	-0,49	-0,85	0,77	0,66
	P_{25}	1,45	1,55	1,76	1,96	1,68	0,23	0,76	-0,50	-0,84	0,79	0,69
	$N_{40}P_{25}$	1,58	1,73	1,89	2,22	1,85	0,29	0,81	-0,57	-0,77	0,83	0,76
	среднее	1,45	1,58	1,74	2,02	1,70	0,25	0,79	-0,53	-0,82	0,80	0,71
БО	0	1,01	1,18	1,30	1,56	1,26	0,14	0,80	-0,69	-0,86	0,85	0,84
	P_{25}	1,17	1,29	1,46	1,66	1,40	0,20	0,78	-0,59	-0,86	0,82	0,76
	$N_{40}P_{25}$	1,29	1,50	1,63	1,87	1,57	0,23	0,80	-0,56	-0,85	0,81	0,72
	среднее	1,16	1,32	1,46	1,70	1,41	0,19	0,79	-0,62	-0,86	0,83	0,77
Среднее	0	1,27	1,42	1,53	1,77	1,50	0,15	0,76	-0,53	-0,88	0,77	0,70
	P_{25}	1,35	1,48	1,67	1,88	1,60	0,19	0,76	-0,54	-0,85	0,80	0,72
	$N_{40}P_{25}$	1,48	1,67	1,82	2,12	1,77	0,20	0,77	-0,53	-0,83	0,78	0,70
	среднее	1,36	1,52	1,67	1,92	1,62	0,18	0,76	-0,54	-0,85	0,78	0,71
$НСР_{05}$ А – 0,05; В – 0,05; С – 0,06; АВ – 0,09; ВС – 0,10; АВС – 0,18												
Доля влияния, %: А – 28,5; В – 16,4; С – 53,4; АВ, АС, ВС, АВС – 0,2...0,7 %												

средними весенними температурами возрастали от пара (*r* = -0,17...-0,54) к гороху (*r* = -0,39...-0,69), овсу (*r* = -0,53...-0,64) и бессменной пшенице (*r* = -0,55...-0,86), а со средними температурами летнего периода – мало изменялись по предшественникам, составляя соответственно *r* = -0,73...-0,81, -0,77...-0,88, -0,69...-0,84 и -0,77...-0,88.

В среднем за 8 лет по всем предшественникам на экстенсивном (без применения минеральных удобрений и средств защиты растений) фоне замена глубокой плоскорезной обработки на мелкую не оказывала существенного влияния на урожайность пшеницы, – она либо незначительно снижалась (после гороха) или оставалась неизменной (при бессменном возделывании пшеницы), а после пара и овса даже увеличивалась. Переход на нулевую обработку приводил к достоверному снижению сбора зерна культуры, размещаемой по пару и гороху, на 0,39...0,44 т/га (25,0...30,3 %), а по овсу и возделываемой бессменно – на 0,03...0,12 т/га (2,8...13,5 %).

На фоне внесения азотно-фосфорных удобрений без применения средств защиты растений преимущество глубокой или мелкой плоскорезных обработок над нулевыми после всех предшественников оставалось примерно таким же, как и на неудобренном фоне, а при насыщении пестицидами изменялось по-разному. Так, в посевах пшеницы по пару эффект от глубокой плоскорезной обработки на фоне $N_{40}P_{25}$ с 0,34 т/га без применения средств защиты растений увеличивался до 0,41 т/га при использовании дикотицида, 0,49 т/га при обработке баковой смесью дикотицида и граминицида и до 0,54 т/га в варианте с гербицидами, инсектицидами и фунгицидами, или соответственно на 20,6, 44,1 и 58,8 %. В посевах пшеницы после гороха при внесении азотно-фосфорных удобрений превосходство глубоких плоскорезных обработок над необработанным фоном возрастало соответственно уровням насыщения пестицидами с 0,27 до 0,30, 0,32 и 0,40 т/га, или на 11,1, 18,5 и 48,1 %. Реакция пшеницы, возделываемой после овса, на глубокую основную обработку оставалась неизменной на всех уровнях насыщения технологии удобрениями и пестицидами, а в бессменных посевах пшеницы, удобренной $N_{40}P_{25}$, преимущество по урожайности вариантов с глубокими плоскорезными обработками с 0,16 т/га на незащищенном фоне увеличивалось до 0,25 т/га при использовании дикотицида, 0,27 т/га на фоне баковой смеси дикотицида и граминицида и до 0,29 т/га в варианте с комплексом всех средств защиты растений, или соответственно на 56,2, 68,8 и 81,2 %.

Для выбора параметров выполнения основной обработки почвы важно хотя бы в первом приближении знать предполагаемые последствия принятия этого решения. В наших опытах реакция пшеницы на минимизацию основной обработки почвы зависела от складывающихся погодных условий.

По результатам корреляционного анализа на пшенице после пара установлена средняя положительная связь

4. Урожайность яровой пшеницы при бессменном возделывании в зависимости от обработки почвы и средств интенсификации и ее связь с метеоусловиями (2011-2018 гг.), т/га

Обработка (фактор А)	Удобрение (фактор В)	Средства защиты растений (фактор С)					Коэффициент корреляции урожайности (*r*)					
		0	Г-1	Г-2	ГИФ	среднее	с осадками		с температурой		Кувл.	ГТК
							осень	весна	весна	лето	VI	V...VI
ГПО	0	0,89	1,0	1,12	1,25	1,07	0,40	0,71	-0,61	-0,80	0,89	0,83
	P_{25}	0,98	1,07	1,20	1,44	1,17	0,38	0,72	-0,60	-0,77	0,88	0,83
	$N_{40}P_{25}$	1,12	1,35	1,51	1,67	1,41	0,31	0,78	-0,55	-0,89	0,86	0,75
	среднее	1,00	1,14	1,28	1,45	1,22	0,37	0,76	-0,60	-0,84	0,89	0,82
МПО	0	0,93	1,03	1,12	1,20	1,07	0,45	0,88	-0,78	-0,80	0,98	0,90
	P_{25}	0,98	1,10	1,18	1,31	1,14	0,35	0,83	-0,77	-0,84	0,96	0,89
	$N_{40}P_{25}$	1,11	1,27	1,39	1,56	1,33	0,32	0,83	-0,68	-0,88	0,93	0,85
	среднее	1,01	1,13	1,23	1,36	1,18	0,37	0,85	-0,75	-0,85	0,96	0,88
БО	0	0,77	0,89	0,99	1,10	0,94	0,29	0,85	-0,86	-0,78	0,95	0,92
	P_{25}	0,88	0,97	1,01	1,22	1,02	0,27	0,83	-0,84	-0,82	0,94	0,92
	$N_{40}P_{25}$	0,96	1,10	1,24	1,38	1,17	0,40	0,88	-0,84	-0,79	0,98	0,92
	среднее	0,87	0,99	1,08	1,23	1,04	0,32	0,86	-0,85	-0,80	0,96	0,92
Среднее	0	0,86	0,97	1,08	1,19	1,02	0,39	0,84	-0,77	-0,82	0,97	0,91
	P_{25}	0,95	1,05	1,13	1,32	1,11	0,34	0,81	-0,75	-0,83	0,95	0,90
	$N_{40}P_{25}$	1,06	1,24	1,38	1,54	1,30	0,35	0,85	-0,71	-0,87	0,94	0,86
	среднее	0,96	1,09	1,20	1,35	1,15	0,36	0,84	-0,74	-0,84	0,96	0,89
$НСР_{05}$ А – 0,04; В – 0,04; С – 0,05; АВ – 0,07; ВС – 0,08; АВС – 0,14												
Доля влияния, %: А – 13,8; В – 32,7; С – 49,6; АВ, АС, ВС, АВС – 0,4...1,6 %												

между величиной изменения урожайности при переходе от глубокой к мелкой обработке, варьировавшего по годам в среднем по всем фонам от -0,15 до +0,14 т/га, и суммой атмосферных осадков предшествующего осеннего периода (r = 0,61), средняя отрицательная связь со среднесуточными температурами воздуха этого периода (r = -0,58) и сильная отрицательная связь со среднесуточными температурами воздуха предшествующего октября (r = -0,69).

На пшенице по гороху отмечена сильная положительная связь между отклонениями урожайности при переходе от глубокой к мелкой обработке, варьировавшими по годам в среднем по всем фонам от -0,28 до +0,16 т/га, и суммой атмосферных осадков предшествующего осеннего периода (r = 0,75), средняя отрицательная связь со среднесуточными температурами воздуха этого периода (r = -0,55) и близкая к сильной отрицательная связь со среднесуточными температурами воздуха предшествующего октября (r = -0,65).

На пшенице по овсу установлена средняя положительная связь между величиной изменения урожайности при переходе от глубокой к мелкой обработке, варьировавшей по годам в среднем по всем фонам от -0,16 до +0,26 т/га, и суммой атмосферных осадков предшествующего осеннего периода (r = 0,59), возрастающая до сильной на экстенсивном фоне (r = 0,90), средняя отрицательная связь со среднесуточными температурами воздуха этого периода (r = -0,39) и сильная отрицательная связь со среднесуточными температурами воздуха предшествующего октября (r = -0,67).

На бессменно возделываемой пшенице заслуживающих внимания связей между отклонениями урожайности при переходе от глубокой к мелкой обработке, варьировавшими по годам в среднем по всем фонам от -0,28 до +0,20 т/га, с условиями влаго- и теплообеспеченности предшествующего осеннего периода не установлено.

Реакция пшеницы на отказ от проведения основной обработки почвы была более ощутимой, чем от уменьшения глубины плоскорезной обработки, однако менее прогнозируемой при определении связей с погодными условиями предшествующего осеннего периода. Так, на пшенице после пара установлена средняя отрицательная связь между величиной сокращения урожайности при отказе от основной обработки почвы, варьировавшей по годам в среднем по всем фонам от -1,05 до -0,31 т/га, и суммой атмосферных осадков предшествующего осеннего периода (r = -0,56), средняя положительная связь со среднесуточными температурами воздуха этого периода (r = 0,56) и средняя положительная связь со среднесуточными температурами воздуха предшествующего октября (r = 0,45).

На пшенице после гороха отмечена средняя положительная связь между уменьшением урожайности при отказе от основной обработки почвы, варьировавшим по годам в среднем по всем фонам от -0,62 до -0,16 т/га, и суммой атмосферных осадков предшествующего осеннего периода (r = 0,38), слабая отрицательная связь со среднесуточными температурами воздуха этого периода (r = -0,33) и средняя отрицательная связь со среднесуточными температурами воздуха предшествующего октября (r = -0,58).

На пшенице после овса установлена средняя положительная связь между величиной изменения урожайности при отказе от основной обработки почвы, варьировавшей по годам в среднем по всем фонам от -0,25 до +0,07 т/га, и суммой атмосферных осадков предшествующего осеннего периода (r = 0,57), очень слабая отрицательная связь со среднесуточными температурами воздуха этого периода (r = -0,23) и такая же слабая отрицательная связь со среднесуточными температурами воздуха предшествующего октября (r = -0,28).

На бессменно возделываемой пшенице заслуживающих внимания связей между отклонениями урожайности при отказе от основной обработки почвы, варьировавшими по годам в среднем по всем фонам от -0,44 до +0,04 т/га, и условиями влаго- и теплообеспеченности предшествующего осеннего периода не установлено.

Таким образом, для условий опыта количественно определены особенности реакции пшеницы на уменьшение глубины выполнения плоскорезной основной обработки почвы, или отказ от ее проведения, в зависимости от предшественника, уровня применения удобрений и средств защиты растений, а также от складывающихся погодных условий. Без удобрений и защиты растений уменьшение глубины обработки не оказывало влияния на урожайность, а нулевая приводила к ее снижению по пару и гороху на 0,39...0,44 т/га (25,0...30,3 %), по овсу и при бессменном посеве – на 0,03...0,12 т/га (2,8...13,5 %). На фоне удобрений разница с нулевой обработкой сохранялась на таком же уровне, а при насыщении пестицидами – увеличивалась в 1,2...1,6 и 1,1...1,8 раза. На пшенице, возделываемой в севообороте, отмечена средняя и сильная положительная связь между эффектом от минимизации обработки и суммой осенних осадков и отрицательная – с температурой воздуха в октябре, на пшенице в бессменном посеве корреляций не установлено. Знание этих особенностей позволит уменьшить негативные последствия при освоении энерго- и ресурсосберегающих технологий возделывания яровой пшеницы.

Литература.

1. Жученко А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). М.: ООО «Издательство Агрорус», 2004. 1009 с.
2. Байбеков Р. Ф. Природоподобные технологии основа стабильного развития земледелия // Земледелие. 2018. № 2. С. 3–6.
3. Кирюшин В. И. Актуальные проблемы и противоречия развития земледелия // Земледелие. 2019. № 3. С. 3–7.
4. Перфильев Н. В., Вьюшина О. А. Продуктивность зернопарового севооборота и эффективность производства зерна в зависимости от систем основной обработки почвы // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 1. С. 18–21.
5. Кислов А. В., Глинушкин А. П., Кащеев А. В. Агроэкологические основы повышения устойчивости земледелия в степной зоне // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 7. С. 9–13.
6. Галеева Л. П., Широких П. С. Свойства черноземов выщелоченных Новосибирского Приобья при различных обработках // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 11. С. 9–13.
7. Ресурсы адаптации агротехнологий в различные по погодным условиям годы / А. А. Корчагин, Л. И. Ильин, М. А. Мазиров и др. // Земледелие. 2017. № 1. С. 16–20.
8. Уланов А. К., Будажапов Л. В. Продуктивность каштановой почвы в зависимости от условий увлажнения при многолетнем воздействии севооборотов, приемов основной обработки и удобрений в сухой степи // Земледелие. 2019. № 1. С. 15–18.
9. Юшкевич Л. В., Щитов А. Г., Пахотина И. В. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от технологии возделывания в лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2019. № 1. С. 32–34.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Efficiency of Tillage Methods and Intensification Means for Spring Wheat Depending on Weather Conditions and a Forecrop in the Forest-Steppe of the Altai Ob Region

S. V. Usenko[1], V. I. Usenko[1,2], A. A. Garkusha[1]

[1]Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies, Nauchnyi gorodok, 35, Barnaul, 656910, Russian Federation
[2]Altai Institute for Continuing Education of Managers and Specialists of the Agro-industrial Complex, ul. Ostrovskogo, 14, Barnaul, 656019, Russian Federation

Abstract. *The studies were carried out in 2011–2018 under conditions of the forest-steppe of the Altai Krai. The effectiveness of tillage methods was examined. Factor A was a tillage method: the deep subsurface cultivation to a depth of 25–27 cm; shallow subsurface cultivation to a depth of 14–16 cm; without main tillage. Factor B was fertilizer application: without fertilizers; P25; N40P25. Factor C was application of plant protection means: without protection; dicotycides; dicotycides + gramicicides; dicotycides + gramicicides + insecticides + fungicides. These factors were studied in a crop rotation: fallow (against the background without the main tillage it was a field with rape for oilseeds), wheat, oats, wheat, pea, wheat, and in the permanent crops of wheat. The soil of the experimental plot was leached low-humus medium loamy chernozem with the content of humus in the arable layer of 3.8%, of mobile phosphorus and potassium (according to Chirikov's method) – 270 and 180 mg/kg, respectively, pH(salt) was 6.15. The wheat grain yield after fallow on average for all backgrounds was 1.94 t/ha, pea – 1.62 t/ha, oats – 1.48 t/ha, permanent wheat – 1.15 t/ha; it depended on spring precipitation and moisture supply in the first half of the growing season. Without fertilizers and plant protection, a reduction in the depth of cultivation did not affect the wheat yield, and zero treatment resulted in its decrease by 0.39–0.44 t/ha (25.0–30.3%) after fallow and pea, by 0.03–0.12 t/ha (2.8–13.5%) – after oats and in permanent crops. Against the background of fertilizers, the difference with zero treatment remained at the same level, and when saturated with pesticides, it increased 1.2–1.6 and 1.1–1.8 times. For wheat cultivated in the crop rotation, there was an average and strong positive relationship between the effect of minimizing processing and the amount of autumn precipitation; and a negative one – with air temperature in October. There was no correlation for wheat in permanent crops.*

Keywords: *spring wheat; tillage; fertilizers; plant protection means; correlation.*

Author Details: *C. V. Usenko, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: usenko-s@yandex.ru); V. I. Usenko, D. Sc. (Agr.), chief research fellow, prof. (e-mail: usenko.001@mail.ru); A. A. Garkusha, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: aniish@mail.ru).*

For citation: *Usenko S. V., Usenko V. I., Garkusha A. A. Efficiency of Tillage Methods and Intensification Means for Spring Wheat Depending on Weather Conditions and a Forecrop in the Forest-Steppe of the Altai Ob Region. Zemledelie. 2019. No. 5. Pp. 16–21 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10504.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10505
УДК: 631.4:631.811:631.445.25

Изменение питательного режима темно-серой лесной почвы в посевах ячменя при различных системах основной обработки*

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

Цель исследований – определить влияние длительного воздействия различных по степени интенсивности систем основной обработки на питательный режим темно-серой лесной почвы под посевами ярового ячменя по зернобобовому (яровая вика на зерно) и зерновому (яровая пшеница) предшественникам. Исследования проведены в Тюменской области в стационарном опыте по изучению отвальной, безотвальной, комбинированной, дифференцированной, плоскорезной и поверхностной систем основной обработки почвы в течение 3...5-й ротаций (1996–2013 гг.) зернопаровых севооборотов, развернутых во времени и пространстве: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровая вика – яровой ячмень; чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровая пшеница – яровой ячмень. Возделывание ячменя на фоне $N_{40}P_{40}K_{40}$ после вики обеспечивает благоприятный питательный режим, после пшеницы содержание $N\text{-}NO_3$ в пахотном слое снижалось на 15,5...43,8 %, P_2O_5 на 39,1...52,1 %, K_2O на 15,1...26,4 %. Лучшие условия питания складываются при отвальной обработке. Мелкие обработки без оборота пласта приводят к уменьшению содержания $N\text{-}NO_3$ в пахотном слое на 12...42 %, P_2O_5 на 7,1...19,9 %, K_2O на 6,5...17,1 %. При повторной зерновой культуре этот эффект усиливается. Происходит дифференциации плодородия пахотного и подпахотного слоев почвы – в слое почвы 20...40 см, по отношению к слою 0...20 см, по всем системам обработки содержание $N\text{-}NO_3$ снизилось на 13,1...44,1 %, P_2O_5 – на 38,6...66,9 %, K_2O – на 28,0...39,2 %. Наибольшие различия отмечены для P_2O_5 при минимальной (38,6...42,3 %) величине показателя на фоне отвальной и максимальной (51,8...66,9 %) на фоне ресурсосберегающих систем. Возделывание ячменя по зерновым, а также на фоне ресурсосберегающих основных обработок почвы требует увеличения нормы внесения азотных и фосфорных удобрений на 30...50 % для компенсации возникающего дефицита в этих элементах.

Ключевые слова: *система основной обработки, севооборот, питательный режим, элементы питания, предшественник, яровой ячмень, яровая вика.*

Для цитирования: *Перфильев Н. В., Вьюшина О.А. Изменение питательного режима темно-серой лесной почвы в посевах ячменя при различных системах основной обработки // Земледелие. 2019. № 5. С. 21–24. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10505.*

В последние годы при повышении интенсивности использования пашни и увеличении в ее структуре доли зерновых культур, сопровождающемся регулярным, специфичным для зерновых культур выносом питательных элементов, существенное значение приобретает контроль состояния эффективного плодородия почвы, в частности, содержания доступных форм питательных элементов, обеспеченность которыми в значительной степени определяет урожайность сельскохозяйственных культур и эффективность их производства [1, 2, 3].

Известно, что обеспеченность доступными формами питательных элементов зависит от содержания в почве органического вещества, уровня применения удобрений, условий, при которых происходят преобразования потенциального плодородия в эффективное. Один из основных агротехнических факторов, оказывающих реальное воздействие на эти условия,– основная обработка почвы [4, 5, 6]. Однако степень адаптивности различных систем обработки почвы к конкретным зональным особенностям, в том числе по отношению к трансформации элементов питания, требует дальнейшего изучения [7, 8, 9].

Объективную оценку влияния систем и способов обработки при длительном их применении на питательный режим почвы можно сделать по результатам наблюдений в условиях многолетнего стационарного опыта [10, 11, 12].

Цель наших исследований – определение влияния длительного

1. Содержание $N\text{-}NO_3$ в почве под ячменем (среднее за 1996–2013 гг.), мг/кг

Система основной обработки почвы (обработка под культуру)	Предшественник	Срок определения и слой почвы			
		перед посевом		полная спелость	
		0...20 см	20...40 см	0...20 см	20...40 см
Отвальная (ПН-4-35)	вика	8,84	6,26	6,58	4,48
	пшеница	6,51	5,21	5,53	3,62
Безотвальная (стойки СибИМЭ)	вика	7,78	4,35	5,52	4,61
	пшеница	5,13	4,46	4,17	3,66
Комбинированная (стойки СибИМЭ)	вика	6,24	4,15	5,49	4,46
	пшеница	5,27	4,29	4,21	4,33
Дифференцированная (БДТ-2,5)	вика	6,24	4,60	5,32	3,57
	пшеница	3,78	3,55	4,02	4,34
Поверхностная (БДТ-2,5)	вика	6,88	5,07	7,35	3,95
	пшеница	5,25	3,87	5,38	3,46
Плоскорезная (КПЭ-3,8)	вика	7,58	4,87	5,68	4,11
	пшеница	4,26	3,30	4,88	3,25
$НСР_{05}$	вика	0,96	0,93	0,47	0,72
	пшеница	0,84	0,81	0,38	0,64

воздействия систем основной обработки различной степени интенсификации на питательный режим темно-серой лесной почвы под посевами ярового ячменя, размещаемого в зернопаровых севооборотах по зернобобовому (яровая вика на зерно) и по зерновому (яровая пшеница) предшественникам.

Исследования выполнены в стационарном полевом опыте НИИСХ Северного Зауралья – филиала ТюмНЦ СО РАН в 1996–2013 гг., в период прохождения 3...5-й ротаций зернопаровых севооборотов, развернутых во времени и в пространстве: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровая вика – яровой ячмень; чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница –яровая пшеница – яровой ячмень. Почва темно-серая лесная, тяжелосуглинистая. Глубина гумусового горизонта 25...27 см, содержание гумуса 4,2...5,0 %, pH солевой вытяжки – 6,0...6,4, сумма поглощенных оснований – 18,6...25,6 мг-экв./100 г почвы. Изучали следующие системы обработки почвы: отвальная – ежегодно под все культуры обработка плугом ПН-4-35 на 20...22 см; безотвальная – ежегодно орудием со стойками СибИМЭ на 20...22 см; комбинированная – чередование отвальной обработки плугом и безотвального рыхления орудием со стойками СибИМЭ на 20...22 см, под ячмень – рыхление орудием со стойками СибИМЭ; дифференцированная – в пару и после озимой ржи плоскорезная обработка КПЭ-3,8 на 12...14 см, вспашка ПН-4-35 на 20...22 см под зернобобовые и под повторную пшеницу, под ячмень и после него – дискование БДТ-2,5 на 10...12 см; плоскорезная – ежегодно обработка КПЭ-3,8 на 12...14 см; поверхностная – ежегодно обработка БДТ-2,5 на 10...12 см.

Во всех вариантах опыта общим фоном вносили минеральные удобрения из расчета $N_{40}P_{40}K_{40}$ на 1 га севооборотной площади и обрабатывали посевы средствами защиты растений. Весной на всех фонах основной обработки после закрытия влаги и предпосевной культивации (КПС-4,0) проводили посев сеялкой СЗП-3,6 с последующим прикатыванием. Солому возделываемых культур измельчали при уборке и оставляли в поле. По метеорологическим условиям вегетационного периода 5 лет были засушливыми, 13 лет – близкие к среднемноголетним. Техника закладки и проведение опыта по методике Б. А. Доспехова [13], химические анализы почвенных образцов выполнены в соответствии с руководством Е. В. Аринушкиной [14]. Содержание нитратного азота в почве определяли дисульфофеноловым методом, подвижного фосфора и калия – по Ф. В. Чирикову. В статье приведены усредненные данные по содержанию питательных элементов за 1996–2013 гг. – в период прохождения 3...5-й ротаций севооборотов по результатам анализов ежегодного отбора проб перед посевом до внесения минеральных удобрений и в период полной спелости ячменя.

Исследованиями питательного режима темно-серой лесной почвы установлено, что при низком в целом уровне обеспеченности пахотного (0...20 см) слоя почвы опытного участка нитратным азотом в весенний период в поле ячменя по зернобобовой культуре (6,24...8,84 мг/кг почвы), возделывание его по повторной пшенице приводило к еще большему (на 15,5...43,8 %) снижению $N\text{-}NO_3$ до 4,26...6,51 мг/кг почвы. Наиболее значительное снижение по повторной пшенице, по сравнению с зернобобовым предшественником, отмечали в вариантах с плоскорезной (43,8 %), дифференцированной (39,4 %) и безотвальной (34,1 %) системами обработки (табл. 1).

При этом если обработка почвы без оборота пласта и мелкие обработки после зернобобовых в результате снижения интенсивности процессов нитрификации приводили к уменьшению содержания нитратного азота в пахотном слое, относительно отвальной системы, на 12,0...29,4 %, то после пшеницы – на 19,0...42,0 %.

В слое почвы 20...40 см в вариантах с безотвальной и плоскорезной обработкой, а также дискованием отмечено аналогичное уменьшение содержания нитратного азота под ячменем по зернобобовому предшественнику на 22,2...33,7 %, по повторной пшенице – на 14,4...36,7 %.

Очевидно, что меньшее снижение содержания нитратов по зернобобовой культуре объясняется частичным пополнением их за счет симбиотической азотофиксации.

Перед уборкой к периоду полной спелости ячменя по зернобобовым выявленная в весенний период специфика уменьшения содержания $N\text{-}NO_3$ по ресурсосберегающим системам обработки в слое почвы 0...20 см в основном сохранялась. В слое почвы 20...40 см это проявлялось в вариантах с применением преимущественно мелких обработок, дискования БДТ-2,5 на 10...12 см, а также плоскорезной обработки на 12...14 см, снижение в которых составляло 11,7...19,1 %.

По глубоким отвальной и безотвальной обработкам содержание $N\text{-}NO_3$ в слое почвы 20...40 см было практически одинаковым.

Под ячменем по повторной пшенице в слое 0...20 см, как и по зернобобовому предшественнику, уменьшение содержания $N\text{-}NO_3$ по ресурсосберегающим системам обработки составляло 9,9...24,5 %. В слое 20...40 см при очень низкой абсолютной величине показателя закономерностей изменения содержания $N\text{-}NO_3$ не отмечено.

То есть безотвальные, плоскорезные обработки и дискование приводили к ухудшению азотного режима в пахотном и подпахотном слоях почвы, а также к дифференциации его содержания по слоям, что в большей степени проявлялось при возделывании ячменя по повторной пшенице.

Содержание подвижного фосфора по зернобобовому предшественнику в вариантах опыта в слое почвы 0...20 см составляло 25,7...28,1 мг/100 г почвы и оценивалось для условий северной лесостепи Тюменской области по шкале Чирикова как высокое.

** Работа выполнена по государственному заданию №0371-2018-0050*

2. Содержание P_2O_5 в почве под ячменем (среднее за 1996–2013 гг.), мг/100 г

Система основной обработки почвы (обработка под культуру)	Предшественник	Срок определения и слой почвы			
		перед посевом		полная спелость	
		0...20 см	20...40 см	0...20 см	20...40 см
Отвальная (ПН-4-35)	вика	28,1	17,3	25,6	20,4
	пшеница	15,6	9,0	13,8	12,0
Безотвальная (стойки СибИМЭ)	вика	25,3	8,8	25,4	15,6
	пшеница	13,2	5,6	13,8	10,0
Комбинированная (стойки СибИМЭ)	вика	25,3	11,1	25,6	15,1
	пшеница	15,4	6,4	14,4	13,0
Дифференцированная (БДТ-2,5)	вика	26,1	10,1	26,4	12,7
	пшеница	12,5	5,2	12,8	11,8
Поверхностная (БДТ-2,5)	вика	25,7	10,0	24,2	12,6
	пшеница	15,4	6,6	14,4	10,8
Плоскорезная (КПЭ-3,8)	вика	25,7	8,5	25,2	15,3
	пшеница	13,7	6,6	14,4	11,3
$НСР_{05}$	вика	1,95	1,56	1,33	1,62
	пшеница	1,12	0,87	0,85	0,94

Отмечена тенденция уменьшения его содержания на 7,1...10,1 % на фоне ресурсосберегающих систем обработки с применением дискования на 10...12 см, ежегодной безотвальной обработки стойками СибИМЭ, плоскорезной обработки на 12...14 см. Возделывание ячменя по повторной пшенице приводило к уменьшению содержания подвижного фосфора в слое 0...20 см, по сравнению с вариантом с зернобобовым предшественником, на 39,1...52,1 % перед посевом и на 40,5...51,5 % перед уборкой, что объясняется более значительным выносом элемента с урожаем при повторном возделывании яровой зерновой культуры. Обеспеченность элементом оценивалась от низкой до средней (табл. 2).

В посевах ячменя по повторной пшенице, как и по зернобобовому предшественнику, безотвальное рыхление, плоскорезная обработка, дискование, как правило, снижали содержание P_2O_5 в слое почвы 0...20 см на 12,1...19,9 %. В слое почвы 20...40 см оно было в значительной степени (на 38,6...66,9 %) меньше, чем в пахотном (0...20 см). При этом установлена довольно резкая дифференциация содержания P_2O_5 между пахотным и подпахотным слоями почвы. Наименьшей она была при отвальной системе обработки: 38,6 % по зернобобовому предшественнику и 42,3 % по повторной пшенице.

В большинстве вариантов опыта содержание P_2O_5 в слое почвы 20...40 см по зернобобовому предшественнику классифицировалось как низкое (7...14 мг/100 г почвы), за исключением варианта с отвальной системой обработки, где оно было средним – 17,3 мг/100 г почвы. По повторной пшенице содержание P_2O_5 в слое почвы 20...40 см в основном соответствовало очень низкому и низкому. В этом слое почвы содержание P_2O_5 по повторной пшенице было ниже, чем по зернобобовому предшественнику, на 22,4...48,4 %. При более благоприятной в целом обеспеченности почвы P_2O_5 по зернобобовому предшественнику в слое 20...40 см, ресурсосберегающие системы с применением плоскорезной обработки, дискования, а также рыхления стойками СибИМЭ, приводили к снижению величины этого показателя на 35,7...50,8 %, по сравнению с отвальной системой. По повторной пшенице при низком содержании P_2O_5 в этом слое его уменьшение по ресурсосберегающим обработкам, в сравнении с отвальной системой, составляло 26,6...42,2 %.

К периоду полной спелости ячменя, возделываемого по зернобобовому предшественнику, содержание P_2O_5 в слое 0...20 см продолжало оставаться высоким, влияния обработок почвы на него в этот период не отмечено, тогда как в слое 20...40 см в вариантах с ресурсосберегающими приемами происходило обеднение почвы подвижным фосфором на 23,5...38,2 %. После повторной пшеницы при общем уменьшении содержания P_2O_5 до низкого уровня, в сравнении с зернобобовым предшественником, системы обработки почвы к этому времени не оказывали существенного влияния на величину показателя как в слое почвы 0..20 см (13,8...14,4 мг/100 г), так и в слое 20...40 см (10,0...13,0 мг/100 г).

На фоне высокой обеспеченности обменным калием пахотного (0...20 см) и средней подпахотного (20...40 см) слоя почвы по обоим предшественникам, при размещении ячменя по повторной пшенице содержание K_2O в пахотном слое было ниже, чем после зернобобового предшественника на 15,1...26,4 % (табл. 3).

Более высокое его содержание в почве отмечали в варианте с отвальной системой обработки. Так, снижение ее глубины при плоскорезной обработке и при дисковании сопровождалось уменьшением содержания обменного калия в слое почвы 0...20 см по зернобобовому предшественнику на 10,1...17,1 %, по повторной пшенице на 6,5...9,0 %. В слое 20...40 см уменьшение содержания K_2O по ресурсосберегающим системам обработки почвы, в сравнении с отвальной, по зернобобовому предшественнику составляло 6,9...17,5 %, по повторной пшенице – 4,2...16,9 %.

3. Содержание K_2O в почве под ячменем (среднее за 1996-2013 гг.), мг/100 г

Система основной обработки почвы (обработка под культуру)	Предшественник	Срок определения и слой почвы			
		перед посевом		полная спелость	
		0...20 см	20...40 см	0...20 см	20...40 см
Отвальная (ПН-4-35)	вика	22,8	16,0	20,4	17,0
	пшеница	17,2	11,8	13,0	14,7
Безотвальная (стойки СибИМЭ)	вика	22,5	14,7	19,8	12,5
	пшеница	16,6	11,1	17,7	9,6
Комбинированная (стойки СибИМЭ)	вика	21,3	14,9	21,2	13,2
	пшеница	17,7	10,8	15,6	12,6
Дифференцированная (БДТ-2,5)	вика	20,5	13,6	17,8	14,0
	пшеница	16,8	11,3	15,2	13,8
Поверхностная (БДТ-2,5)	вика	20,4	13,7	19,6	14,3
	пшеница	15,7	9,8	15,8	8,0
Плоскорезная (КПЭ-3,8)	вика	18,9	13,2	18,6	13,9
	пшеница	16,1	11,6	16,3	8,5
$НСР_{05}$	вика	1,4	1,15	1,53	1,27
	пшеница	1,0	0,73	1,25	1,12

К периоду уборки содержание K_2O в пахотном слое по зернобобовому предшественнику продолжало оставаться высоким, обработки почвы не оказывали существенного влияния на величину этого показателя, за исключением дискования на 10...12 см и плоскорезной обработки на глубину 12...14 см, на фоне которых содержания K_2O в этом слое уменьшилось на 8,8...12,7 %. В слое 20...40 см при средней обеспеченности почвы K_2O, происходило снижение его содержания на 15,9...26,5 % в вариантах без оборота пласта и по мелким обработкам. По повторной пшенице обеспеченность K_2O в слое почвы 0...20 см по ресурсосберегающим системам обработки не уступала содержанию элемента по отвальной системе, а в слое 20...40 см по этим системам обработки отмечено его снижение на 6,1...45,6 %.

В целом лучшие условия по обеспеченности почвы доступными рас-

тениям формами азота, фосфора и калия складывались при возделывании ячменя по зернобобовому предшественнику. При этом, по обоим предшественникам более благоприятные условия питания как в пахотном, так и в подпахотном слоях почвы обеспечивала отвальная система обработки. Поэтому планирование безотвальных и плоскорезных обработок под ячмень после зерновых, должно предусматривать дополнительное внесение как азотных, так и фосфорных удобрений. По предложению В.И. Кирюшина [8], на почвах с низкой обеспеченностью подвижным фосфором необходимо его использование в достаточно высоких дозах с заделкой на оптимальную глубину, путем периодического «врезания» комбинированными агрегатами на 10...12 см или под вспашку.

Таким образом, при возделывании ячменя в зернопаровом севообороте по зернобобовому предшественнику (вика на зерно) на фоне внесения $N_{40}P_{40}K_{40}$ формируется благоприятный питательный режим темно-серой лесной почвы. При размещении ячменя в аналогичном севообороте по повторной зерновой культуре (яровой пшенице) содержание $N\text{-}NO_3$ в пахотном слое снижалось, в сравнении с зернобобовым предшественником, на 15,5...43,8 %, P_2O_5 – на 39,1...52,1 %, K_2O – на 15,1...26,4 %.

По обоим предшественникам лучшие условия питания как в пахотном (0...20 см), так и в подпахотном (20...40 см) слоях складываются при отвальной системе обработки. Системы без оборота пласта, с преимущественно мелкими обработками, приводят к уменьшению содержания $N\text{-}NO_3$ в пахотном слое на 12...42 %, P_2O_5 – на 7,1...19,9 %, K_2O – на 6,5...17,1 %, которое усиливается в посевах по повторной зерновой культуре.

Отмечена дифференциация плодородия пахотного и подпахотного слоев почвы – в слое 20...40 см, по отношению к слою 0...20 см, во всех вариантах систем обработки. Содержание $N\text{-}NO_3$ уменьшилось на 13,1...44,1 %, P_2O_5 – на 38,6...66,9 %, K_2O – на 28,0...39,2 %.Наибольшие различия отмечены для P_2O_5 при минимальной (38,6...42,3 %) величине показателя при отвальной и максимальной (51,8...66,9 %) на фоне ресурсосберегающих систем.

Возделывание ячменя по зерновым, а также на фоне ресурсосберегающих основных обработок требует увеличения нормы внесения азотных и фосфорных удобрений на 30...50 % для компенсации возникающего дефицита в этих элементах.

Литература.

1. Кирюшин В.И. Минеральные удобрения как ключевой фактор развития сельского хозяйства и оптимизации природопользования // Достижение науки и техники АПК. 2016. № 3. С. 19–25.

2. Борин А. А., Лощинина А. Э. Продуктивность севооборота и плодородие почвы при различных технологиях ее обработки // Плодородие. 2015. № 2 (83). С. 25–27.

3. Шариков Г.Ф., Тагиров М.Ш. Изменение агрохимических характеристик серых лесных почв под влиянием различных факторов // Вестник Казанского ГАУ. 2014. №1 (31). С. 153–156.

4. Эффективность удобрения азотом яровой пшеницы и ячменя в лесостепи Западной Сибири / А. Н. Власенко, И. Н. Шарков, В. Н. Шоба и др.// Земледелие. 2015. № 1. С. 25–27.

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

6. Гармашев В.М., Турусов В.И., Гаврилова С.А. Изменение свойств чернозема обыкновенного при различных способах основной обработки // Земледелие. 2014. № 6. С. 17–19.

7. Ленточкин А. М., Широбоков П. Е., Анабаева Н. А. Нулевая, минимальная или отвальная обработка почвы в ландшафтном земледелии Среднего Предуралья // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири (в пяти томах). Том IV Оптимизация сельскохозяйственных ландшафтов. М.: изд-во ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», 2018. С. 115–120.

8. Кирюшин В. И. Проблема минимизации обработки почвы: перспективы развития и задачи использований // Земледелие. 2013. № 7. С. 3–6.

9. Пыхтин И. Г. Обработка почвы: действительность и мифы // Земледелие. 2017. № 1. С. 33–36.

10. Турусов В. И., Гармашев В. М. Изменение содержания подвижного фосфора в черноземе обыкновенном при различных системах основной обработки почвы // Прогноз состояния и научное обеспечение плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения: материалы XI Международного симпозиума НП «Содружество ученых агрохимиков и агроэкологов». М.: изд-во «ВНИИ агрохимии», 2017. С. 161–168.

11. Технология прямого посева в Зауралье / С. Д. Гилев, И. Н. Цимбаленко, А. А. Замятин и др. // Нивы Зауралья. 2014. № 3 (114). С. 66–68.

12. Изменение продуктивности сельскохозяйственных культур под воздействием однотипных способов основной обработки почвы / А. В. Алабушев, А. А. Сухарев, А. С. Попов и др. // Земледелие. 2015. № 8. С. 25–28.

13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: Изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416с.

14. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1961. 486 с.

Change in the Nutrient Regime of Dark-Grey Forest Soil in Barley Crops under Different Tillage Systems

N. V. Perfilyev, O. A.Vyushina
Research Agricultural Institute of the Northern Trans-Urals – the branch of the Federal Research Center of Tyumen' Scientific Center of the SB of the RAS, ul. Burlaki, 2, pos. Moskovskii, Tyumenskii r-n, Tyumenskaya obl., 625501, Russian Federation

Abstract. *The purpose of the research was to determine the effect of long-term exposure of the various tillage systems on the nutrient regime of dark-grey forest soil under spring barley crops after leguminous (spring vetch on grain) and grain (spring wheat) forecrops. The investigations were carried out in the Tyumen region in the stationary experiment on the examination of moldboard, nonmoldboard, combined, differentiated, subsurface and surface systems of the main tillage during the 3th–5th rotations (1996–2013) of grain-fallow crop rotations: bare fallow, winter rye, spring wheat, spring vetch, spring barley; bare fallow, winter rye, spring wheat, spring wheat, spring barley. Barley cultivation against the background of N40P40K40 after vetch provides a favourable nutritional regime; and after wheat the content of N-NO3 in the arable layer decreased by 15.5–43.8%, P2O5 – by 39.1–52.1%, K2O – by 15.1–26.4%. The best nutritional conditions were formed with moldboard processing. Shallow treatments without soil overturning led to a decrease in the N-NO3 content in the arable layer by 12–42%, P2O5 – by 7.1–19.9%, K2O – by 6.5–17.1%; the reduction strengthened with repeated cereal crops. The fertility of arable and subsurface soil layer was differentiated: in the soil layer of 20–40 cm, relative to the layer of 0–20 cm, the content of N-NO3 decreased by 13.1–44.1% in all processing systems, P2O5 – by 38.6–66.9%, K2O – by 28.0–39.2%. The greatest differences were noted for P2O5 with the minimum (38.6–42.3%) indicator value against the background of moldboard tillage and the maximum value (51.8–66.9%) against the background of resource-saving systems. Cultivation of barley after cereals, as well as against the background of resource-saving tillage requires an increase in the rate of nitrogen and phosphate fertilizers by 30–50% to compensate for the resulting deficit in these elements.*

Keywords: *tillage system; crop rotation; nutrient regime; nutrition elements; forecrop; spring oats; spring vetch.*

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

For citation: *Perfilyev N. V., Vyushina O. A. Change in the Nutrient Regime of Dark-Grey Forest Soil in Barley Crops under Different Tillage Systems. Zemledelie. 2019. No. 5. Pp. 21–24 (in russ.).DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10505.*

Фото:
Кристаллы сахара в поляризованном свете
в многократном увеличении

Соединяем
сохранность корнеплодов
и высокий выход сахара

Кагатник, ВРК

300 г/л бензойной кислоты /триэтаноламинная соль/

Фунгицид исключительного физиологического действия
для предотвращения развития корневых и кагатных гнилей
сахарной свеклы и повышения выхода сахара

**При обработке посевов
за 30-50 дней до уборки:**

- Предотвращает развитие различных видов корневых гнилей
- Увеличивает сахаристость за счет активизации оттока питательных веществ из листьев в корнеплоды
- Способствует получению здоровых корнеплодов с отличной лежкостью в кагатах

**При обработке корнеплодов
перед закладкой на хранение:**

- Единственный способ сохранности корнеплодов в кагатах
- Предотвращает развитие кагатных гнилей до 120 дней
- Снижает потери сахара и массы корнеплодов

www.betaren.ru

ЩЕЛКОВО
АГРОХИМ

Реклама

Формирует здоровый
проросток и крепкую
корневую систему
Бенефис, МЭ
+ 50 г/л имазалила
+ 40 г/л металаксила
30 г/л тебуконазола
www.betaren.ru

Фото:
гельминтоспориозная
корневая гниль
зерновых культур
(Bipolaris sorokiniana)

Трехкомпонентный микроэмульсионный фунгицидный протравитель для предпосевной обработки семян зерновых культур

- Исключительное действие против корневых гнилей
- Длительная защита в период вегетации
- Стимуляция роста и формирование мощной корневой системы
- Широкий спектр действия за счет комбинации трех действующих веществ

Культуры применения: пшеница яровая и озимая, ячмень яровой и озимый, соя

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ

Реклама

Фото:
голова свекловичного долгоносика
(сем. Curculionidae)
в многократном увеличении

Соединяем два различных механизма действия для мощного инсектицидного эффекта

Эсперо, КС

+ 200 г/л имидаклоприда
120 г/л альфа-циперметрина

Высокоэффективный инсектицид с продолжительным защитным периодом для контроля вредителей на основных сельскохозяйственных культурах

- Остро выраженное контактно-кишечное действие в сочетании с системной активностью для быстрого уничтожения вредителей и стабильного результата
- Надежный контроль скрытоживущих, сосущих и листогрызущих вредителей на всех жизненных стадиях и в течение всего периода вредоносности
- Высокая эффективность в критических ситуациях при вспышках массового размножения вредителей
- Использование авиатехники для обработки больших площадей в короткий срок

Культуры применения: пшеница, ячмень, кукуруза, подсолнечник, горох, соя, свекла сахарная, рапс

www.betaren.ru

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ

Реклама

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10506
УДК 631. 58.631.48:581:5

Агротехнологическая оценка возделывания яровой пшеницы по различным предшественникам в условиях Курской области

В. И. ЛАЗАРЕВ, доктор сельскохозяйственных наук, зам. директора (e-mail: vla190353@yandex.ru)
Р. И. ЛАЗАРЕВА, старший научный сотрудник
Б. С. ИЛЬИН, старший научный сотрудник
Т. В. ГАВРИЛОВА, младший научный сотрудник,
Курский федеральный аграрный научный центр, ул. Карла Маркса, 70 б, Курск, 305021, Российская Федерация

Представлены результаты многолетних стационарных исследований по комплексной оценке основных предшественников яровой пшеницы, используемых в почвенно-климатических условиях Курской области. Продуктивность яровой пшеницы на черноземных почвах региона подвержена значительным колебаниям по годам: от 1,72 до 4,55 т/га при размещении по сахарной свекле и от 1,74 до 4,75 т/га после кукурузы на силос. Величину урожайности яровой пшеницы в опытах на 53 % определяло влияние сложившихся погодных условий, на 17 % – уровень удобренности и на 12 % – предшественник. Лучший предшественник яровой пшеницы, обеспечивающий оптимальные условия для ее роста и развития – кукуруза на силос. При размещении яровой пшеницы в севообороте по кукурузе запасы продуктивной влаги перед посевом в слое почвы 0…25 см были выше на 2,4…3,0 мм, в слое 0…40 см – на 6,0…7,0 мм, в метровом слое – на 4,3…7,1 мм, в сравнении с размещением ее после сахарной свеклы. Это обеспечивало лучший азотный режим под яровой пшеницей. Запасы нитратного азота в слое почвы 0…40 см перед посевом яровой пшеницы, высеваемой после кукурузы, были на 1,8…2,3 кг/га выше, чем после сахарной свеклы. Размещение яровой пшеницы в севообороте после кукурузы на силос способствовало повышению урожайности на 0,20…0,24 т/га, увеличению содержания сырой клейковины в зерне на 0,5…0,6 %, в сравнении с возделыванием ее после сахарной свеклы.

Ключевые слова: *чернозем типичный, яровая пшеница, предшественники, кукуруза, сахарная свекла, продуктивная влага, нитратный азот, засоренность, урожайность.*

Для цитирования: *Агротехнологическая оценка возделывания яровой пшеницы по различным предшественникам в условиях Курской области / В. И. Лазарев, Р. И. Лазарева, Б. С. Ильин и др. // Земледелие. 2019. № 5. С. 25–27. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10506.*

Обострившиеся в последние годы экономические и экологические проблемы современного растениеводства требуют значительных изменений применяемых технологий в сторону биологизации и ресурсосбережения при обеспечении рентабельности сельскохозяйственного производства [1]. Яровую пшеницу в Курской области в последнее десятилетие высевают на площади 50,7…57,9 тыс. га, что составляет 4,8…5,9 % площади посева зерновых культур. Урожайность яровой пшеницы подвержена значительным колебаниям по годам (от 2,10 т/га в 2011 г. до 4,71 т/га в 2017 г.) и зависит от предшественника, уровня удобренности, метеорологических условий года и других факторов, то есть потенциальные возможности этой ценной зерновой культуры используются далеко не полностью [2].

Формирование высоких и стабильных урожаев яровой пшеницы возможно лишь при широком распространении современных агротехнологий ее возделывания, представляющих собой набор приемов по управлению продукционным процессом с целью достижения планируемой урожайности и качества продукции при обеспечении экологической безопасности и экономической эффективности [3].

Важный агротехнологический прием, обеспечивающий формирование высоких урожаев качественного зерна яровой пшеницы – размещение по хорошим предшественникам [4, 5]. Поэтому комплексная агроэкологическая оценка основных предшественников яровой пшеницы, используемых в почвенно-климатических условиях Курской области, имеет важное теоретическое и практическое значение [6, 7].

Цель исследования – разработать научно-обоснованные параметры размещения яровой пшеницы в севообороте, дать комплексную оценку эффективности использования ее основных предшественников в условиях черноземных почв Курской области.

Исследования проводили в 1972–2017 гг. в многолетнем стационарном полевом опыте лаборатории технологий возделывания полевых культур и экологической оценки земель ФГБНУ «Курский ФАНЦ» в течение десяти ротаций пятипольных севооборотов.

Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов:

предшественник (фактор А) – сахарная свекла в севообороте горохо-овсяная смесь – озимая пшеница – сахарная свекла – яровая пшеница – сахарная свекла; кукуруза на силос в севообороте кукуруза – озимая пшеница – сахарная свекла – кукуруза – яровая пшеница;

уровень удобренности (фактор В) – без удобрений; последействие удобрений, применяемых в других полях севооборотов (за 10 ротаций в среднем на 1 га севооборотной площади внесено по 4 т/га навоза и соответственно $N_{42}P_{54}K_{54}$ и $N_{40}P_{50}K_{50}$).

Севообороты в первых пяти ротациях (1972–1982 гг.) были развернуты во времени и пространстве, в 6…10 ротациях – только во времени. Повторность в опыте 3-кратная. Расположение делянок систематическое, общая площадь опытной делянки – 370 м^2 (7,4 × 50 м), учетная – 200 м^2 (4 × 50 м). Норма высева 5 млн всхожих зерен на 1 га.

Почва опытного участка представлена черноземом типичным мощным тяжелосуглинистым. Содержание гумуса в пахотном слое – 6,0…6,2 %, подвижного фосфора (по Чирикову) – 101…145, обменного калия (по Масловой) – 168…190 мг/кг почвы. Реакция почвенной среды нейтральная (pH 6,8…7,0). Экспериментальные данных обрабатывали методом дисперсионного анализа [8].

Продуктивность яровой пшеницы в условиях Курской области подвержена значительным колебаниям по годам. Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что урожайность культуры в севообороте по сахарной свекле на неудобренном фоне ва-

1. Запасы продуктивной влаги в почве перед посевом яровой пшеницы в зависимости от предшественника и уровня удобренности

Предшественник	Фон минерального питания	Горизонт, см	Запасы влаги, мм	Прибавка, мм	
				от удобрений	от предшественника
Кукуруза	без удобрений	0…25	31,6	–	–
		0…40	51,1	–	–
		0…100	121,9	–	–
	последействие удобрений	0…25	36,5	+4,9	–
		0…40	56,9	+5,8	–
		0…100	127,4	+5,5	–
Сахарная свекла	без удобрений	0…25	23,6	–	-8,0
		0…40	43,8	–	-7,3
		0…100	117,6	–	-4,3
	последействие удобрений	0…25	26,6	+3,0	-9,9
		0…40	48,0	+4,2	-8,9
		0…100	120,3	+2,7	-7,1

рьировала от 1,11 до 3,88 т/га, а при размещении по кукурузе на силос – от 1,09 до 4,02 т/га. Внесение минеральных удобрений не стало фактором, стабилизирующим урожайность. В удобренных вариантах при возделывании по сахарной свекле она изменялась от 1,72 до 4,55 т/га, а по кукурузе на силос – от 1,74 до 4,75 т/га.

Яровую пшеницу в севообороте следует размещать по хорошим предшественникам, так как она требовательна к плодородию почвы, особенно в первые периоды роста и развития. Это связано со слабой усвояющей способностью корневой системы растений и относительно коротким периодом вегетации. В соответствии с системой земледелия Курской области лучшими предшественниками для яровой пшеницы служат пропашные культуры – кукуруза, сахарная свекла, картофель, кормовые корнеплоды, оставляющие после себя поля чистые от сорняков, хорошо заправленные органическими и минеральными удобрениями. Многолетняя комплексная агротехнологическая оценка основных предшественников яровой пшеницы, проводимая в стационарном опыте, показала, что лучший для нее предшественник в условиях Курской области – кукуруза на силос. Эта культура в качестве предшественника обеспечивала лучший водный режим в период вегетации яровой пшеницы. Так, запасы продуктивной влаги в слое почвы 0…25 см перед посевом яровой пшеницы после кукурузы были выше на 2,4…3,0 мм, а в слое 0…40 см на 6,0…7,0 мм, в сравнении с размещением ее по сахарной свекле (табл. 1).

В варианте с внесением удобрений запасы продуктивной влаги перед посевом яровой пшеницы были выше, чем на не удобренном фоне: по кукурузе – на 4,9 мм в слое почвы 0…25 см и на 5,8 мм в слое почвы 0…40 см, по сахарной свекле – на 3,0 и 4,2 мм, соответственно.

В метровом слое почвы после сахарной свеклы они составили 117,6…120,3 мм, или на 4,3…7,1 мм ниже, чем после кукурузы, то есть сахарная свекла иссушала почву сильнее и на большую глубину.

Повышенная обеспеченность почвы продуктивной влагой после кукурузы способствовала лучшему накоплению нитратного азота. Так, его запасы в слое почвы 0…40 см перед посевом яровой пшеницы после кукурузы на силос на неудобренном фоне составили 15,5 кг/га, на удобренном – 24,4 кг/га, или на 1,8..2,3 кг/га выше, чем в соответствующих вариантах после сахарной свеклы (табл. 2).

2. Динамика запасов нитратного азота в слое почвы 0…40 см (среднее за 1972–2017 гг.) и засоренность посевов (среднее за 1997, 2002, 2007, 2012, 2017 гг.) в зависимости от предшественника яровой пшеницы и уровня удобренности

Предшественник	Фон минерального питания	Запасы нитратного азота, кг/га			Засоренность посевов			
					кущение		колошение	
		перед посевом	в фазе колошения	перед уборкой	шт./м^2	г/м^2	шт./м^2	г/м^2
Кукуруза	без удобрений	15,5	94,7	10,8	51,7	37,8	65,4	48,2
	последействие удобрений	24,4	112,8	11,2	54,6	38,5	73,3	98,6
Сахарная свекла	без удобрений	13,7	91,9	10,1	58,8	41,2	73,6	57,5
	последействие удобрений	22,1	110,2	9,9	61,5	50,7	82,1	99,4

На урожайность яровой пшеницы существенное влияние оказывали такие факторы как предшественник, уровень удобренности и погодные условия. Дисперсионный анализ общего массива данных показал, что она на 53 % определялась воздействием сложившихся погодных условий, на 17 % влиянием уровня удобренности, на 12 % размещением в севообороте.

Влияние взаимодействия факторов на варьирование урожайности было незначительным. Так, эффект от взаимодействия погодных условий и удобрений, или погодных условий и севооборота составил по 2 %. Взаимодействие факторов «севооборот» и «удобрение» не оказывало существенного влияния.

В фазе колошения яровой пшеницы запасы нитратного азота в слое почвы 0…40 см повышались до 91,9…94,7 кг/га на неудобренном фоне и 110,2…112,8 кг/га на удобренном. При этом разница между предшественниками сохранялась. Ко времени уборки яровой пшеницы запасы нитратного азота в слое почвы 0…40 см были минимальными (9,9…11,2 кг/га), различий по вариантам опыта практически не наблюдалось.

Самую низкую засоренность посевов во все годы наблюдений отмечали при возделывании яровой пшеницы по

3. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от предшественника и уровня удобренности (среднее за 1972–2017 гг.)

Предшественник (фактор А)	Фон минерального питания (фактор В)	Урожайность, т/га	Содержание сырой клейковины, %	ИДК	Растяжимость, см
Кукуруза	без удобрений	2,77	24,3	82	19
	последействие удобрений	3,32	25,5	83	20
	среднее	3,04			
Сахарная свекла	без удобрений	2,57	23,8	79	18
	последействие удобрений	3,08	24,9	81	19
	среднее	2,82			
Среднее	без удобрений	2,67			
	последействие удобрений	3,20			
	среднее	2,94			
$НСР_{05}$ по фактору А		0,17			
$НСР_{05}$ по фактору В		0,22			

кукурузе. Количество сорных растений в фазе кущения яровой пшеницы в этом варианте составило 51,7 шт./м^2 на неудобренном и 54,6 шт./м^2 на удобренном фоне. При размещении яровой пшеницы по сахарной свекле величина этого показателя повышалась соответственно на 7,1 и 6,9 шт./м^2. Аналогичная закономерность сохранялась и в фазе колошения яровой пшеницы.

Лучший водный и азотный режимы почвы, а также меньшая засоренность посевов, складывавшиеся после кукурузы, способствовали формированию более высокой урожайности яровой пшеницы (табл. 3).

В среднем за 10 ротаций 5-польных севооборотов (1972–2017 гг.) сбор зерна яровой пшеницы, высеваемой по кукурузе, была на 0,20...0,24 т/га выше, чем по сахарной свекле.

Эффективность минеральных удобрений в посевах яровой пшеницы, возделываемой по кукурузе и сахарной свекле, была практически равной – прибавки от их внесения составили 0,51...0,55 т/га.

В среднем за 18 лет содержание сырой клейковины в зерне яровой пшеницы, высеваемой после кукурузы, было на 0,5...0,6 %, выше, чем при возделывании ее после сахарной свеклы.

Таким образом, среди изученных лучший предшественник яровой пшеницы, обеспечивающий оптимальные условия для ее роста и развития в Курской области – кукуруза на силос. В севообороте после этого предшественника запасы продуктивной влаги перед посевом в слое почвы 0...40 см были выше на 6,0...7,0 мм, нитратного азота – на 1,8...2,3 кг/га, засоренность посевов ниже на 6,9...7,1 шт./м^2, чем после сахарной свеклы. Возделывание яровой пшеницы по кукурузе на силос повышало урожайность на 0,20...0,24 т/га, увеличивало содержание сырой клейковины в зерне на 0,5...0,6 %, в сравнении с размещением ее после сахарной свеклы.

Литература.

1. Кирюшин В. И., Кирюшин С. В. Агротехнологии. СПб.: Лань, 2015. 463 с.

2. Айдиев А. Я., Лазарев В. И., Котельникова М. Н. Совершенствование технологий возделывания озимой пшеницы в условиях Курской области // Земледелие. 2017. № 1. С.37–39.

3. Технологии XXI века в агропромышленном комплексе России. М.: Россельхозакадемия, 2011. 328 с.

4. Листопадов И. Н. Севооборот: состояние, перспективы восстановления // Земледелие. 2008. № 8. С. 3–6.

5. Тулаев Ю. В.,Тулькубаева С. А., Васин В. Г. Возделывание яровой пшеницы в плодосменном севообороте по нулевой технологии // Земледелие. 2019. № 3. С.24–26.

6. Иванов А. Л., ЗавалинА. А. Приоритеты научного земледелия // Земледелие. 2010. № 7. С.3–6.

7. Милащенко Н. З., Трушкин С. В. К проблеме освоения инновационных технологий // Плодородие. 2011. № 3. С.50–52.

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

Agrotechnological Evaluation of Spring Wheat Cultivation after Various Forecrops under Conditions of the Kursk Region

V. I. Lazarev, R. I. Lazareva, B. S. Ilyin, T. V. Gavrilova
Kursk Federal Agrarian Scientific Center, ul. Karla Marksa, 70 b, Kursk, 305021, Russian Federation

Abstract. *The results of long-term stationary experiments on the integrated assessment of the main forecrops of spring wheat used under the soil and climatic conditions of the Kursk region are presented. It was established that the productivity of spring wheat on chernozem soils of the region significantly fluctuated over the years: from 1.72 to 4.55 t/ha when it was placed after sugar beets and from 1.74 to 4.75 t/ha when it was sown after corn for silage. The yield of spring wheat in the experiments was determined by the influence of the prevailing weather conditions by 53%, by the level of fertility – by 17%, and by the forecrop – by 12%. The results indicate that the best forecrop for spring wheat, providing optimal conditions for its growth and development, is corn for silage. When spring wheat was placed in the crop rotation after corn, the reserves of productive moisture before sowing in the soil layer of 0–25 cm were higher by 2.4–3.0 mm, in the layer of 0–40 cm – by 6.0–7.0 mm, in the meter layer – by 4.3–7.1 mm, than in the case of sugar beet as the forecrop. Higher reserves of productive moisture in the soil after corn provided the best nitrogen regime under spring wheat. The nitrate nitrogen reserve in the soil layer of 0–40 cm before sowing spring wheat after corn was 1.8–2.3 kg/ha higher than after sugar beet. The sowing of spring wheat in crop rotation after corn for silage contributed to an increase in the yield by 0.20–0.24 t/ha, an increase in the content of raw gluten in the grain by 0.5–0.6%, compared to its cultivation after sugar beet.*

Keywords: *typical chernozem; spring wheat; forecrops; corn; sugar beet; productive moisture; nitrate nitrogen; infestation; yield.*

Author Details: *V. I. Lazarev, D. Sc. (Agr.), Deputy Director (e-mail: vla190353@yandex.ru); R. I. Lazareva, senior research fellow; B. S. Ilyin, senior research fellow; T. V. Gavrilova, junior research fellow.*

For citation: *Lazarev V. I., Lazareva R. I., Ilyin B. S., Gavrilova T. V. Agrotechnological Evaluation of Spring Wheat Cultivation after Various Forecrops under Conditions of the Kursk Region. Zemledelie. 2019. No. 5. Pp. 25–27 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10506.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10507
УДК 006.052:006.013

Подтверждение достоверности результатов оценки химического состава зерновых культур

Г. А. СТУПАКОВА, кандидат биологических наук, зав. лабораторией (e-mail: vniia@list.ru)
С. А. ДЕНЬГИНА, старший научный сотрудник
В.М. ИВАНОВА, ведущий специалист
Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д. Н. Прянишникова, ул. Прянишникова, 31а, Москва, 127550, Российская Федерация

Цель исследования – разработка стандартных образцов зерновых культур и анализ возможности эффективного применения их в качестве средств метрологического обеспечения аналитических работ при испытаниях на показатели качества и токсикологического загрязнения. Разработаны матричные и модельные стандартные образцы зерновых культур, аттестованные на показатели питательной ценности и токсикологического загрязнения для метрологического сопровождения аналитических работ в целях идентификации и подтверждения соответствия зерновой продукции требованиям технических регламентов. Проведен сравнительный анализ основных методов определения азота (белка) в зерновых культурах, используемых в лабораториях АПК. В разработанных стандартных образцах массовая доля азота определена с использованием метода Кьельдаля как эталонного для определения содержания белка в пищевых продуктах. Разработана методика по изготовлению стандартных образцов зерна пшеницы и ржи, загрязненных свинцом (0,77...3,30 мг/кг) и кадмием (0,33...1,34 мг/кг) в концентрациях, превышающих фоновый уровень. Метод включает замачивание зерна в водных растворах солей свинца и кадмия расчетных концентраций в течение 24 часов с последующим высушиванием, размолом и усреднением образцов. В подготовленных по методике стандартных образцах определены метрологические характеристики, проведена аттестация в 48 аккредитованных лабораториях АПК на показатели токсикологического загрязнения. Проведен анализ степени обеспеченности стандартными образцами, разработанными ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», основных методов испытаний зерновых культур, при-

меняемых в лабораториях АПК. Показана необходимость использования стандартных образцов, как средства метрологического обеспечения при управлении качеством результатов исследования химического состава зерновых культур.

Ключевые слова: *стандартный образец, белок, методика измерений, аттестованные значения, метрологическое обеспечение, технический регламент.*

Для цитирования: *Ступакова Г.А., Деньгина С.А., Иванова В.М. Подтверждение достоверности результатов оценки химического состава зерновых культур // Земледелие. 2019. № 5. С. 27–30. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10507.*

Ценность зерна злаковых культур определяет его качество и химический состав, которые учитывают на всех этапах работы: при выведении новых сортов, разработке приемов агротехники, хранении, обработке и переработке [1, 2, 3].

Один из основных показателей, определяющих качество и пищевую ценность зерна, содержание азота или белка (последнее определяется умножением количества азота на соответствующий коэффициент). Уровень содержания азота в растениях зависит от множества факторов: климатических и погодных условий, сортовой принадлежности, а также в большой степени от своевременности и эффективности проведенных агротехнических мероприятий [4]. Содержание белка в пшенице – ключевой показатель, который влияет на класс зерна, показатель мукомольных и хлебопекарных свойств пшеницы. Массовую долю азота в различных зерновых культурах определяют стандартизованными методами: Кьельдаля, Дюма и спектроскопии в ближней инфракрасной области [5, 6, 7]. Наиболее распространённый классический метод в соответствии с международными стандартами в пищевой и комбикормовой промышленности – метод Кьельдаля. Он широко используется в лабораториях АПК, однако в последние годы все чаще стал применяться метод Дюма, как более быстрый, не предусматривающий использования опасных химических веществ. Хотя принципы этих двух методов различны, оба они предназначены для измерения содержания азота в продукции растениеводства. Метод Дюма и метод Кьельдаля не делают различий между протеиновым и не протеиновым азотом. В большинстве случаев результаты, полученные методом Дюма, точнее, чем при использовании метода Кьельдаля. Это происходит потому, что методом Дюма можно измерить содержание почти всего непротеинового азота, тогда как методом Кьельдаля только его часть [7]. Методы Дюма и Кьельдаля приводят к различным результатам в зависимости от содержания небелкового азота в анализируемом образце и от того, в какой степени он будет восстановлен при их использовании. Также важно знать о таких различиях при разработке и утверждении калибровок для ИК-спектрометрии [8]. Чтобы избежать торговых конфликтов, Европейская Комиссия подтвердила метод Кьельдаля основным для официального контроля (Постановление Комиссии (ЕС) № 152/2009).

Метод Дюма, так же, как и метод Кьельдаля, не отражает содержания истинного белка, поскольку регистрирует небелковый азот, и для разных белков необходимы различные поправочные коэффициенты. Согласованный коэффициент пересчета содержания азота в анализируемом продукте на белок для пшеницы, ржи, ячменя и молотых продуктов из них равен 5,7, для других продуктов, подпадающих под действие стандарта ГОСТ Р 54390 (метод Дюма) – 6,25. В соответствии с ГОСТ 10846 (метод Кьельдаля) коэффициенты пересчета содержания азота на белок составляют: 5,7 – для пшеницы, овса и продуктов их переработки; 5,6 – для ржи и продуктов ее переработки; 6,0 – для риса и продуктов его переработки; 6,25 – для бобовых культур, продуктов их переработки и пивоваренного ячменя.

Задача аналитика состоит в умении правильно оценить достоверность результатов, получаемых разными методами, и выбрать метод, удовлетворяющий заданной точности и времени, за которое необходимо выполнить этот анализ.

Обеспечение точности результатов аналитических исследований при всем многообразии зерновых культур, определяемых показателей и применяемых методов возможно при использовании стандартных образцов (СО).

Цель исследования – разработка стандартных образцов зерновых культур и анализ возможности эффективного применения их в качестве средств метрологического обеспечения аналитических работ при испытаниях на показатели качества и токсикологического загрязнения.

Матрица СО была выбрана с учетом селективности аналитического метода к матричному эффекту и должна иметь состав, близкий по химическим и/или физическим (в зависимости от вида анализа) свойствам к материалу в анализируемой пробе [9].

В качестве матрицы при изготовлении стандартных образцов зерновых культур использовали следующие сорта: овес яровой Отрада; озимая пшеница Московская 56 и Скипетр; ячмень яровой Нур; озимая рожь Саратовская 5; соя Белгородская 6; кукуруза Пионер; чечевица Пардина коричневая; горох Ранний Грибовский 11. Содержание азота в этих культурах определяли методом Кьельдаля [5].

Для контроля загрязненной зерновой продукции была поставлена задача создать СО, содержащие токсичные элементы на уровне и выше ПДК, установленных требованиями технического регламента Таможенного союза (ТР ТС) 015/2011 «О безопасности зерна». Для этого была разработана методика внесения в материал СО солей свинца и кадмия как наиболее распространенных загрязнителей. В качестве матрицы СО использовали зерновые культуры (пшеница, рожь) как наиболее типичные объекты испытаний лабораторий АПК. Суть методики состоит в замачивании небольших партий зерна (до 1 кг) в водных растворах солей свинца и кадмия в течение суток для полной экстракции с последующим высушиванием при температуре 105 °С до воздушно-сухого состояния. Для замачивания зерна пшеницы использовали рабочий раствор с концентрацией свинца – 1,5 мг/дм^3, кадмия – 1,0 мг/дм^3, зерна ржи – 0,4 и 0,3 мг/дм^3 соответственно.

Высушенное зерно с внесенными металлами измельчали на лабораторной мельнице, пропускали через сито с диаметром отверстий 1 мм, затем усредняли путем тщательного перемешивания для обеспечения равномерности распределения исследуемых элементов во всем объеме образца. Полученные образцы исследовали на однородность и стабильность во времени содержания токсичных элементов. Метрологические характеристики СО определяли с учетом положений ГОСТ ISO Guide 35-2015 и РМГ 93-2015.

Определение массовой доли свинца и кадмия осуществляли атомно-абсорбционным методом в соответствии с ГОСТ 30178-96 на основе межлабораторного эксперимента, в атте-

1. Аттестованные значения массовой доли азота*
в матричных стандартных образцах

Индекс СО	Материал СО	Аттестованное значение, %	Погрешность аттестованного значения, %
10-228	овес	1,99	0,05
10-229	рожь	1,64	0,02
10-211	ячмень	2,06	0,02
10-222	пшеница	2,54	0,06
10-216	пшеница	2,06	0,10
10-227	соя	5,84	0,05
10-204	кукуруза	1,42	0,01
10-206	чечевица	4,07	0,01
10-231	горох	3,80	0,02

** в расчете на абсолютно-сухое вещество*

2. Аттестованные значения показателей качества пшеницы

Индекс СО	Показатель	Аттестованное значение	Погрешность аттестованного значения
10-222	сырая клейковина, %	25,0	0,2
	качество клейковины, ед. ИДК	60	1
10-216	сырая клейковина, %	20,0	0,3
	качество клейковины, ед. ИДК	58	2

стационных анализах участвовали 48 аккредитованных лабораторий АПК.

В результате исследований были разработаны матричные и модельные стандартные образцы зерновых культур, аттестованные на показатели питательной ценности и токсикологического загрязнения для метрологического сопровождения аналитических работ. Массовую долю азота в образцах (табл. 1) определяли методом Кьельдаля как эталонным для белка в пищевых продуктах.

3. Аттестованные значения токсичных элементов* в матричных стандартных образцах

Индекс СО	Материал СО	Показатель	Аттестованное значение, млн$^{-1}$	Погрешность аттестованного значения, млн$^{-1}$
10-228	овес	свинец	0,420	0,030
		кадмий	0,067	0,003
		мышьяк	0,021	0,001
10-229	рожь	свинец	0,400	0,010
		кадмий	0,034	0,001
		мышьяк	0,022	0,001
10-211	ячмень	свинец	0,450	0,010
		кадмий	0,062	0,001
		мышьяк	0,023	0,001
10-222	пшеница	свинец	0,320	0,004
		кадмий	0,072	0,001
		мышьяк	0,022	0,001
10-227	соя	свинец	0,520	0,020
		кадмий	0,116	0,008
		мышьяк	0,021	0,001
10-204	кукуруза	свинец	0,250	0,020
		кадмий	0,032	0,002
10-206	чечевица	свинец	0,500	0,010
		кадмий	0,012	0,001
		мышьяк	0,021	0,001
10-231	горох	свинец	0,690	0,010
		кадмий	0,084	0,001
		мышьяк	0,021	0,001

** в расчете на абсолютно-сухое вещество*

Разработанные матричные стандартные образцы могут быть использованы для контроля погрешности методики, включая все стадии анализа (минерализацию, дистилляцию, титрование), а также при определении содержания белка методом спектроскопии в ближней инфракрасной области, поскольку в этом случае чаще всего приборы калибруют по образцам зерна с известным содержанием белка, определяемым по методу Кьельдаля.

Оперативный контроль процедуры определения показателей качества зерновых культур осуществляет исполнитель анализа с целью проверки готовности лаборатории к проведению анализа рабочих проб или оперативной оценки качества результатов анализа каждой серии рабочих проб, полученных совместно с результатами контрольных измерений. При использовании СО точность результатов анализа считается удовлетворительной, если фактическое расхождение между результатом измерения и аттестованным значением образца для контроля не превышает норматив контроля. Например, при измерении содержания азота по ГОСТ 13496.4 в зерновых на кормовые цели норматив контроля (К) рассчитывают по формуле: $K = 0{,}06 + 0{,}033\ X_{ат.}$, где $X_{ат.}$ – аттестованное значение массовой доли азота. Норматив контроля – интервальная оценка показателя точности результатов анализа, соответствующая аттестованному значению СО.

4. Метрологические характеристики модельных стандартных образцов состава зерна пшеницы и ржи

Наименование СО	Показатель	Аттестованное значение, мг/кг*	Погрешность аттестованного значения, мг/кг	ПДУ, мг/кг (не более)	
				зерно кормовое	зерно пищевое
Зерно пшеницы ЗПМ-01	свинец	3,30	0,24	5,0	0,5
Зерно ржи ЗР-3		0,77	0,03		
Зерно пшеницы ЗПМ-01	кадмий	1,34	0,08	0,5	0,1
Зерно ржи ЗР-3		0,333	0,024		

** в расчете на абсолютно-сухое вещество*

СО зерна пшеницы могут быть использованы в качестве средств метрологического обеспечения метода определения количества клейковины [10], предусматривающего отмывание ее вручную или при помощи механизированных средств, и метода определения качества клейковины, основанного на измерении ее упруго-эластичных свойств (табл. 2).

Разработанные СО зерновых культур были также аттестованы по содержанию токсичных элементов (табл. 3) в целях обеспечения методик измерений, приведенных в перечне стандартов, содержащих методы исследований (испытаний), необходимых для применения и исполнения требований технического регламента Таможенного союза «О безопасности зерна» ТР ТС 015/2011 и осуществления подтверждения соответствия продукции.

Для контроля и подтверждения достоверности испытаний загрязненной зерновой продукции разработаны модельные стандартные образцы состава зерна пшеницы и ржи с высоким уровнем содержания свинца и кадмия (табл. 4). Их могут использовать лаборатории, осуществляющие контроль за загрязнением растениеводческой продукции в рамках агроэкологического мониторинга или проводящие испытания зерновых культур на соответствие требованиям ТР ТС 015/2011.

Задача лаборатории АПК состоит не только в получении результатов исследо-

5. Обеспеченность стандартными образцами методов испытаний зерновых культур

Показатель	Метод испытания	Диапазон аттестованных характеристик
Азот, %	титриметрический (метод Кьельдаля)	1,4...6,0
Кальций, %	комплексонометрический	0,05...0,5
Фосфор, %	фотометрический	0,2...1,0
Калий, %	пламенно-фотометрический	0,3...2,5
Сахар, %	фотометрический	3,0...15,0
Крахмал, %	фотометрический	3,0...60,0
Цинк, млн$^{-1}$	атомно-абсорбционный	20,0...70,0
Медь, млн$^{-1}$	атомно-абсорбционный	2,0...15,0
Железо, млн$^{-1}$	атомно-абсорбционный	30,0...100,0
Свинец, млн$^{-1}$	атомно-абсорбционный	0,3...3,5
Кадмий, млн$^{-1}$	атомно-абсорбционный	0,02...1,50
Мышьяк, млн$^{-1}$	атомно-абсорбционный колориметрический	0,010...0,025

ваний, но и в подтверждении достоверности аналитической информации. Ошибки могут зависеть от типа применяемого оборудования, особенностей выбранной методики, квалификации аналитика, качества реактивов, условий проведения испытаний. Мониторинг обеспеченности стандартными образцами методик измерений основных параметров оценки качества зерна показал (табл. 5), что СО, разработанные ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», позволяют оценивать точность результатов анализа при использовании наиболее распространенных методов определения показателей качества и безопасности зерновых культур.

Таким образом, разработаны матричные и модельные стандартные образцы зерновых культур, аттестованные на показатели питательной ценности и токсикологического загрязнения для метрологического сопровождения аналитических работ. Их применение – одно из условий обеспечения необходимой точности результатов текущего анализа, экспериментального подтверждения силами самой лаборатории своей технической компетентности, а также обеспечение доверия к результатам анализа как внутри лаборатории, так и организации, в составе которой работает лаборатория.

Литература.

1. Боровик А. Н. Изучение посевов сортосмесей озимой пшеницы // Земледелие. 2014. № 3. С. 12–14.
2. Завалин А. А. Научно обоснованные агротехнологии – основа успеха // Земледелие. 2014. № 3. С. 30–32.
3. Жученко А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. М.: Агроресурс, 2004. 1110 с.
4. Байкалова Л. П., Долгова О. А. Корреляционная зависимость содержания белка в зерне овса различных сортов от биологических и экологических факторов // Кормопроизводство. 2018. № 8. С. 30–35.
5. ГОСТ 10846-91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. Издание официальное. М.: Стандартинформ, 2009. 28 с.
6. ГОСТ 13496.4-93 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. Издание официальное. М.: Стандартинформ, 2011. 15 с.
7. ГОСТ Р 54390-2011 Продукты пищевые. Определение общего содержания азота путем сжигания по методу Дюма и расчет содержания белка. Часть 2. Зерновые, бобовые и молотые зерновые продукты. Издание официальное. М.: Стандартинформ, 2013. 20 с.
8. ГОСТ 32040-2012 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира и влаги с применением спектроскопии в ближней инфракрасной области. Издание официальное. М.: Стандартинформ, 2014. 9 с.
9. Применение стандартных образцов, как средства метрологического обеспечения при агроэкологической оценке земель и качества растениеводческой продукции / Г. А. Ступакова, Е. Э. Игнатьева, С. А. Деньгина и др. // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т.32. № 11. С. 18–20.
10. ГОСТ Р 54478-2011 Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. Издание официальное. М.: Стандартинформ, 2012. 20 с.

Confirmation of Results' Reliability of Assessment of Cereals' Chemical Composition

G.A. Stupakova, S.A. Den'gina, V.M. Ivanova
D. N. Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry, ul. Pryanishnikova, 31a, Moskva, 127550, Russian Federation

Abstract. *The purpose of the study was the development of standard samples of grain crops and the analysis of the possibility of their effective use as a means of metrological support of analytical work when testing them for quality indicators and toxicological contamination. Matrix and model standard samples of grain crops certified for nutritional and toxicological indicators for metrological support of analytical works were developed in order to identify and confirm compliance of grain products with the requirements of technical regulations. A comparative analysis of the main methods for the determination of nitrogen (protein) in cereals used in the laboratories of the agro-industrial complex was carried out. In the standard samples developed, the mass fraction of nitrogen was determined using the Kjeldahl's method, as a reference method for determining the protein content in food products. A method was developed for the manufacture of standard samples of wheat and rye grain contaminated with lead (0.77–3.30 mg/kg) and cadmium (0.33–1.34 mg/kg) in concentrations exceeding the background level. The method involves soaking grains in aqueous solutions of lead and cadmium salts at calculated concentrations for 24 hours, followed by drying, grinding, and averaging the samples. In the standard samples prepared according to the methodology, the metrological characteristics were determined; certification was carried out in 48 accredited laboratories of the agro-industrial complex for toxicological contamination indicators. The provision of the main methods of testing crops used in the laboratories of the agro-industrial complex with standard samples developed by the All-Russian Research Institute of Agrochemistry was analyzed. The necessity of using standard samples as a means of metrological support in managing the quality of the results of the chemical composition determination of grain crops was shown.*

Keywords: *reference material; protein; measurement procedure; certified values; metrological support; technical regulations.*

Author Details: *G.A. Stupakova, Cand. Sc (Biol.), head of laboratory (e-mail: vniia@list.ru); S.A. Den'gina, senior research fellow; V.M. Ivanova, leading specialist.*

For citation: *Stupakova G.A., Den'gina S.A., Ivanova V.M. Confirmation of Results' Reliability of Assessment of Cereals' Chemical Composition. Zemledelie. 2019. No. 5. Pp. 27–30 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10507.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10508
УДК 635.21: 635.95

Экологическая адаптивность перспективных сортов картофеля отечественной селекции и экономическая оценка их возделывания

С. В. ЖЕВОРА, кандидат сельскохозяйственных наук, директор (e-mail: zhevoraserg@yandex.ru)
Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства им. А. Г. Лорха, ул. Лорха, 23, пос. Красково, Люберецкий р-н, Московская обл., 140051, Российская Федерация

Цель исследования – экологическое сортоиспытание лучших перспективных сортов картофеля различного целевого назначения. Работу проводили в 2015–2017 гг. в 3-х географических точках – ООО «Ягудин Н.В.» Коломенского района Московской области, КФХ «Надеин Сергей Николаевич» Приморского района Архангельской области, ООО «Агрофирма Краснохолмская» Илекского района Оренбургской области. Дозы удобрений во всех 3-х географических точках одинаковые – $N_{90}P_{90}K_{135}$ д. в. (563 кг/га нитроаммофоска и 140 кг/га калимагнезия). Объект исследований – 15 сортов картофеля отечественной селекции: ранние – Удача, Крепыш, Любава, Ломоносовский, Чароит; среднеранние – Арлекин, Кортни, Бабушка, Памяти Рогачева, Браво; среднеспелые – Колобок, Накра, Гусар, Фрителла, Югана. В условиях Архангельской области на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве наибольшая потенциальная урожайность (36,3…38,3 т/га, товарность 78…82 %) формировалась у ранних и среднеранних сортов картофеля, сорта из среднеспелой группы вследствие ограниченности температурных ресурсов не смогли полностью раскрыть свой потенциал. В условиях северных территорий наибольший условно-чистый доход (388,5…397,1 тыс. руб./га) и уровень рентабельности (234,1…236,2 %) отмечены при выращивании среднеранних сортов Арлекин, Браво и Кортни. В Московской области на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве урожайность и товарность картофеля составили 38,0…48,0 т/га и 89…95 % соответственно. Максимальные в опыте условно-чистый доход (568,1…613,1 тыс. руб./га) и рентабельность

(337,9…364,7 %) отмечены от возделывания среднеранних сортов Арлекин, Браво, Кортни, Памяти Рогачева и среднеспелого Колобок. В условиях Оренбургской области на черноземе южном остаточно-луговатом слабогумусированном средне-мощном среднесуглинистом при относительно низкой урожайности и товарности (21,7…29,3 т/га и 78…82 %) из-за дефицита осадков практически все изучавшиеся сорта характеризовались высокими биохимическими и потребительскими показателями, при одновременно высокой лежкости (более 95 %) и возможности их использования для переработки на все виды картофелепродуктов.

***Ключевые слова**: картофель (Solanum tuberosum L.), сорта, экологическая и экономическая оценка, адаптивная способность.*

***Для цитирования**: Жевора С. В. Эколого-географическая, экономическая оценка и адаптивная способность перспективных сортов картофеля отечественной селекции // Земледелие. 2019. № 5. С. 30–35. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10508.*

Среднегодовой объем производства картофеля в России составляет 28…30 млн т. Среднее его потребление картофеля на душу населения оценивается на уровне 100…110 кг [1]. При выведении нового сорта картофеля селекционер руководствуется следующими основными требованиями – он должен быть вкусным, урожайным, не поражаться основными грибными болезнями и хорошо храниться [2]. При этом, важное значение имеет также форма и размер клубней, глубина глазков, цвет кожуры и мякоти, отсутствие склонности к вторичному росту (израстанию), образованию ростовых трещин, дуплистости, потемнению мякоти и другим внутренним дефектам, возникающим в клубнях вследствие всевозможных механических и физиологических воздействий на них. Весь комплекс этих показателей во многом определяет потребительские качества столового картофеля и обычно обусловливает популярность сорта и спрос на него на внутреннем рынке продовольственного картофеля. В последние годы растет доля картофеля, используемого на промышленную переработку, и в связи с этим требования к продукции меняются [1, 3].

Селекция исключительно важна, так как существующие сорта картофеля в течение нескольких лет теряют устойчивость к заболеваниям, из-за того, что появляются новые расы (штаммы) грибов и вирусов, изменяется вредоносность вредителей. В связи с этим на базе Всероссийского института картофельного хозяйства им. А. Г. Лорха [4] и в различных регионах России [5] в последние годы проводят экологические испытания перспективных сортов картофеля по показателям продуктивности, способности к хранению и пригодности к переработке.

Цель исследований – экологическое сортоиспытание лучших перспективных сортов картофеля различного целевого назначения.

Работу выполняли в 2015–2017 гг. в Центральном и Южно-Уральском регионах. Материалом для исследования служили 15 сортов картофеля отечественной селекции разных групп спелости: ранние – Удача (st.), Крепыш, Любава, Ломоносовский, Чароит; среднеранние – Арлекин, Кортни, Бабушка, Памяти Рогачева, Браво; среднеспелые – Колобок, Накра, Гусар, Фрителла, Югана.

Наблюдения осуществляли в 3-х точках – Московская область ООО «Ягудин Н.В.», Архангельская область КФХ «Надеин Сергей Николаевич», Оренбургская область ООО «Агрофирма Краснохолмская». Агротехника – согласно зональным рекомендациям. Почва опытного участка в Архангельской области – дерново-подзолистая среднесуглинистая, содержание гумуса (по Тюрину) – 1,7…1,9 %, подвижного фосфора и калия (ГОСТ Р 54650-2011) – 213…236 мг/кг (высокое) и 126…132 мг/кг почвы (ниже среднего) соответственно. По сумме осадков в период вегетации картофеля 2015 и 2016 гг. были равнозначными (ГТК 2,07 и 1,68 соотвественно), но их распределение по месяцам было более благоприятным в 2016 г. В 2017 г. май и июнь были холодными (меньше нормы на 3,5 и 2,8 °С). Май был очень сухим, июнь – дождливым. В июле и августе температура воздуха была выше нормы на 1,9 и 2,4 °С, осадков выпало в 2,2 и 2,5 раза выше среднемноголетней нормы соответственно.

Почва опытного участка в Московской области – дерново-подзолистая среднесуглинистая, содержание гумуса (по Тюрину) – 1,90…1,93 %, подвижного фосфора и калия (ГОСТ Р 54650-2011) – 128…140 мг/кг (среднее) и 115…139 мг/кг почвы (ниже среднего) соответственно. Средняя температура воздуха за май–август 2015 г. составила 17,1 °С, осадков выпало 302,45 мм, что в 1,16 раза выше нормы, ГТК составил 1,67. Температура воздуха за вегетационный период 2016 г. была равна 18,6 °С, осадков выпало 180,8 %, ГТК – 2,1. Средняя температура за вегетацию 2017 г. находилась на уровне 16,2 °С, количество осадков – 378,4 мм, ГТК – 2,31 при климатической норме 1,3…1,4.

Почва опытного участка в Оренбургской области – чернозем южный остаточно-луговатый слабогумусированный среднемощный среднесуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое (по Тюрину) – 3,2 %, подвижного фосфора и калия (ГОСТ 26204-91) – 8,63…9,96 мг/100 г почвы и 21…22 мг/100 г почвы соответственно. В период исследований в Оренбургской области наиболее благоприятные метеоусловия сложились в 2015 и 2016 гг. Вегетационный период в 2015 г. характеризовался достаточным количеством осадков (146 мм) и суммой эффективных температур на уровне 2260 °С (ГТК=0,57). В 2016 г. выпало 165 мм осадков при сумме эффективных температур 2220 °С (ГТК=0,64). Вегетационный период 2017 г. можно охарактеризовать как теплый и засушливый – осадков выпало 53 мм, из них 34 % – в мае, 32 % – в июне, 25 % – в июле и 9 % – в августе.

Дозы удобрений во всех 3-х географических точках вносили одинаковые – 563 кг/га нитроаммофоски и 140 кг/га калимагнезии ($N_{90}P_{90}K_{135}$). Это было обусловлено несколькими причинами: соблюдение принципа единственного различия; одинаковый механический состав почвы, а также примерно равная обеспеченность питательными веществами, если учитывать их доступность в связи со влажностью и кислотностью.

Общая площадь делянки 75 м^2, учетная – 54 м^2. Повторность трехкратная, расположение делянок систематическое.

Полевые учеты для определения адаптивности сортов осуществляли в соответствии со стандартными методиками [6, 7, 8]. Отмечали наступление следующих фаз роста и развития картофеля – всходы, бутонизация, цветение и отмирание ботвы. Учитывали высоту и количество стеблей, массу ботвы; количество образовавшихся клубней и их массу, с разделением по фракциям (ГОСТ 7194-81) – мелкие (до 30 мм), средние (30…60 мм), крупные (более 60 мм) (ГОСТ Р 51808-2001). В клубнях определяли содержание крахмала весовым методом; сухого вещества – весовым методом (ГОСТ 31640-2012); витамина С – по И. К. Мурри [9]; нитратов – ионо-селективным методом (ГОСТ 26951-86); потребительские качества (вкус, разваримость, потемнение мякоти) – по 9-и бальной шкале и лёжкость картофеля – по К. А. Пшеченкову и др. [10].

Достоверность различий между средними вычисляли методом однофакторного дисперсионного анализа при 5 %-ном уровне значимости [11].

В Архангельской области самые благоприятные условия для формирования урожайности сложились в 2015 и 2016 гг., поэтому она в эти годы была самой высокой и в среднем находилась в интервале 31,0…39,1 т/га (табл. 1). Урожайность среднеранних сортов по годам варьировала от 31,2 до 45,1 т/га, при этом их товарность составила 78…82 %. Среднеспелые сорта были продуктивнее ранних на 1,8…2,2 т/га, или на 5,8…6,5 %), но не достига-

1. Урожайность и биохимические показатели качества продукции сортов картофеля (среднее за 2015–2017 гг.)*

Сорт	Урожайность, т/га			Товарность, %			Содержание в клубнях								
							крахмала, %			витамина С, мг %			белка, %		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ранние															
Удача (st.)	33,5	41,4	24,2	80	92	82	11,3	11,9	13,5	19,9	19,1	21,2	1,4	1,1	1,7
Крепыш	32,7	41,8	22,1	83	95	80	12,1	12,2	13,5	18,8	21,7	24,0	1,5	1,3	1,9
Ломоносовский	34,0	41,3	20,8	80	91	78	13,0	12,9	15	21	20,9	21,7	1,6	1,4	2,1
Любава	31,0	38,0	25,0	83	95	82	13,2	13,4	15	20,9	17,4	24,9	1,4	1,2	1,8
Чароит	33,5	40,9	27,1	81	92	83	14,1	13,7	15,2	21,6	16,3	27,3	1,2	1	2
Среднее	32,9	40,7	23,8	81	93	81	12,7	12,8	14,4	20,4	19,1	23,8	1,4	1,2	1,9
Среднеранние															
Арлекин	38,3	44,7	27,6	82	94	82	14,7	16	16,3	23,6	22,1	28	1,5	1	1,7
Бабушка	36,3	43,1	26,4	78	90	83	15,1	15,7	16,1	23,4	22,9	28,1	1,3	1,1	1,7
Браво	39,1	48	29,3	79	90	78	15	15,3	16,5	20,6	17,3	25,9	1,4	1,2	2,1
Кортни	38,0	46,7	27,8	82	93	82	14,8	15,6	15,8	19,5	16,9	26,7	1,5	1,3	2
Памяти Рогачева	37,0	45,5	26,3	79	90	84	14,3	15,2	16,7	21,4	18,9	28,4	1,6	1,6	2,4
Среднее	37,7	45,6	27,5	80	91	82	14,8	15,6	16,3	21,7	19,6	27,4	1,5	1,2	2
Среднеспелые															
Гусар	36,2	43,8	22,9	78	89	79	16	16,3	17,2	22,4	24,5	26	1,4	1,2	1,8
Колобок	33,4	46,4	21,7	77	89	79	16,9	19,1	18,1	18,4	18,5	23,2	1,2	1,2	1,7
Накра	32,8	41,7	24,6	79	93	78	18,5	20,6	21,7	20,3	18,4	27,6	1,7	1,5	2,4
Фрителла	34,8	44	24,5	79	90	80	15,6	18,8	18,8	22,0	21,4	30,8	1,7	1,4	2,2
Югана	33,2	42,9	25,4	78	90	80	18,1	19,3	20,2	23,9	25,6	32,3	1,5	1,2	1,9
Среднее	34,1	43,8	23,8	78	90	79	17,0	18,8	19,2	21,4	21,7	28	1,5	1,3	2
$НСР_{05}$	2,1	2,3	1,5	3	2	1	1,4	1,3	1,5	2,3	2,5	2,7	0,6	0,5	0,7

** 1 – Архангельская область, 2 – Московская область, 3 – Оренбургская область.*

ли уровня среднеранней группы, как по величине урожайности, так и по товарности. Товарность в этой группе сортов была самая низкая (77…79 %). Очевидно, что в условиях северных территорий среднеспелые сорта не успевают сформировать урожай с высокой долей товарных клубней (более 45 мм в диаметре).

В Московской области в 2015 г. из-за засухи урожайность всех сортов была ниже, чем в 2016 и 2017 гг., на 6,8 т/га, или 15,2 %. У сортов ранней группы спелости в среднем за годы исследований она находилась в интервале от 38,0 до 41,8 т/га, при этом товарность варьировала от 91 до 95 % (см. табл. 1). Сбор клубней среднеранних сортов составлял от 38,3 до 50,6 т/га при товарности 90…94 %. Среднеспелые сорта по урожайности практически не уступали среднеранним и превосходили ранние на 7,6 %. При этом их товарность (89…93 %) была ниже на 2,0…3,0 %, чем в первых двух группах, очевидно, что, как и в условиях северных территорий, их среднеспелые сорта не успевают полностью реализовать свой потенциал.

В Оренбургской области в годы исследований наблюдали стабильный дефицит осадков, что и было главным ограничивающим фактором роста урожайности. Сбор клубней ранней группы спелости в этом регионе по годам варьировал от 19,1 до 28,7 т/га при товарности 78…83 %. Наибольшая урожайность формировалась в группе среднеранних сортов – 27,5 т/га, что на 15,5 % выше, чем у ранних и среднеспелых сортов. Товарность при этом была практически на одном уровне с ранней группой и превышала среднеспелую на 3 %. Товарность среднеспелых сортов была самой низкой (78…80 %), очевидно, в этом регионе из-за дефицита влаги они не могут формировать урожай с высокой долей товарных клубней (более 45 мм в диаметре).

Адаптивная способность сортов картофеля по урожайности в значительной степени зависит от группы спелости сорта [12]. При испытании в разных экологических условиях высокой величиной этого показателя характеризовались сорта среднеранней группы спелости (табл. 2), обладающие наибольшей общей адаптивной способностью (OACi) и наилучшим сочетанием урожайности и стабильности, в сравнении с другими группами ($СЦГ_i$ =18,4…21,4). Самым адаптивным в среднеранней группе был сорт Браво ($СЦГ_i$ =21,4). Сорт Арлекин проявлял повышенную стабильность (Sg_i = 23,4 %), в сравнении с остальными сортами этой группы. Среднепоздние сорта (кроме сорта Накра) по общей адаптивной способности превосходили ранние и уступали среднеранним. Среди ранних сортов лучшей общей адаптивной способностью обладал сорт Чароит, у среднепоздних – Фрителла. Высокой специфической адаптивной способностью характеризовались ранний сорт Ломоносовский и среднепоздние – Колобок и Гусар. Характерной особенностью всех изучаемых сортов была низкая относительная стабильность по сбору клубней (Sg_i > 20 %). Высокой отзывчивостью на улучшение условий возделывания характеризова-

2. Экологическая адаптивность сортов картофеля по урожайности (2015–2017 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га	OAC_i	CAC_i	Sg_i, %	Коэффициент регрессии, b_i	Селекционная ценность генотипа, $СЦГ_i$
Ранние						
Удача	33,0	-1,37	74,1	26,1	0,93	17,0
Крепыш	32,2	-2,20	97,2	30,6	1,07	13,9
Ломоносовский	32,0	-2,37	108,0	32,4	1,12	12,7
Любава	31,3	-3,08	42,3	20,8	0,70	19,2
Чароит	33,3	-1,08	58,5	23,0	0,83	19,1
Среднеранние						
Арлекин	36,9	2,46	74,6	23,4	0,93	20,8
Бабушка	35,3	0,86	70,5	23,8	0,91	19,7
Браво	38,8	4,39	87,5	24,1	1,02	21,4
Кортни	37,5	3,09	89,5	25,2	1,03	19,9
Памяти Рогачева	36,3	1,86	92,6	26,5	1,05	18,4
Среднеспелые						
Гусар	34,3	-0,11	111,9	30,8	1,14	14,6
Колобок	33,8	-0,58	152,7	36,5	1,34	10,9
Накра	33,0	-1,38	73,1	25,9	0,93	17,1
Фрителла	34,4	0,02	95,2	28,3	1,06	16,3
Югана	33,8	-0,58	76,9	25,9	0,95	17,5

3. Экологическая адаптивность сортов картофеля по количеству клубней (2015–2017 гг.)

Сорт	Количество клубней, шт./куст	$ОАС_i$	$САС_i$	Sg_i, %	Коэффициент регрессии, bi	Селекционная ценность генотипа, $СЦГ_i$
Ранние						
Удача	11,6	-0,53	5,28	19,9	0,87	5,8
Крепыш	11,1	-0,98	5,86	21,8	1,01	5,1
Ломоносовский	10,9	-1,20	3,86	18,1	0,83	6,0
Любава	11,0	-1,09	2,00	12,8	0,60	7,5
Чароит	12,2	0,13	4,69	17,7	0,87	6,8
Среднеранние						
Арлекин	13,1	1,02	7,61	21,0	1,18	6,2
Бабушка	12,4	0,36	6,53	20,5	1,08	6,1
Браво	13,3	1,24	5,00	16,8	0,87	7,8
Кортни	13,4	1,36	9,78	23,3	1,29	5,7
Памяти Рогачева	12,1	0,02	6,86	21,6	1,11	5,6
Среднеспелые						
Гусар	12,2	0,13	8,19	23,4	1,20	5,1
Колобок	11,1	-0,98	5,61	21,3	0,98	5,2
Накра	11,9	-0,20	5,11	19,0	0,91	6,3
Фрителла	12,7	0,58	8,25	22,7	1,13	5,5
Югана	12,2	0,13	6,69	21,2	1,06	5,8

лись сорта Колобок (b_i =1,34), Гусар (b_i =1,14) и Ломоносовский (b_i =1,12). Их целесообразно включать в интенсивные технологии.

По количеству клубней высокой общей адаптивной способностью характеризовались сорта среднеранней группы спелости Кортни, Браво, Арлекин, среднеспелый – Фрителла. Среди ранних сортов лучшим по величине этого показателя был Чароит (табл. 3).

Относительная стабильность признака количество клубней находилась в пределах 12,8…23,4 %. Высокостабильных сортов не выделено. Доля среднестабильных (Sg_i =10…20 %) генотипов составляла 40 %, из которых большая часть приходилась на ранние сорта. Наиболее стабильным по количеству клубней в ранней группе спелости был сорт Любава, в среднеранней – Браво (Sg_i = 16,8 %), в поздней – Накра (Sg_i = 19,0 %).Эти же генотипы обладали наибольшей адаптивностью в соответствующих группах. Высоко отзывчивыми на изменение условий выращивания по количеству клубней оказались сорта Кортни, Гусар, Арлекин.

Масса клубня – важнейший элемент продуктивности картофеля. По результатам изучения в трех географических точках в зависимости от сорта средняя масса клубня варьировала от 61,3 до 67,7 г (табл. 4). По общей адаптивной способности по этому признаку выделены сорта Памяти Рогачева ($ОАС_i$ = 3,18) и Колобок ($ОАС_i$ = 3,15). Для большинства изученных генотипов характерна высокая стабильность (Sg_i <10 %). Сильнее всего в зависимости от условий выращивания величина этого показателя изменялась у сортов Ломоносовский, Колобок и Браво. Наибольшая адаптивность по этому признаку была характерна для сортов Памяти Рогачева, Бабушка и Кортни.

Природно-климатические условия выращивания оказывали влияние на качество клубней. Так, в Архангельской и Московской областях клубни ранних сортов (в среднем по группе) содержали примерно одинаковое количество крахмала 12,7 % и 12,8 %. Тогда как среднеранние и среднеспелые сорта в Московской области накапливали крахмала больше на 0,9 % и 0,7…2,1 % соответственно, чем в Архангельской области (см. табл. 1).

В Оренбургской области содержание крахмала по всем группам спелости было значительно выше, чем в других регионах: у ранних сортов – на 1,6 %, у среднеранних – на 0,7…1,5 %, у среднеспелых – на 0,4…2,2 %.

Во всех трех географических точках наблюдали общую закономерность – крахмалистость картофеля увеличивалась от ранних к среднеранним и среднеспелым сортам. Так, в Архангельской области разница в накоплении крахмала между ранними и среднеспелыми сортами составила 4,3 %, в Московской области она была самой высокой – 6,0 %, в Оренбургской – 4,8 %.

Наибольший сбор крахмала отмечен в условиях Московской области – от 48,4 ц/га (ранние) до 74,3 ц/га (среднеспелые). В Архангельской области величина этого показателя снизилась – от 21,2 % по среднеранним до 29,5 % по ранним сортам картофеля. В Оренбургской области, несмотря на высокое содержание крахмала, выход его с единицы площади оказался самым низким, на 42,1…51,1 % меньше, чем в Московской области, что объясняется относительно низкой урожайностью и товарностью. Самое высокое содержание белка (1,9…2,0 %) то же было отмечено в Оренбургской области, далее по величине этого показателя находилась продукция, выращенная в условиях Архангельской области (1,4…1,5 %), и наименьшим содержанием белка характеризовались клубни из Московской области (1,2…1,3 %).

Наибольшим накоплением витамина С характеризовались сорта из Оренбургской области – от 23,8 до 28,0 мг %. Заметно ниже и практически на одном уровне его содержание было в продукции из Архангельской (от 20,4 мг до 21,7 мг %) и Московской (от 19,1 до 21,7 мг %) областей.

С увеличением температурного режима при продвижении с севера на юг (из Архангельска в Оренбург) в изучаемом наборе генотипов возрастала доля сортов с клубнями кулинарного типа С (столовый с рассыпчатой мякотью) – для большинства блюд; типа Д (столовый с очень рассыпчатой мякотью) – для пюре; смешанного типа – СД (табл. 5).

Так, в условиях Архангельской и Московской области продукция всех сортов картофеля относилась к типу А для приготовления салатов; типу В (столовый со связной мякотью) – для поджаривания и переработки; и промежуточному типу АВ. По сумме баллов (весь комплекс характеристик) и в среднем по группам сорта в Архангельской области набрали от 30 до

4. Экологическая адаптивность сортов картофеля по массе одного клубня (2015–2017 гг.)

Сорт	Масса одного клубня, г	$ОАС_i$	$САС_i$	Sg_i, %	Коэффициент регрессии, b_i	Селекционная ценность генотипа, $СЦГ_i$
Ранние						
Удача	64,7	0,51	34	9,1	0,94	31,3
Крепыш	64,7	0,51	42	10,1	1,37	27,6
Ломоносовский	65,3	1,18	105	15,7	2,10	6,9
Любава	63,7	-0,49	36	9,5	1,27	29,4
Чароит	61,7	-2,49	26	8,3	1,05	32,5
Среднеранние						
Арлекин	64,3	0,18	12	5,5	0,31	44,3
Бабушка	64,3	0,18	4	3,2	0,42	52,5
Браво	65,3	1,18	54	11,3	1,47	23,4
Кортни	63,3	-0,82	5	3,7	0,01	50,2
Памяти Рогачева	67,3	3,18	12	5,2	0,74	47,3
Среднеспелые						
Гусар	63,3	-0,82	17	6,6	0,85	39,6
Колобок	67,7	3,15	81	13,3	1,90	16,3
Накра	62,7	-1,49	54	11,8	1,18	20,7
Фрителла	61,3	-2,82	42	10,6	0,76	24,3
Югана	62,7	-1,49	25	8,0	0,65	34,0

5. Суммарный балл потребительских показателей качества и кулинарные тип сортов картофеля (среднее за 2015–2017 гг.)

Сорт	Архангельская область		Московская область		Оренбургская область	
	балл	кулинарный тип	балл	кулинарный тип	балл	кулинарный тип
Ранние						
Удача	18	А	26	АВ	38	В
Крепыш	28	А	34	АВ	46	СД
Ломоносовский	34	АВ	40	В	50	СД
Любава	28	А	30	АВ	48	СД
Чароит	40	В	34	АВ	50	СД
Среднее	30		33		46	
Среднеранние						
Арлекин	34	АВ	36	АВ	46	СД
Бабушка	36	АВ	44	В	48	СД
Браво	34	АВ	36	АВ	48	СД
Кортни	42	В	40	В	50	СД
Памяти Рогачева	36	АВ	32	АВ	44	СД
Среднее	37		38		47	
Среднеспелые						
Гусар	32	АВ	36	АВ	46	СД
Колобок	40	В	36	АВ	52	Д
Накра	34	АВ	36	АВ	48	СД
Фрителла	34	АВ	40	В	52	Д
Югана	30	АВ	32	АВ	44	СД
Среднее	34		36		48	

37 баллов в Московской – от 33 до 38 баллов. В Оренбургской области все сорта картофеля набрали наибольшие суммы баллов, что означает высокую разваримость кожуры и рассыпчатость мякоти, отличный вкус, низкую водянистость, слабое потемнение мякоти или полное его отсутствие.

Расчёт экономической эффективности показал [13], что в условиях Архангельской области самые высокие условно-чистый доход (388,5…397,1 тыс. руб./га) и уровень рентабельности (234,1…236,2 %) обеспечивает возделывание среднеранних сортов картофеля Арлекин, Браво и Кортни. В Московской области наибольшие величины этих показателей (568,1…613,1 тыс. руб./га и 337,9…364,7 %) зафиксированы при возделывания среднеспелых сортов Арлекин, Браво, Кортни, Памяти Рогачева и среднеспелого Колобок, при этом соответствующие экономические показатели выросли на 44…54 %, по сравнению с Архангельской областью. В Оренбургской области самый высокий условно-чистый доход (226,1…244,1 тыс. руб./га) и рентабельность (134,5…145,2 %) отмечены при возделывания раннего сорта Чароит и среднеранних Арлекин, Бабушка, Браво, Кортни, Памяти Рогачева, при этом экономические показатели снизились, по сравнению с Архангельской и Московской областями, на 39…42 % и 60 %, соответственно.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют, что природно-климатические условия – мощный средоформирующий фактор. В условиях северных территорий (Архангельская область) наибольшей потенциальной продуктивностью (36,3…38,3 т/га с товарностью 78…82 %) обладают ранние и среднеранние сорта картофеля, генотипы среднеспелой группы вследствие ограниченности температурного режима не полностью реализуют свой потенциал. При выращивании картофеля в этом регионе наибольший условно-чистый доход (388,5…397,1 тыс. руб./га) и уровень рентабельности (234,1…236,2 %) обеспечивают среднеранние сорта Арлекин, Браво и Кортни.

В Московской области самый высокий сбор клубней и товарность (38,0…48,0 т/га, 89…95 %), а также наибольший условно-чистый доход (568,1…613,1 тыс. руб./га) и рентабельность (337,9…364,7 %) отмечены при возделывания среднеранних сортов Арлекин, Браво, Кортни, Памяти Рогачева, среднеспелого Колобок.

В Оренбургской области из-за дефицита осадков наблюдали относительно низкую урожайность (21,7…29,3 т/га) и товарность (78…82 %) с высоким содержанием фитонутриентов в продукции всех изучавшихся сортов картофеля.

Шесть изученных сортов (Браво, Арлекин, Бабушка, Кортни, Любава и Чароит), отнесены к числу высоко адаптивных. Самым адаптивным в среднеранней группе был сорт Браво (СЦГ$_i$ = 21,4). Сорт Арлекин проявлял повышенную стабильность (Sg$_i$ = 23,4 %), в сравнении с остальными сортами этой группы. Среднепоздние сорта (кроме сорта Накра) по общей адаптивной способности превосходили ранние и уступали среднеранним. Среди ранних сортов лучшей общей адаптивной способностью обладал сорт Чароит, среди среднепоздних – Фрителла. Высокой специфической адаптивной способностью характеризовались ранний сорт Ломоносовский (b_i =1,12), среднепоздние – Колобок (b_i =1,34) и Гусар (b_i =1,14). Их целесообразно включать в интенсивные технологии. Наибольшая адаптивность (устойчивость) к различным условиям выращивания характерна для сортов Памяти Рогачева, Бабушка и Кортни.

Литература.

1. Янюшкина Н. А., Жевора С. В. Картофель от Петровской эпохи до дня сегодняшнего // Земледелие. 2018. № 5. С. 3.

2. Особенности сортов картофеля, сохраняющих высокие вкусовые качества продолжительный период / Х. Х. Апшев, Е. В. Князева, Н. А. Тимошина и др. // Достижения аграрной науки – садоводству и картофелеводству: труды научно-практической конференции. Челябинск: ФГБНУ «Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства», 2017. С. 224–231.

3. Тульчеев В. В., Жевора С. В., Гордиенко Н. Н. Перспективы развития картофелепродуктового подкомплекса АПК РФ в условиях общего аграрного рынка стран СНГ и БРИКС // АПК: Экономика, управление. 2018. № 7. С. 48–57.

4. Шабанов А. Э., Киселев А. И., Федотова Л. С. Параметры потенциальной урожайности сортов картофеля селекционного центра ВНИИКХ // Земледелие. 2018. № 5. С. 34–36.

5. Картофель российской и белорусской селекции в различных зонах / А. Э. Шабанов, А. И. Киселев, С. Н. Зебрин и др. // Картофель и овощи. 2016. № 7. С. 25–26.

6. Методика исследований по культуре картофеля / состав. Н. А. Андрюшина. М.: НИИКХ, 1967. 262 с.

7. Кирюхин В.П., Ладыгина Е.В., Чеголина М.М. Методика физиолого-биохимических исследований картофеля. М.: НИИКХ, 1989. 142 с.

8. Исследования по защите картофеля от болезней, вредителей и сорной растительности: методические рекомендации / А. С. Воловик, А. Б. Долягин, В. М. Глез и др. М.: ВАСХНИЛ, 1999. 52 с.

9. Руководство по методам контроля качества и безопасности БАД к пище (Метод И. К. Мурри): Руководство Р 4.1.1672-03. М., 2004. С. 72.

10. Методические указания по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению / К. А. Пшеченков, О. Н. Давыденкова, В. И. Седова, и др. изд. 2-ое, перераб. и доп. М.: ВНИИКХ, 2008. 39 с.

11. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 336 с.

12. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Экологическая селекция растений. Минск: Тэхналогія, 1997. 372 с.

13. Методические рекомендации по определению общего экономического эффекта от использования результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в агропромышленном комплексе / Г. А. Полунин, А. В. Гарист, Р. И. Князева. М.: РАСХН, 2007. 32 с.

Environmental Adaptability of Russian Promising Potato Varieties and Economic Evaluation of Their Cultivation

S. V. Zhevora
Lorch Potato Research Institute, Lorkh st. 23, Kraskovo, Lyuberetskii district, Moskovskaya region, 140051, Russian Federation

Abstract. *The purpose of the study was the ecological variety testing of the best promising potato varieties of various target uses. The work was carried out in 2015–2017 in 3 geographical points: in the Kolomna district of the Moscow region, Primorsky district of the Arkhangelsk region, Ileksky district of the Orenburg region. Doses of fertilizers in all 3 geographical points were the same – N90P90K135 (563 kg/ha nitroammofoska and 140 kg/ha of potassium magnesia). The objects of the research were 15 varieties of potato of domestic breeding: early varieties of Udacha, Krepysh, Lyubava, Lomonosovsky, Charoit; middle-early varieties of Arlekin, Kortni, Babushka, Pamyati Rogacheva, Bravo; mid-season varieties of Kolobok, Nakra, Gusar, Fritella, Yugana. Under the conditions of the Arkhangelsk region on sod-podzolic medium loamy soil, the highest potential yield (36.3–38.3 t/ha, marketability was 78–82%) was formed in early and middle-early potato varieties; varieties from the mid-season group, due to limited temperature conditions, could not reveal their full potential. When growing potato in the northern territories, the highest conditionally net income (388,500–397,100 rubles/ha) and the level of profitability (234.1–236.2%) was observed when growing medium-early varieties Arlekin, Bravo and Kortni. Under the conditions of the Moscow region, high yields and marketability of potato were recorded on sod-podzolic medium loamy soil (38.0–48.0 t/ha, marketability of 89–95%). The cultivation of the middle-early varieties of Arlekin, Bravo, Kortni, Pamyati Rogacheva and the mid-season variety of Kolobok had the maximum conditional net income (568,100–613,100 rubles/ha) and profitability (337.9–364.7%). Under the conditions of the Orenburg region, on the southern residual meadow low-humic medium-thick medium loamy chernozem, with a relatively low yield and marketability (21.7–29.3 t/ha, marketability of 78–82%) due to the lack of precipitation, almost all studied varieties were characterized by high biochemical and consumer indicators, with high keeping quality (more than 95%) and the possibility of their use for processing for all types of potato products.*

Keywords: *potato (Solanum tuberosum L.); varieties; ecological and economic evaluation; adaptive capacity.*

Author Details: *S. V. Zhevora, Cand. Sc. (Agr.), director of Lorch Potato Research Institute (e-mail: zhevoraserg@yandex.ru).*

For citation: *Zhevora S. V. Environmental Adaptability of Russian Promising Potato Varieties and Economic Evaluation of Their Cultivation. Zemledelie. 2019. No. 5. Pp. 30–35 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10508.*

Технология оперативного агрохимического обследования почвы с использованием робототехнических средств*

Необходимость повышения требований к агрохимическому обследованию почвы

Основной источник достоверной информации о качестве почв и содержании в ней питательных веществ в доступном для растений состоянии – агрохимическое обследование, основанное на аналитическом исследовании образцов почвы, отобранных с поля и имеющих координатную привязку.

В соответствии с ГОСТ Р 53123-2008 на всех этапах агрохимических исследований (предварительные, разведочные, полевые) отбор почвенных проб в значительной степени связан с человеческим фактором. На сегодняшний день в России его проводят либо вручную, либо с использованием простейших автоматических пробоотборников, производительность которых сопоставима с ручным трудом. Поэтому качество отбора проб находится в непосредственной зависимости от добросовестности работников. Однако положения стандарта типа «…в общем случае смешанные пробы не готовят из проб, отобранных из разных почвенных горизонтов или с разных глубин почвенного профиля...» для конкретных исполнителей зачастую непонятны и в повседневной работе во внимание не принимаются. Известны случаи пренебрежения на практике основными правилами отбора проб, их маркировки и хранения. В итоге, как показывают результаты нашей экспертизы, до 30 % недобора урожая может быть обусловлено исключением влияния пестроты почвенного плодородия из расчетов доз удобрений. Поэтому в последние годы в связи с тенденцией цифровизации сельского хозяйства требования к точности и оперативности проведения агрохимического обследования почвы ужесточаются. С новой актуальностью возникает вопрос определения размера элементарного участка, с которого отбираются образцы. Если ГОСТ для традиционного земледелия рекомендует формировать консолидированную почвенную пробу с 10…20 га, то для точного земледелия нужна информация с 0,5…2 га. Таким образом, необходимо повысить производительность отбора проб в 5…10 раз. Однако возможности значительного повышения качества путем улучшения контроля, подбора исполнителей, их моральной и материальной мотивации крайне ограничены.

В пахотных почвах нашей страны почти повсеместно наблюдается широкое варьирование агрохимических показателей. Исследования, проведенные на сельскохозяйственном полигоне Всероссийского НИИ агрохимии им. Д. Н. Прянишникова, в частности, показали, что на участке площадью 4 га, разделенном на 400 равновеликих (10 х 10 м) делянок, содержание гумуса по отдельным делянкам варьировало от 1,15 до 3,1 %, то есть по принятой градации обеспеченности, от очень низкого до высокого. Причем такую вариабельность обеспечивали не ошибки при проведении анализов, а пестрота почвенного покрова. Поэтому геопривязка проб в большинстве случаев приобретает определяющее значение.

Сегодня активно разрабатывают специальные системы спутникового мониторинга, ориентации и контроля сельскохозяйственной техники. Однако их точность пока хуже, чем требуется для отбора почвенных проб. Так, для реализации существующих методов моделирования содержания гумуса в верхнем воздушно-сухом слое почвы по данным дистанционного зондирования земли с применением уравнений линейной и нелинейной регрессии необходимо использовать GPS-приемники с точным фиксированием мест отбора проб, количество которых должно быть статистически значимым. Обеспечить это с использованием ручных методов отбора проб в целом затруднительно. Действительно, при максимально возможной точности космоснимков ± 2…3 м по горизонтали, реальная точность бытовых GPS-навигаторов, которые обычно закупают агрохолдинги для проведения таких работ, при минимальных помехах даже для современных моделей в среднем составляет не менее ± 5...15 м по горизонтали. Требуемая же погрешность геопривязки проб не должна превышать 1…1,5 м.

С одной стороны, состав проб почв для того или иного участка, конечно же, довольно «консервативен». ГОСТ рекомендует проведение агрохимического обследования каждые 5 лет. Однако влияние внешних факторов связанных с внесением удобрений столь

*публикация носит информационный характер.

значительно, что содержание основных элементов питания может изменяться даже в течение 2…3 месяцев. Поэтому частоту агрохимического обследования в наибольшей степени диктуют экономические причины, связанные с высокой стоимостью удобрений и необходимостью оптимизировать затраты для достижения плановой урожайности.

Существует два основных подхода к отбору почвенных проб – по сетке элементарных участков и по зонам почвенного плодородия. Экономически оправданно проведение ежегодного агрохимического обследования по зонам почвенного плодородия и не реже 1 раза в 5 лет по сетке элементарных участков.

Национальный проект «Цифровое сельское хозяйство» предусматривает создание Единой федеральной информационной системы земель сельскохозяйственного назначения. Основой создания соответствующих цифровых карт полей должны стать систематизированные данные по результатам анализа агрохимических показателей почвы. Это становится особенно важным при учете многолетней ретроспективы результатов таких исследований. По нашему мнению, в рамках формируемой информационной системы нужно создавать не базы данных, а базы знаний. В первом случае активно реализуется просто информационная функция, во втором – аналитическая, позволяющая синтезировать соответствующие закономерности и вырабатывать обоснованные, адекватные реальной ситуации предложения по совершенствованию процессов сельскохозяйственного производства.

Типовая технология агрохимического обследования почвы

Процесс агрохимического обследования почвы может быть представлен в виде нескольких этапов с соответствующими специфическими методами и инструментально-техническими средствами решения поставленных задач.

Определение размеров участков для отбора объединенных проб. При разработке карт элементарных участков учитывают почвенные разности, гранулометрический состав почв, рельеф и др., чтобы элементарный участок был как можно более однородным без резких границ перехода состояний почв (болотных и дерново-подзолистых, дерново-карбонатных и дерново-слабоподзолистых и др.) Максимально допустимые размеры элементарных участков, например, для северо-запада России, составляют 5 га. Каждому из них присваивают уникальный номер. На орошаемых землях площадь элементарных участков может быть уменьшена до 2 га, на небольших полях под овощные культуры – до 1 га.

Отбор проб. Разбитые на элементарные участки географически привязанные поля и маршрутные ходы заносят в GPS/ГЛОНАСС навигатор. Пробы отбирают во время передвижения по маршрутному ходу вручную или с использованием автоматических пробоотборников. Из точечных проб одного элементарного участка (около 20 проб) составляют одну объединенную.

Анализ в лаборатории. Отобранные и маркированные пробы передают в лабораторию для исследования. Определяют показатели плодородия, перечень которых зависит от цели исследования. При этом сроки проведения анализов варьируют от нескольких недель до месяцев, что прежде всего связано с организационными факторами.

Выработка рекомендаций. Заключительный этап агрохимического обследования – обобщение данных. Выработан своего рода регламент, когда собранные в полях данные (треки навигатора, электронные карты, результаты анализа проб и др.) обрабатывают с помощью специальных ГИС-программ с выдачей соответствующих картограмм на бумажных и электронных носителях с пояснительными записками, содержащими необходимые рекомендации.

Анализ собранных авторами экспертных мнений агрономов-практиков в различных регионах РФ от Калининграда до Сибири свидетельствует, что основные недостатки существующей системы агрохимического обследования почв заключаются в следующем: низкое качество отбора проб, вызванное главным образом высокой зависимостью от человеческого фактора и слабым учетом вариабельности химического состава почв даже в пределах полей ограниченных размеров; значительные ошибки с определением местоположения отбора проб (десятки метров и более) и, как следствие, погрешности в исходных данных для последующего проведения агрохимического обследования; очень низкая оперативность проведения анализа. Таким образом, актуально создание технологии агрохимического анализа, способной решить перечисленные проблемы.

Инновационные элементы в процессах агрохимического обследования почвы

Проанализируем условный график взаимосвязи двух основных критериев эффективности агрохимического обследования: качество и время проведения анализа (см. рисунок).

В текущей ситуации (линия 1) плохую подготовку к проведению обследования, некорректный выбор точек отбора проб и маршрутных ходов можно ухудшить погрешностями геопривязки; результат и по качеству, и по продолжительности анализа не может удовлетворять потребности сельхозпредприятия.

Улучшение предварительной подготовки, использование личных GPS/ГЛОНАСС навигаторов обеспечивает некоторое повышение качества (линия 2); однако повлиять такими мерами на сроки анализа трудно.

Привлекая исторические данные по полям, совершенствуя точность отбора проб и геопривязку почвенных проб, используя современные средства агрохимического анализа можно существенно повысить качество результатов (линия 3). Если же одновременно устранить этап доставки проб и организовать оперативный (в идеале автоматический) агрохимический анализ непосредственно в месте их отбора на борту средства-носителя пробоотборника, можно приблизиться к максимально достижимому результату (стрелка 4). Для

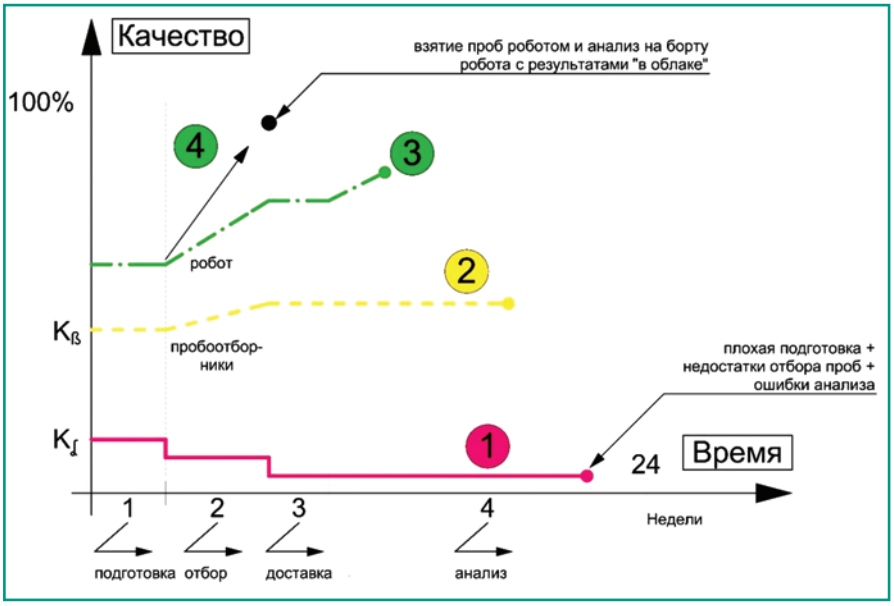


Рисунок. *Взаимосвязь двух показателей агрохимического анализа – качество проб почвы и время на подготовку заключения.*

этого необходимо значительно повысить производительность оборудования для отбора почвенных проб, ужесточить стандарты качества пробоотбора, снизить вероятность ошибочных решений в процессе анализа и сократить время от отбора проб до получения результата агрохимического обследования.

Можно предложить следующие направления решения перечисленных задач.

Совершенствование качества путем максимального исключения ручных операций на всех этапах агрохимического анализа. Для автоматизации этих процессов необходимы обоснованные и унифицированные, желательно максимально автоматизированные алгоритмы определения размеров и участков отбора проб; синтез оптимальных треков движения технических средств по точкам взятия проб; максимальная автоматизация формирования смешанных проб; автоматизации процессов точной маркировки и хранения проб с учетом их геопривязки.

Повышение точности геопривязки до 1…2 м путем замены бытовых приемников GNSS систем GPS/ГЛОНАСС специализированными высокоточными устройствами. Такими приемниками для исключения влияния человеческого фактора необходимо оснастить технические средства, обеспечивающие автоматизацию процессов отбора проб.

Сокращение сроков агрохимического анализа с помощью ускорения доставки проб к месту анализа (автомобили, беспилотники и др.), приближения места анализа к месту отбора проб, например, с использованием мобильных агрохимических лабораторий. Существенной инновацией в решении этой задачи может стать организация своего рода «виртуальных лабораторий» агрохимического анализа, когда на борту технического средства для отбора проб проводится экспресс-анализ по основным характеристикам, далее материалы передаются в виртуальное (для пользователя) интернет-«облако», где обрабатываются с учетом всей предыстории полей, что позволяет построить схему анализа «под ключ».

Наши исследования показали актуальность и реализуемость использования специализированных роботизированных средств для отбора проб почвы. Такой робот мог бы перемещаться в полуавтономном или автономном режиме, выходить в требуемую точку с высокой точностью, в идеале работать при необходимости круглосуточно, оснащаться пробоотборником, конструкция которого предусматривала бы автоматическую маркировку, хранение проб, в перспективе проводить экспресс-анализ непосредственно в месте отбора пробы и связываться с «интернет-облаком», например, с использованием активно развивающейся технологии обмена данными LoRaWAN.

RoboSoil – инновационная технология агрохимического полевого обследования почвы «под ключ»

Технология – есть процесс последовательного применения совокупности различных методов, реализуемых техническими средствами, для выполнения работ в интересах достижения определенной цели. Инновационная технология использует инновационные элементы на всех этапах выполнения полевых работ.

Разрабатываемая технология RoboSoil предусматривает использование следующих методов.

Метод «Трек» предназначен для подготовки полевого исследования и включает предварительный анализ электронной почвенной агрохимической карты поля и космического снимка обследуемой территории (если они существуют и обновляются); алгоритм автоматического разбиения поля на пробные площадки, количественно зависящие от площади; выбор метода и назначение точек отбора проб в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83; формирование маршрута движения агроробота. Технология предусматривает введение в систему управления робота специального алгоритма маршрутизации, позволяющего при встрече препятствий обходить их и пересчитывать маршрут].

Метод «Авто-проба» предусматривает автоматический отбор, маркировку и хранение проб, включает использование специализированного пробоотборника с устройствами временного хранения, автоматической маркировки, упаковки почвенных проб и привязки номера почвенной пробы к географическим координатам. Отбор проб проводится без участия человека. Глубина отбора почвенных образцов составляет до 30 см. Качество отбора соответствует ГОСТ 28168-89. Смешанная почвенная проба с элементарного участка заданного размера состоит из 10…20 мини-проб. Географические координаты каждой точки пробоотбора фиксируются с помощью системы навигации, сопоставляются с номером почвенной пробы, затем отсылаются в устройство автоматической маркировки и упаковки. После печати, наклейки марки и упаковки почвенной пробы данные отсылаются в информационное «облако». В случае отсутствия покрытия поля мобильной связью сведения фиксируются на магнитном накопителе и передаются после появления связи. Отбор почвенных проб, включая движение по маршруту взятия проб по полю, осуществляется в полуавтоматическом режиме (человек только контролирует выполнение операций), что обеспечивает абсолютную гомогенность почвенных образцов и высокое качество взятия почвенных проб.

Метод «Агро-анализ» предназначен для агрохимического анализа проб и базируется на использовании специальных датчиков, функционирующих на основе разделения ионов с помощью капиллярного электрофореза и измерении концентрации веществ на основе изменения электропроводности. Осуществляется подготовка водной вытяжки из почвенной пробы дистиллятом, которая далее впрыскивается в датчик. Через 1…2 минуты пользователь получает результаты полного анализа по содержанию макроэлементов

Метод «Робо-облако» предусматривает формирование исходных данных для электронных почвенных карт местности и заключается в накоплении и обработке информации по пробам почвы в заданном регионе на специализированном интернет-ресурсе, формировании рекомендаций по внесению удобрений и размещению культур с последующей интеграцией данных с ГИС-системой синтеза цифровых крупно- и среднемасштабных почвенных карт.

Перечисленные методы реализуются с использованием следующих технических средств:

агроробот RoboProb (ООО НТЦ «РобоПРОБ»), который реализует метод «Авто-проба». Он характеризуется точностью позиционирования GPS/ГЛОНАСС до 1 м; емкость обоймы хранения смешанных почвенных проб за 1 маршрут составляет 36 шт.; скорость движения на местности от точки до точки – до 30 км/ч; производительность получения смешанных проб – 30 шт./ч;

мобильная лаборатория агрохимического анализа RoboLab, реализующая метод «Агро-анализ» и размещаемая в автомобиле в непосредственной близости от места отбора проб (например, на краю поля), при использовании которой время определения содержания нитратного (NO_3^-) и аммонийного (NH_4^+) азота, подвижного калия (K_2O) и фосфора (P_2O_5) не превышает 1…2 минут;

специальное программное обеспечение «RoboCloud», реализующее методы «Трек» и «Робо-облако», выполняет как основную функцию формирование базы знаний по пробам почвы заданной географической зоны с построением решающих правил вида «if A then B else C», в которых «A» есть утверждения об интегральных характеристиках проб, «B» – рекомендации по внесению удобрений, а «C» – утверждения о возможных угрозах и потенциальных последствиях их проявления как следствие посева культуры на исследуемом участке. Кроме того, в интернет-облаке хранятся электронные карты полей, почвенные электронные карты, все ка-

чественные характеристики почвы, полученные в результате агрохимического обследования за все годы и сезоны, в которые отбирали пробы, ландшафтно-экологические данные (уклон, экспозиция склона, при сложном рельефе прилагается дополнительная информация), предшественники по полям (культура, сорт, норма высева), количество, вид и доза внесенных удобрений, даты и вид почвообработки, плановая и реальная урожайность, принятые рекомендации по обработке почвы и последствия их реализации и др.

Программное обеспечение «RoboCloud» включает в себя следующие программы:

R-Field для формирования почвенных электронных карт;

R-Soil для геопривязки координат точек пробоотбора и обработки маршрутов взятия почвенных проб;

ГИС-приложение *R-Rich* для создания агрохимического паспорта поля, в котором фиксируется информация по качественному составу почв и рассчитываются границы зон плодородия;

R-Minerals для расчета доз удобрений с учетом почвенно-климатических условий места расположения поля, экспозиции склона, характера рельефа и другой дополнительной информации в рамках каждой из зон плодородия;

R-Science для формирования правил и рекомендаций на основе автоматизированных алгоритмов извлечения знаний;

R-Product для расчета плановой урожайности текущей сельскохозяйственной культуры.

R-Report для выдачи и доставки отчета в электронном и бумажном виде, причем данные для дозированного внесения удобрений предоставляются в электронной форме, доступной для загрузки на чип-карту и использования на исполнительном устройстве в поле.

Совокупность указанных технических средств образует программно-аппаратный комплекс «RoboSoil», который смонтирован на автомобиле, доставляющем его по дорогам общего пользования к месту отбора почвенных проб. На автомобиле базируется мобильная агрохимическая лаборатория и установлены компьютеры (как правило, планшетный компьютер или ноутбук) для контроля движения агроробота и работы с интернет-облаком. На прицепе автомобиля размещается самоходная роботизированная платформа – агроробот, оснащенная автоматическим пробоотборником. Штатное расписание комплекса RoboSoil предусматривает две должности: оператор агроробота и агроном-исследователь.

Перед началом полевых работ в программе R-Field создается электронная почвенная карта обследуемого поля. Данные могут быть собраны как путем объезда комплексом RoboSoil по периметру поля, так и с помощью фотограмметрических методов дешифрирования границ поля по космическому снимку. Далее в программу подгружается космический снимок обследуемой территории. Он необходим для визуализации контроля работ и определения маршрута движения комплекса RoboSoil. Исходя из размера элементарного участка, программа R-Soil проводит разбивку сетки размещения элементарных участков и точек отбора почвенных проб. Оператор подтверждает каждую точку взятия почвенных проб на экране планшетного компьютера и присваивает номер почвенной пробы. Точки отбора отображаются красным цветом. Затем, если рельеф местности ровный и нет больших препятствий для движения комплекса RoboSoil по полю, оператор подтверждает рассчитанный программой R-Soil маршрут движения взятия проб путем последовательного обхода точек, либо корректирует его вручную при наличии особенностей или ограничений.

По окончании работы пробы агроробот PoboProb доставляет пробы в мобильную агрохимическую лабораторию, в которой агроном-исследователь комплекса обрабатывает их методом «Агро-анализ». С использованием данных проведенного анализа и программы R-Rich создается агрохимический паспорт исследуемого участка почвы. В программе R-Science формируются рекомендации по использованию поля при посеве соответствующих культур. В программе R-Minerals рассчитываются дозы удобрений, а в программе R-Product – плановая урожайность текущей сельскохозяйственной культуры. Программа R-Report формирует и выдает Отчет по результатам агрохимического исследования.

Заключение

Общий тренд на цифровизацию сельского хозяйства, возросшие требования к качеству исследования почвы, современные достижения в области робототехники и прикладной химии делают возможным создание новой высокоэффективной по основным критериям качества и сроков исполнения технологии агрохимического анализа почвы. Она включает четыре основных метода – подготовки полевого исследования, автоматического отбора, маркировки и хранения проб, агрохимического анализа проб и формирования электронных почвенных карт местности. Технология реализуется совокупностью специальных технических средств (автомашина с полевой агрохимической лабораторией и агророботом с пробоотборником) и программного обеспечения обработки данных, которые в комплексе образуют программно-аппаратный комплекс «RoboSoil».

Высокую эффективность комплекса «RoboSoil» обеспечивают практически полная автоматизация отбора почвенных проб (человек лишь контролирует выполнение процессов) и создание электронной почвенной карты местности с автоматизированным расчетом доз удобрений для сельскохозяйственных культур на заданную урожайность с учетом почвенно-климатических характеристик.

Точность полученных характеристик почвы гарантирует координирование точек отбора приборами навигации GPS/ГЛОНАСС, автоматизация процессов маркировки и хранения проб, использование инновационных методов агрохимического анализа.

По предварительным оценкам, предлагаемая методология позволяет довести погрешность в определении местоположения точки взятия проб до уровня не более 10 %, характеристик проб – не более 5…8 %, повысить производительность труда в 5…10 раз, практически исключить влияние человеческого фактора и снизить общие трудозатраты не менее чем на 70…80 %. Ориентировочная себестоимость отбора и определения содержания основных элементов питания в одной почвенной пробе предположительно не будет превышать 100…150 руб.

Такую технологию можно назвать роботизированной, так как в перспективе на агророботов планируется возлагать еще большие функции, в том числе по внесению удобрений. Основные ее преимущества заключаются в следующем:

открываются возможности доступа к цифровым технологиям точного земледелия для сельхозтоваропроизводителей от фермера до агрохолдинга;

повышается обоснованность и обеспечивается точность расчета доз удобрений;

все технологические процессы интуитивно понятны; работа с агророботом и исследовательской лабораторией не требует высокой квалификации и длительного обучения;

низкая себестоимость результатов обследования обеспечивает быструю окупаемость как текущих затрат, так и оборудования комплекса «RoboSoil»;

Представленные в статье технологии находятся в активной разработке с 80 %-ной готовностью основных элементов и ожидаемой полной готовностью к осени 2020 г.

В. К. АБРОСИМОВ, доктор технических наук, директор по научной работе ООО НТЦ «Робопроб» (e-mail: avk787@yandex.ru),
В. В. ЕЛИСЕЕВ, генеральный директор ООО НТЦ «Робопроб» (e-mail info@roboprob.com)

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10509
УДК 661.162.65

Изучение влияния нового регулятора роста растений с ретардатными свойствами на степень полегания озимой пшеницы

С. Б. ГОВОРКОВА[1], консультант (e-mail: s.govorkova@mcx.ru)
Р. М. ГАФУРОВ[2], доктор сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: ficnemchinovka@yandex.ru)
В. А. ЦЫМБАЛОВА[2], научный сотрудник (e-mail: ficnemchinovka@yandex.ru)
Е. В. КАЛАБАШКИНА[2], кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: kalabashkina@gmail.com)
[1]Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Орликов пер., 1/11, Москва, 107139, Российская Федерация
[2]Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», ул. Агрохимиков, 6, пос. Новоивановское, Одинцовский р-н, Московская обл., 143026, Российская Федерация

Исследования проводили с целью оценки эффективности использования регуляторов роста растений нового поколения на озимой пшенице сорта Немчиновская-17. Работа выполнена в 2015–2016 гг. на опытных полях Технологического центра ФИЦ «Немчиновка» в Московской области. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая, содержание органического вещества – 4,0 %, $pH_{сол.}$ – 6,9, содержание подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) – 151…200 мг/кг (высокое) и 81…120 мг/кг (среднее) соответственно. Условия весенне-летних вегетационных периодов характеризовались невысоким температурным режимом и некоторым превышением количества выпавших осадков над среднемноголетними данными. Испытывали регулятор роста с ретардантными свойствами Рэгги, ВРК в дозах 1,0 и 1,5 л/га, в качестве эталона использовали препарат Це ЦеЦе 750, ВК в аналогичных дозах, контроль – без обработки. Регуляторы роста использовали в фазе кущения – начала выхода в трубку. Наибольшее влияние на ростовые и физиологические процессы пшеницы озимой оказывал препарат Рэгги в дозе 1,5 л/га. В этом варианте отмечали уменьшение роста растений озимой пшеницы сорта Немчиновская-17 в высоту и увеличение накопления надземной биомассы. Урожайность при этом составляла 4,5…5,6 т/га (в контроле без обработки – 3,5…4,0 т/га). У растений, обработанных исследуемыми регуляторами роста, в отличие от контроля, полегания не наблюдали.

Ключевые слова: *регуляторы роста растений, ретарданты, пшеница озимая, полегание растений, урожайность.*

Для цитирования: *Изучение влияния нового регулятора роста растений с ретардатными свойствами на степень полегания озимой пшеницы / С. Б. Говоркова, Р. М. Гафуров, В. А. Цымбалова и др. // Земледелие. 2019. № 5. С. 39–41. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10509.*

Неуклонное наращивание производства продовольственного зерна – ключевая задача аграрного сектора страны. Освоение новых прогрессивных технологий позволит собирать стабильные высокие урожаи зерновых культур даже при неблагоприятных климатических условиях [1, 2].

Применение регуляторов роста растений обеспечивает значительное увеличение урожайности и качества продукции озимых зерновых культур. Использование препаратов с ретардантными свойствами активизирует формообразовательные процессы, способствует предотвращению полегания озимых зерновых культур, повышению устойчивости к неблагоприятным факторам среды, сопротивляемости к болезням, снижению содержания нитратов [3, 4].

Цель исследований – оценка эффективности применения регуляторов роста растений с ретардантными свойствами нового поколения при возделывании озимой пшеницы в Центральных районах Нечерноземья.

Работу проводили на озимой пшеницы сорта Немчиновская-17 на опытных полях ФИЦ «Немчиновка» в Одинцовском районе Московской области в 2015–2016 гг. по общепринятой методике изучения регуляторов роста растений в посевах зерновых культур [5, 6]. В опыте изучали ретардант нового поколения Рэгги, ВРК (хлормекватхлорид, 75 г/л), эталон – Це Це Це 750, ВК. Обработку посевов осуществляли в фазе кущения – начала выхода в трубку растений. Исходная схема эксперимента предусматривала применение обоих препаратов нормами 1,0 и 1,5 л/га. В 2016 г. изучали только вариант с концентрацией 1,5 л/га, поскольку в предыдущем году он обеспечил лучшие результаты, по сравнению с контролем, и был признан более перспективным

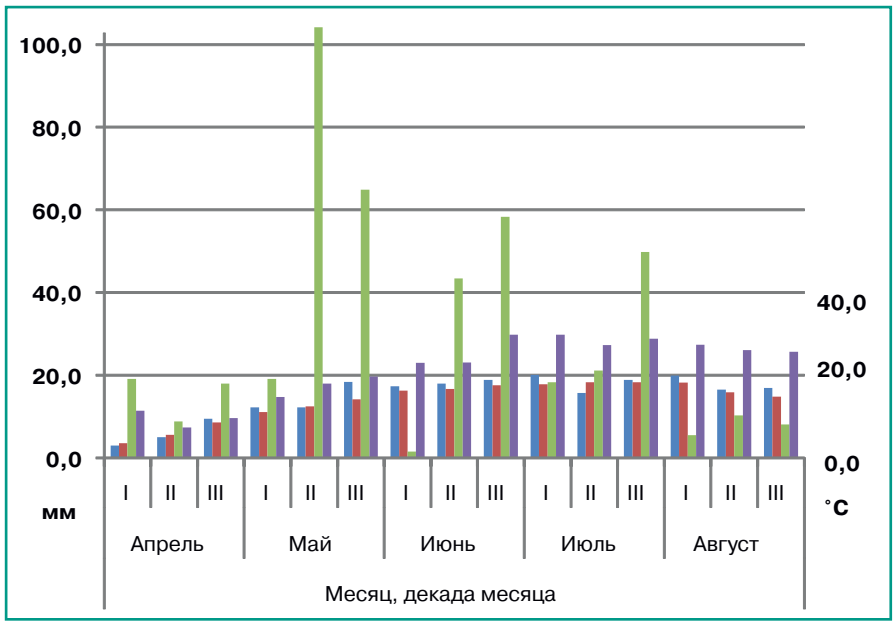


Рис. 1. *Динамика метеорологических условий вегетационного периода 2015 г.: ■ – температура воздуха текущего года, °С; ■ – температура воздуха, средняя многолетняя, °С; ■ – осадки текущего года, мм; ■ – осадки, средняя многолетняя, мм.*

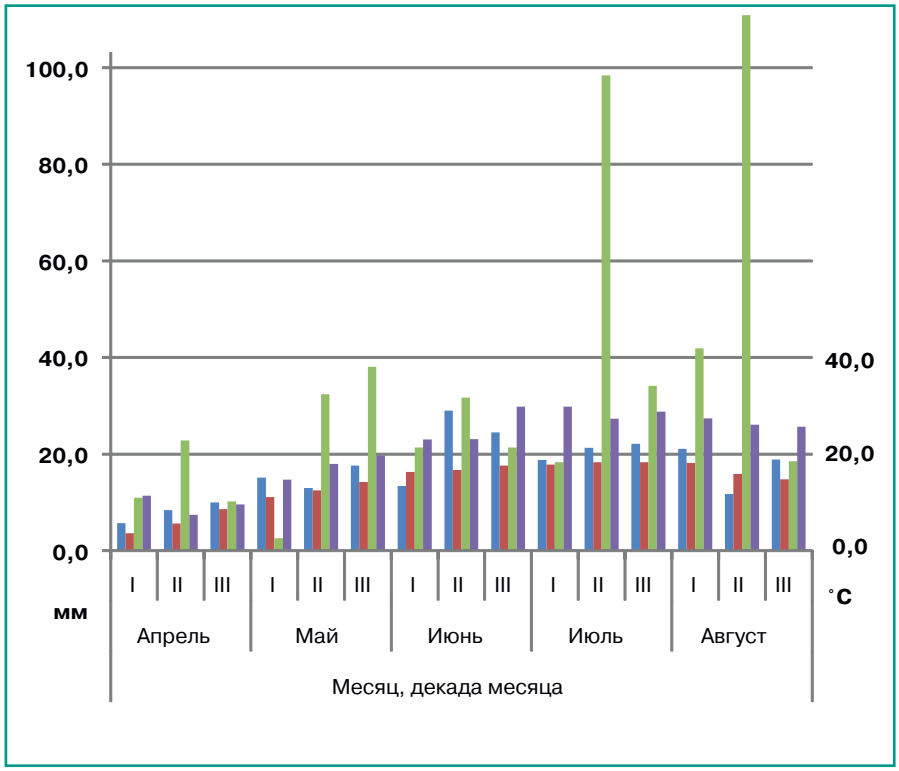


Рис. 2. Динамика метеорологических условий вегетационного периода 2016 г.: ■ – температура воздуха текущего года, °С; ■ – температура воздуха, средняя многолетняя, °С; ■ – осадки текущего года, мм; ■ – осадки, средняя многолетняя, мм.

для дальнейшего использования в производстве. Опрыскивание проводили вручную ранцевым опрыскивателем марки Jakto-300. Расход рабочего раствора – 300 л/га [6].

Почва опытных участков дерново-подзолистая среднесуглинистая на морене в комплексе со слабосмытой (до 10 %). Мощность пахотного слоя составляет 25...27 см. Содержание органического вещества варьирует в пределах 3,1...4,0 %, подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) – соответственно 151...200 мг/кг (высокое) и 81...120 мг/кг (среднее), $pH_{сол}$ – 5,6...5,9, гидролитическая кислотность – 3,1 мг.-экв./100 г почвы.

Расположение делянок систематическое в два яруса, повторность – четырехкратная. Общая площадь делянок – 25 м², учетная – 20 м² [7].

Норма высева – 5,5 млн всхожих зерен на 1 га. Уборку урожая осуществляли при наступлении фазы полной спелости в августе. Учет проводили сплошным методом, поделяночно [5].

Обработку экспериментальных данных осуществляли по Б. А. Доспехову [8].

В 2015 г. метеоусловия по температурным показателям были достаточно благоприятными для роста и развития растений (рис. 1). При этом в третьей декаде июля (к концу вегетации) количество осадков почти в 2 раза превысило средние многолетние показатели и составило 49,8 мм против 28,8 мм, что способствовало полеганию посевов.

В апреле 2016 г. среднемесячная температура находилась на уровне 8,0 °С, против 5,9 °С среднемноголетней нормы, осадков выпало 44,0 мм, против 35,4 мм по среднемноголетним данным (рис. 2). В мае температура превышала среднемноголетнюю на 2,6°С, сумма осадков – на 20,7 мм. В июне и июле температура воздуха была по-прежнему выше нормы (на 5,3 и 2,9 °С соответственно), но осадков выпало меньше среднемноголетнего количества (на 1,4 и 16,3 мм соответственно). Количество атмосферной влаги в августе значительно превышало среднемноголетнее, температура была выше нормы на 2,9 °С.

В целом в 2015–2016 гг. условия весенне-летней вегетации озимой пшеницы характеризовались невысоким температурным режимом и некоторым превышением количества выпавших осадков над нормой, что позволило оценить влияние испытуемых ретардантов на культуре.

В 2015 г. обработка опытных делянок ретардантом Рэгги, ВРК в дозе 1,0 л/га способствовала укорочению длины соломины у испытуемого сорта до 76,0 см, 1,5 л/га – до 71,0 см, эталоном – до 77,5 см и 75,7 см соответственно при величине этого показателя в контроле 86,2 см (см. табл.). Продуктивная кустистость при использовании препарата Рэгги возросла, по сравнению с контролем, на 0,33...0,43, эталона – на 0,15...0,20, масса зерна с главного колоса – на 0,04...0,11 г и 0,03...0,09 г. При этом масса 1000 зерен в варианте с Рэгги в дозе 1,0 л/га составила 53,24 г, а в дозе 1,5 л/га – 53,82 г, Це Це Це 750 – 51,58 и 51,54 г соответственно, в контроле - 48,61 г. Это способствовало формированию в вариантах с Рэгги наибольшего урожая зерна – 4,8 и 5,6 т/га против 3,5 т/га в контроле и 4,1...4,3 т/га при использовании Це Це Це 750.

В 2016 г. наибольшее уменьшение длины соломины, по сравнению с контролем (на 15,1 см) наблюдали в варианте с применением регулятора роста Це Це Це 750, при обработке Рэгги величина этого показателя снижалась на 13,2 см. Одновременно продуктивная кусти-

Таблица. Влияние регуляторов роста растений с ретардантными свойствами на показатели продуктивности озимой пшеницы сорта Немчиновская-17

Вариант	Высота растений, см	Количество растений, шт./м²	Продуктивная кустистость	Масса зерна с главного колоса, г	Масса 1000 зёрен, г	Урожайность, т/га	Полегание, балл
2015 г.							
Без обработки (контроль)	86,2	448	1,00	1,11	48,61	3,5	1...2
Це Це Це 750, ВК (эталон) – 1,0 л/га	77,5	464	1,15	1,20	51,58	4,3	4
Це Це Це 750, ВК (эталон) – 1,5 л/га	75,7	388	1,20	1,14	51,54	4,1	4
Рэгги, ВРК – 1,0 л/га	76,0	364	1,43	1,22	53,24	4,8	5
Рэгги, ВРК – 1,5 л/га	71,0	384	1,33	1,15	53,82	5,6	5
$НСР_{05}$	0,62	1,76	–	0,48	0,9	0,33	–
2016 г.							
Без обработки (контроль)	63,6	188	1,63	1,03	43,93	4,0	1
Це Це Це 750, ВК (эталон) – 1,5 л/га	48,5	202	1,91	1,10	46,6	4,7	4
Рэгги, ВРК – 1,5 л/га	50,4	230	1,67	1,13	46,05	4,5	5
$НСР_{0,05}$	0,67	6,5	–	0,3	0,51	0,4	–
Среднее значение за 2015–2016 гг.							
Без обработки (контроль)	74,9	318,0	–	1,07	46,27	3,75	–
Це Це Це 750, ВК (эталон) – 1,5 л/га	62,1	295,0	–	1,12	49,07	4,4	–
Рэгги, ВРК – 1,5 л/га	60,7	257,0	–	1,14	49,93	5,05	–

стость возрастала на 0,28 и 0,04 соответственно. Масса зерна с главного колоса в изучаемых вариантах была выше, чем в контроле, на 0,07…0,10 г. Масса 1000 зерен в варианте с препаратом Рэгги была меньше, по сравнению с применением Це Це Це 750, на 0,55 г, но больше, чем в контроле, на 2,12 г. В результате при использовании Регги прибавка урожая к контролю составила 0,53 т/га, при этом сбор зерна был меньше, чем в варианте с Це Це Це 750 на 0,18 т/га.

При использовании нового ретарданта в оба года исследований полегание посевов составляло 5 баллов против 1…2 баллов в контроле и 4 баллов в варианте с эталоном.

Установлено, что испытуемые регуляторы роста оказывали положительное влияние на продуктивную кустистость растений пшеницы. При этом Рэгги, ВРК, 1,5 л/га не уступал эталону Це Це Це 750, ВК, 1,5 л/га.

Регулятор роста Рэгги, ВРК в дозе 1,5 л/га оказывал наибольшее влияние на степень устойчивости к полеганию. У обработанных растений его не наблюдали (5 баллов), тогда как в контроле полегание составляло 1...2 балла.

Испытуемый регулятор роста растений оказывал существенное влияние на урожайность озимой пшеницы сорта Немчиновская-17 и формирование ее структурных элементов. Прибавка урожая при использовании препарата Рэгги в дозе 1,5 л/га составляла 4,53...5,6 т/га (при контроле без обработки 3,5...4,0 т/га). Этот результат был достигнут благодаря формированию большего числа продуктивных побегов, более высокой озерненности и массе зерна с растения (зерновой продуктивности).

Литература.

1. Методические указания по проведению регистрационных испытаний новых форм удобрений, биоприпаратов и регуляторов роста растений / под ред. А. А. Завалина и А. И. Еськова. М.: ВНИИА, 2009. 104 с.

2. Руководство по проведению регистрационных испытаний регуляторов роста растений, дефолиантов и десикантов в сельском хозяйстве: производственно-практическое издание / В. Г. Сычев, О. А. Шаповал, И. П. Можарова и др. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. 216 с.

3. Регуляторы роста растений в агротехнологиях основных сельскохозяйственных культур / О. А. Шаповал, И. П. Можарова, Т. Ю. Грабовская и др. / под ред. В. Г. Сычева. М.: ВНИИА, 2015. 348 с.

4. Синяшин О. Г., Шаповал О. А., Шуляева М. М. Инновационные регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве // Плодородие. 2016. № 5. С. 38–42.

5. Доспехов Б. А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. М.: Колос. 1972. С. 369.

6. Бильдиева Е. А., Нешин И. В. Агрохимические приемы, повышающие качество зерна озимой пшеницы // Агрохимический вестник. 2008. № 3. С. 28–30.

7. Опытное дело в полеводстве / под ред. Г. Ф. Никитенко. М.: Россельхозиздат, 1982. 189 с.

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

Examination of the Effect of a New Plant Growth Regulator with Retardant Properties on the Lodging Degree of Winter Wheat

S. B. Govorkova[1], R. M. Gafurov[2], V. A. Tsymbalova[2], E. V. Kalabashkina[2]

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

[2]Federal Research Center "Nemchinovka", ul. Agrokhimikov, 6, pos. Novoivanovskoe, Odintsovskii r-n, Moskovskaya obl., 143026, Russian Federation

Abstract. *The aim of the research was to assess the efficiency of new-generation plant growth regulators for winter wheat 'Nemchinovskaya-17'. The work was carried out in 2015–2016 in the experimental fields of the Technology Center of the Federal Research Center "Nemchinovka" in the Moscow region. The soil was sod-podzolic, medium loamy; the content of organic matter was 4.0%; pH value was 6.9; the content of mobile forms of phosphorus and potassium (according to Kirsanov) was 151–200 mg/kg (high) and 81–120 mg/kg (medium), respectively. The conditions of spring-summer vegetation periods were characterized by a low temperature regime and some excess of the precipitation amount over average annual data. Reggy growth regulator, SC with the retardant properties was tested in the doses of 1.0 and 1.5 L/ha; CeCeCe-750 preparation, SC in the same doses was used as a standard; the control was without treatment. Growth regulators were used in the stage of tillering – the beginning of stem elongation. The greatest influence on the growth and physiological processes of winter wheat was provided by Reggy preparation at the dose of 1.5 L/ha. In this variant, a decrease in plant growth of winter wheat 'Nemchinovskaya-17' in height and an increase in the accumulation of aboveground biomass were noted. As a result, the yield in this variant was 4.5–5.6 t/ha (the grain harvest in the control without treatment was 3.5–4.0 t/ha). In plants treated with the growth regulators studied, in contrast to the control, lodging was not observed.*

Keywords: *plant growth regulators; retardants; winter wheat; plant lodging; productivity.*

Author Details: *S. B. Govorkova, advisor (e-mail: s.govorkova@mcx.ru); R. M. Gafurov, D. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: ficnemchinovka@yandex.ru); V. A. Tsymbalova, research fellow (e-mail: ficnemchinovka@yandex.ru); E. V. Kalabashkina, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: kalabashkina@gmail.com).*

For citation: *Govorkova S. B., Gafurov R. M. , Tsymbalova V. A., Kalabashkina E. V. Examination of the Effect of a New Plant Growth Regulator with Retardant Properties on the Lodging Degree of Winter Wheat. Zemledelije. 2019. No. 5. Pp. 39–41 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10509.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10510
УДК 633.12

Исследование действия биорегулятора «Этафосф» на морфологические показатели и продуктивность гречихи

Р. Ф. БАЙБЕКОВ[1], доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, профессор
О. С. МИШИНА[2], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: olyamishin@yandex.ru)
С. Л. БЕЛОПУХОВ[1], доктор сельскохозяйственных наук, профессор (e-mail: belopuhov@mail.ru)
Р. Г. ИВАНОВ[2], аспирант
Н.Г. РАКИПОВ[1], кандидат биологических наук, доцент

[1]Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация

[2]Московский государственный областной гуманитарный институт, ул. Зеленая, 22, Орехово-Зуево, Московская обл., 142611, Российская Федерация

Исследования проводили с целью оценки эффективности обработки биорегулятором Этафосф (БАВ) – действующее вещество трис (гидроксилметил) фосфин – семян, проростков и вегетирующих растений гречихи (Fagopyrum esculentum Moench) сорта Даша в условиях лабораторного и полевого экспериментов. Препарат использовали в концентрации 10^{-8}, 10^{-7}, 10^{-6} мг д.в./мл. В вариантах с обработкой семян биопрепаратом энергия прорастания и всхожесть увеличились на 36…48 %. Также увеличились показатели длины корневой системы и проростков (в 1,1…1,5 раза), их масса сырая и сухая (на 40…80 %), что свидетельствует о стимулирующем эффекте БАВ. Наибольшие изменения отмечены при предпосевной обработке препаратом в концентрации 10^{-6} мг д.в./мл, наименьшие – при концентрации 10^{-8} мг д.в./мл. В полевом опыте установлено положительное воздействие БАВ в концентрациях 10^{-6} и 10^{-7} мг/мл после второй обработки надземных органов вегетирующих растений в фазе бутонизации. Отмечено положительное влияние исследуемого препарата на элементы архитектоники вегетативной системы,

которые участвуют в синтезе пластических веществ, необходимых для формирования урожая, а также на площадь ассимилирующей поверхности листьев. Обработка препаратом Этафосф в концентрации 10^{-6} мг/мл способствовала увеличению числа соцветий на 1 растении и плодов, по сравнению с контролем, на 25 и 27 %, 10^{-7} мг/мл – на 23 и 26 %, 10^{-8} мг/мл – на 20 и 24 % соответственно.

Ключевые слова: *гречиха, Fagopyrum esculentum Moench, биологически активные вещества, урожай, качество продукции.*

Для цитирования: *Исследование действия биорегулятора «Этафосф» на морфологические показатели и продуктивность гречихи / Р. Ф. Байбеков, О. С. Мишина, С. Л. Белопухов и др. // Земледелие. 2019. № 5. С. 41–45. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10510.*

Для России гречиха – ценная крупяная культура, белок которой состоит из легкорастворимых фракций и сбалансирован по аминокислотному составу, а по биологической ценности близок к белку сухого молока и куриных яиц [1]. При выращивании гречихи ограничено применяют пестициды, используя их малые и сверхмалые дозы, что обеспечивает производство экологически безопасной продукции. Корневые экссудаты растений гречихи оказывают сильное влияние на микробиологическую активность почвы, угнетая гнилостную микрофлору и улучшая тем самым фитосанитарное состояние пахотного слоя [2, 3].

Посевные площади гречихи в 2018 г. составляли 1037 тыс. га, что на 241 тыс. га меньше, чем в 1992 г. [1, 3]. Это связано с внедрением в сельскохозяйственную практику детерминантных сортов гречихи, которые, по сравнению с индетерминантными, отличаются ограниченностью ветвления и более высокой урожайностью. В Московской области в 2015 г. она составляла 13,5 ц/га, в 2016 г. – 28,2 ц/га [4, 5].

Включение в технологию возделывания гречихи биорегуляторов – не только эффективный способ повышения её продуктивности, но и резерв улучшения качества урожая, увеличения устойчивости к абиотическим и биотическим факторам внешней среды [6, 7]. На сегодняшний день имеется ограниченный выбор регуляторов роста растений, которые применяют или испытывают на гречихе. Так, обработка препаратом Экост семян гречихи и опрыскивание посевов в фазе бутонизации – начала цветения приводила к увеличению массы плодов с одного растения на 38 %. Применение на гречихе регулятора роста Эпин-Экстра с нормой расхода 12 мл/га способствовало усилению ростовых процессов, повышению урожайности, улучшению качества семян, увеличению содержания полярных и нейтральных липидов [4, 8]. У сорта Молва эпибрассинолид способствовал повышению доли линоленовой кислоты и отношения линоленовая:линолевая кислот [5, 8]. Аналогично влияние на гречиху оказывали Агроэмистим-экстра (Биолан) или Биоагростим-экстра (Биосил) [9,10,11]. В полевых опытах ВНИИ зернобобовых и крупяных культур препарат Альбит повышал урожайность гречихи на 2,6...4,1 ц/га, массу 1000 семян – на 1...4 %, массу семян с 1 растения – в среднем на 33,8 %. Обработка семян этим препаратом повышала всхожесть на 4...7 %, обеспечивала формирование более мощной (на 3...12 %) корневой системы [4, 9]. Для повышения урожайности и ускорения созревания рекомендуется обработка посевов препаратами Феномелан, Гидрогумат, Мальтамин, Мицефит, Новосил, Агрокор, Карвитол и Циркон, Иммуноцитофит, Силк [12, 13, 14].

В нашей стране из всего ассортимента зарегистрированных регуляторов роста на различных сельскохозяйственных культурах больше всего применяют следующие препараты: гуминовые – на площади 5 млн га, Агат 25-К – 2 млн га, Новосил и Биосил – 800...900 тыс. га, Лариксин – 50...100 тыс. га, Мивал и Крезацин – 100...200 тыс. га, Эмистим – 40 тыс. га. Остальные регуляторы роста растений используют на площади не более 10 тыс. га по каждому из препаратов [15, 16, 17]. Таким образом, в России регуляторы роста растений применяют на площади не более 10 млн га, что составляет менее 10 % от их возможного объема использования.

Цель нашего исследования – оценка эффективности обработки биорегулятором Этафосф (БАВ) семян, проростков и вегетирующих растений гречихи сорта Даша в условиях лабораторного и полевого опытов.

Объект исследования: биопрепарат Этафосф, действующим веществом которого служит трис(гидроксилметил) фосфин, семена, проростки и вегетирующие растения зеленоцветковой гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench) сорта Даша. Сорт детерминантный с укороченным стеблем, высокоурожайный, скороспелый. При проведении исследований контролировали физиологические показатели роста и развития семян, проростков и вегетирующих растений, формирование элементов архитектоники вегетативной системы растений.

Этафосф применяют для предпосевной обработки семян [9]. Для определения влияния препарата на семена и проростки гречихи провели лабораторный опыт, БАВ использовали в трех концентрациях: вариант I – 10^{-6} мг д.в./мл, вариант II – 10^{-7} и вариант III – 10^{-8} мг д.в./мл. Энергию прорастания и всхожесть определяли согласно ГОСТ 12038, также измеряли длину и массу корневых систем на 3, 5, 10 и 15-е сутки после начала опыта. Для проведения эксперимента отбирали по 100 штук семян гречихи, помещали их в чашки Петри на фильтровальную бумагу в 4-х кратной повторности по каждому варианту. Затем приливали по 2,5 мл изучаемого препарата согласно схеме опыта. Контролем служили семена, замоченные в дистиллированной воде. После этого чашки Петри помещали в термостат при температуре 26 °С. В соответствии с ГОСТ 12038 на четвёртые и восьмые сутки определяли энергию прорастания и всхожесть семян. Эффект от применения БАВ определяли путем отношения показателей в экспериментальных вариантах к величинам в контроле, которые принимали за 100 %.

Полевые мелкоделяночные опыты закладывали в соответствии с действующими методическими указаниями на Агробиостанции Московского государственного областного гуманитарного

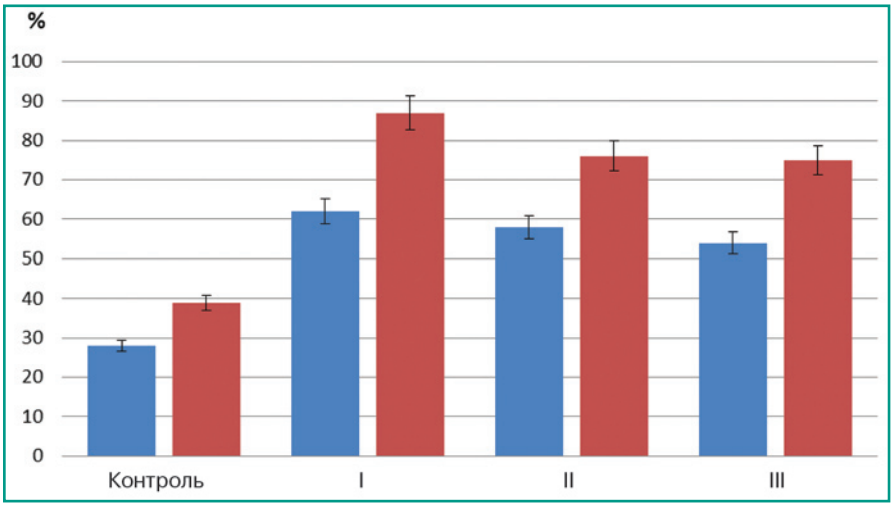


Рис. 1. *Влияние Этафосфа на энергию прорастания и всхожесть семян гречихи сорта Даша в лабораторных условиях: ■ – энергия прорастания, %; ■ – всхожесть, %; I – 10^{-6} мг д.в./мл, II – 10^{-7}, III – 10^{-8} мг д.в./мл.*

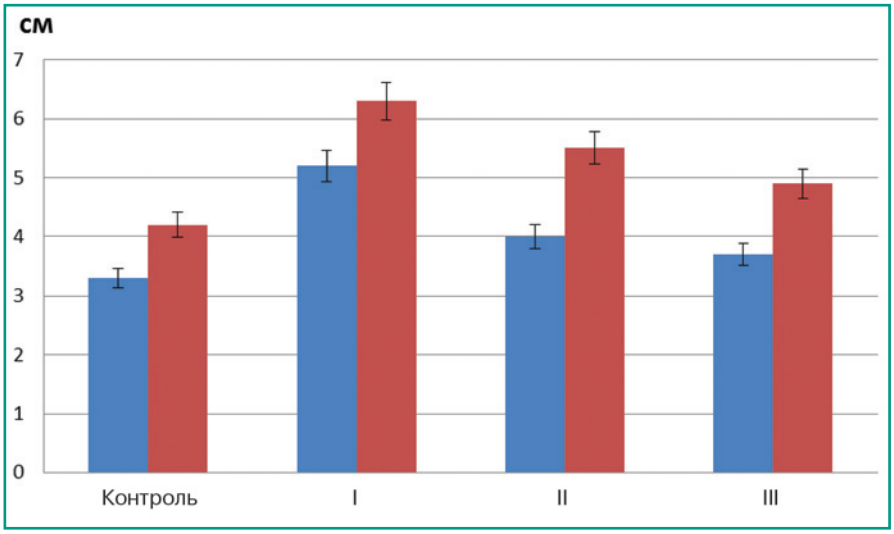


Рис. 2. *Влияние БАВ Этафосф на длину проростков гречихи сорта Даша в условиях лабораторного опыта: ■ – длина проростка через 120 ч, см; ■ – длина проростка через 240 ч, см; I – 10^{-6} мг д.в./мл, II – 10^{-7}, III – 10^{-8} мг д.в./мл.*

института в 2017 и 2018 гг. Общая площадь делянок 4 м², учетная – 1 м². Повторность опытов четырехкратная, размещение рендомизированное. Почва экспериментального участка дерново-подзолистая легкосуглинистая со следующей агрохимической характеристикой слоя (0…20 см): содержание гумуса – 2,2…2,4 %; pH_{KCl} – 5,5. В пересчете на 100 г почвы гидролитическая кислотность (по Каппену) составила 3,1 мг-экв; сумма поглощенных оснований (по Каппену-Гильковицу) – 5,2 мг-экв; содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) – 23,4 мг; обменного калия (по Масловой) – 13,4 мг; минерального азота (нитратная и аммиачная формы) – 3,4 мг.

Посев осуществляли широкорядным способом на глубину 3 см, при прогревании почвы до 15…18 °С. Первую обработку Этафосфом осуществляли путём замачивания семян перед посевом в течение 4 ч. Расход рабочего раствора БАВ – из расчета 17 мл на 1000 шт. семян, концентрации соответствовали вариантам, использованным в лабораторном опыте. Контроль – дистиллированная вода. Вторую обработку препаратом проводили в период бутонизации – начала цветения путем опрыскивания вегетирующих растений препаратом в таких же концентрациях, как при предпосевном замачивании с нормой расхода рабочей жидкости 30 мл/м². В контроле проводили обработку дистиллированной водой. В период вегетации учёт биометрических (морфоструктурных) показателей осуществляли по методике Госсортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989), начиная с фазы всходов и далее через 10 дней до конца вегетации. Отбор проб соответствовал фазам развития растений. Учитывали длину стебля главного и боковых побегов, число боковых побегов всех порядков (I-го, II-го), число и длину междоузлий главного и боковых побегов; число соцветий на главном и боковых побегах, число цветков на главном и боковых побегах. Площадь ассимилирующей поверхности листьев рассчитывали методом высечек (Корнилов, 1968). После уборки определяли структуру урожая, при этом учитывали количество плодов на главном и боковых побегах, массу плодов с одного растения и с 1 м², массу 1000 плодов. Все данные подвергали математической обработке с использованием компьютерной программы TI-TEST, разработанной в Институте физиологии растений РАН (г. Москва).

Агрометеорологические условия в годы исследования незначительно различались по количеству выпавших осадков и температуре воздуха в отдельные фазы роста и развития растений. Гидротермический коэффициент в период вегетации 2017 г. был равен 1,2; в 2018 г. – 1,3.

Всхожесть семян после предпосевного замачивания с использованием БАВ увеличилась, по сравнению с контролем, в 2 раза и составила в варианте I 89 %, варианте II – 76 %, варианте III – 75 %. В контроле величина этого показателя была равна 39 % (рис.1). Энергия прорастания также увеличилась до 60, 58 и 54 % соответственно, против 28 % в контроле.

Стабильность роста проростков и корневых систем – важный фактор, влияющий на рост и развитие будущего растения, его морфобиологические характеристики, устойчивость к неблагоприятным условиям и урожайность. Обработка БАВ оказала большое влияние на длину корневых систем и проростков. На пятые сутки при использовании Этафосфа в концентрации 10^{-6} мг д.в./мл величины этих показателей превышали контроль в 1,5 раза (рис. 2). В вариантах II и III рост и развитие образцов были менее интенсивными, чем в варианте I, но все же длина корневых систем и проростков оказалась больше, чем в контроле на 10…20 %. На десятые сутки длина проростков в варианте с обработкой БАВ в самой высокой из изучаемых концентраций превышала все остальные на 15…50 %. В последующем картина, по сравнению с предыдущими замерами, не изменялась, а растения в вариантах II и III, обработанные препаратом, опережали контрольные образцы на 15…20 %.

Обработка БАВ оказала положительное влияние на массу корневых систем и проростков. Так, в варианте с использованием препарата в концентрации 10^{-6} мг/мл, масса 100 проростков была больше, чем в контроле, на 40…80 %, а у образцов, обработанных БАВ в концентрациях 10^{-7} и 10^{-8} мг/мл – на 15…25 % (рис. 3).

В полевом опыте всхожесть семян при использовании Этафосфа в концентрации 10^{-6} мг/мл была выше, чем в контроле, на 24 %, 10^{-7} мг/мл – на 18 %, 10^{-8} мг/мл – на 13 %. После обработки вегетирующих растений наблюдали интенсивное увеличение роста стебля главного побега в вариантах I и II. Так, на 45-е сутки после обработки при применении препарата в концентрации 10^{-6} мг/мл его длина составляла 72,2±0,7 см, против 61,9±0,6 см в контроле. Затем на 55-е сутки в варианте I длина стебля главного побега достигала 98,2±0,9 см, в варианте II – 94,9±1,2 см, в варианте III – 90,5±0,8 см, в контроле – 85,8±1,0 см. При этом его диаметр после обработки Этафосфом в концентрации 10^{-6} мг/мл был больше, чем в контроле, на 15…24 %.

Максимальное в опыте число боковых побегов также отмечали в варианте I. У растений гречихи, обработанных БАВ в концентрациях 10^{-7} и 10^{-8} мг/мл, наблюдали аналогичную динамику ветвления, и величины их показателей тоже были выше, чем в контроле (табл. 1).

Необходимо отметить, что и на длину боковых побегов наибольшее

1. Влияние БАВ на число боковых побегов первого порядка на разных этапах онтогенеза у растений гречихи сорта Даша в условиях полевого опыта

Вариант	Число боковых побегов первого порядка			
	15 сут.	25 сут.	35 сут.	45 сут.
Контроль	2,1±0,1	2,4±0,4	3,7±0,5	4,1±0,3
БАВ 10^{-6}	2,4±0,3	2,7±0,3	4,4±0,5	5,5±0,5
БАВ 10^{-7}	2,2±0,2	2,6±0,3	4,2±0,6	5,1±0,2
БАВ 10^{-8}	2,2±0,1	2,6±0,4	4,1±0,5	4,9±0,4
$НСР_{05}$	0,4	0,6	0,6	0,7

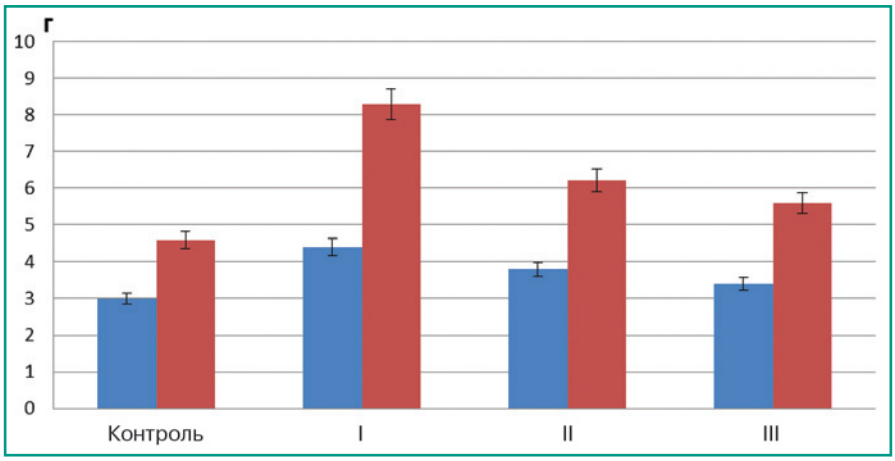


Рис. 3. Влияние БАВ Этафосф на массу 100 проростков гречихи сорта Даша в условиях лабораторного опыта: ■ – масса 100 проростков через 120 ч, г; ■ – масса 100 проростков через 240 ч, г; I – 10^{-6} мг д.в./мл, II – 10^{-7}, III – 10^{-8} мг д.в./мл.

влияние оказало применение БАВ в концентрации 10^{-6} мг/мл. У растений в этом варианте они были длиннее в 1,7...2,6 раза (табл. 2), по сравнению с контролем, одновременно диаметр боковых побегов был больше на 20...27 %.

2. Влияние БАВ на длину боковых побегов первого порядка на разных этапах онтогенеза у растений гречихи сорта Даша в условиях полевого опыта

Вариант	Длина боковых побегов первого порядка, см			
	15 сут.	25 сут.	35 сут.	45 сут.
Контроль	7,5±0,2	9,5±1,0	10,4±0,3	12,3±0,4
БАВ 10^{-6}	12,5±0,1	17,4±0,6	22,9±0,6	31,4±0,3
БАВ 10^{-7}	11,4±0,3	14,5±0,5	19±0,7	27,1±0,5
БАВ 10^{-8}	10,9±0,1	12,9±0,8	18,7±0,7	25,5±0,4
$НСР_{05}$	1,2	1,4	1,7	1,9

Наибольшее число и длина междоузлий отмечено также при использовании раствора БАВ в концентрации 10^{-6} мг/мл. В этом варианте отмечено самое значительное увеличение массы (в 2,1...4,4 раза) и площади листьев (в 1,5...2,0 раза), по сравнению с обработкой препаратом в других концентрациях и контролем (табл. 3).

3. Результаты влияния БАВ на рост и развитие растений гречихи сорта Даша в условиях полевого опыта

Вариант	Масса листьев с 1 растения, г	Площадь листьев, см^2	Число соцветий на 1 растении, шт.	Число плодов на 1 растении, шт.
Контроль	1,55±0,07	0,12±0,01	2,4±0,3	13,4±0,6
БАВ 10^{-6}	6,88±0,24	0,26±0,02	3,2±0,4	18,6±0,5
БАВ 10^{-7}	4,36±0,18	0,18±0,02	3,1±0,4	18,5±0,5
БАВ 10^{-8}	3,36±0,14	0,17±0,02	3,0±0,4	18,1±0,7
$НСР_{05}$	0,9	0,06	0,8	1,2

Больше всего соцветий образовалось на главном стебле и ветвях первого порядка. Обработка препаратом Этафосф в концентрации 10^{-6} мг/мл способствовала увеличению числа соцветий на 1 растении, по сравнению с контролем, на 25 %, 10^{-7} мг/мл – на 23 %, 10^{-8} мг/мл – на 20 %; числа плодов на одном растении – на 27, 26 и 24 % соответственно.

Выводы. Таким образом, в лабораторных условиях обработка семян препаратом Этафосф обеспечивала увеличение энергия прорастания и всхожести на 36...48 %, длины корневой системы и проростков – в 1,1...1,5 раза, их массы сырой и сухой – на 40...80 %. Это свидетельствует о стимулирующем влиянии БАВ на развитие проростков и корневых систем. Наибольшие изменения обеспечивает предпосевная обработка препаратом в концентрации 10^{-6} мг д.в./мл.

В полевом опыте отмечено положительное влияние исследуемого препарата на элементы архитектоники вегетативной системы, которые участвуют в синтезе пластических веществ, необходимых для формирования урожая, а также на площадь ассимилирующей поверхности листьев. Обработка растений Этафосфом в концентрации 10^{-6} мг/мл способствовала увеличению числа соцветий на 1 растении, по сравнению с контролем, на 25 %, 10^{-7} мг/мл – на 23 %, 10^{-8} мг/мл – на 20 %; числа плодов на одном растении – на 27, 26 и 24 % соответственно. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о стимулирующем влиянии биопрепарата на рост и развитие растений гречихи сорта Даша.

Литература.

1. Белопухов С. Л., Гришина Е. А. Исследование химического состава и ростстимулирующего действия экстрактов из гумифицированной льняной костры // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2012. Т. 2. № 1. С. 97–103.

2. Влияние люрастима и бактериородопсина на урожай и качество зерна гречихи / А. В. Коротков, Л. Д. Прусакова, С. Л. Белопухов и др. // Известия ТСХА. 2011. Вып. 1. С. 118–123

3. Роль фитогормонов в регуляции прорастания семян / Е. Э. Нефедьева, С. Л. Белопухов, В. В. Верхотуров и др. // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2013. № 1. С.61–66.

4. Роль фенольных соединений в растениях / Л. Д. Прусакова, В. И. Кефели, С. Л. Белопухов и др. // Агрохимия. 2008. № 7. С. 86–97.

5. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами / Л. Д. Прусакова, Н. Н. Малеванная, С. Л. Белопухов и др. // Агрохимия. 2005. № 11. С. 76–86.

6. Мишина О. С., Белопухов С. Л., Прусакова Л. Д. Физиологические основы применения регуляторов роста Циркона и Карвитола для увеличения продуктивности гречихи // Агрохимия. 2010. № 1. С. 52–78.

7. Действие препаратов – фиторегуляторов на формирование качества зерновых культур / Т. И. Шатилова, И. С. Витол, Я. П. Герчиу и др. // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 12. С. 47–48.

8. Фесенко А. Н., Гуринович И. А., Фесенко Н. В. Перспективы селекции гомостильных популяций гречихи // Аграрная наука. 2008. № 3. С. 10–12.

9. Детерминантные сорта гречихи нового поколения / А. Н. Фесенко, Г. Е. Мартыненко, Н. В. Фесенко и др. // Земледелие. 2012. № 5. С. 38–39.

10. Фесенко А. Н., Фесенко И. Н. Результаты селекции, динамика производства и рынок зерна гречихи (анализ многолетних данных) // Земледелие. 2017. № 3. С. 24–27.

11. Фесенко А. Н. Новые методы селекции гречихи (Fagopyrum esculentum Moench): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Орёл, 2009. 34 с.

12. Байбеков Р. Ф. Влияние длительного применения удобрений на агроэкологическое состояние подзолистых и черноземных почв европейской части России: дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 2003. 243 с.

13. Шмарина Я. Г., Ряскова К. А. Адаптогенное влияние биопрепарата этафосф на растения ячменя (Hordeum vulgare) // Современные научные исследования и разработки. 2016. № 4 (4). С. 89–92.

14. Гришина Е. А., Белопухов С. Л. Исследование волокна льна-долгунца, выращенного с применением экстрактов из гумифицированной льняной костры // Бутлеровские сообщения. 2013. Т. 34. № 4. С. 157–162.

15. Влияние регуляторов роста Люрастима и Моддуса на содержание рутина в семенах гречихи / А. В. Коротков, Л. Д. Прусакова, С. Л. Белопухов и др. // Агрохимия. 2010. № 12. С. 20–25.

16. Мишина О. С., Прусакова Л. Д., Белопухов С. Л. Влияние обработок гречихи

Цирконом и Карвитолом на технические качества зерна // Бутлеровские сообщения. 2010. Т. 20. № 5. С. 72–77.

Effect of Etafosf Bioregulator on the Buckwheat Morphological Indicators and Productivity

R. F. Baybekov[1], O. S. Mishina[2], S. L. Belopukhov[1], R. G. Ivanov[2], N. G. Rakipov[1]
[1]Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ul. Timiryazevskaya, 49, Moskva, 127550, Russian Federation
[2]Moscow State Regional Institute for the Humanities, ul. Zelenaya, 22, Orekhovo-Zuevo, Moskovskaya obl., 142611, Russian Federation

Abstract. *The studies were carried out to assess the effectiveness of Etafosf bioregulator (BAS) for the treatment of seeds, seedlings and vegetating plants of buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) 'Dasha' under laboratory and field conditions. The active substance is Tris (hydroxylmethyl) phosphine. The preparation was used at concentrations of 10E-8, 10E-7, 10E-6 mg/mL a.s. In variants with seed treatment with the preparation, germination energy and germination ability increased by 36–48%. Also, the length of the root system and seedlings increased 1.1–1.5 times, their wet and dry weight rose by 40–80%, which indicated the stimulating effect of the preparation. The greatest changes were observed at the presowing treatment with the preparation at the concentration of 10E-6 mg/mL, the concentration of 10E-8 mg/mL caused the least changes. In the field experiment, a positive effect of the BAS was established in the concentrations of 10E-6 and 10E-7 mg/mL after the second treatment of the above-ground organs of vegetative plants in the budding phase. The positive effect of the studied preparation on the elements of the architectonics of the vegetative system, which are involved in the synthesis of plastic substances necessary for the yield formation, as well as on the area of the leaf surface assimilating, was noted. Treatment with Etafosf at the concentration of 10E-6 mg/mL contributed to an increase in the number of inflorescences and fruits per 1 plant, as compared with the control, by 25% and 27%, 10E-7 mg/mL – by 23% and 26%, 10E-8 mg/mL – by 20% and 24%, respectively.*

Keywords: *buckwheat; Fagopyrum esculentum Moench; biologically active substances; harvest; product quality.*

Author Details: *R. F. Baybekov, D. Sc. (Agr.), corresponding member of the RAS, prof.; O. S. Mishina, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: olyamishin@yandex.ru); S. L. Belopukhov, D. Sc. (Agr.), prof. (e-mail: belopuhov@mail.ru); R. G. Ivanov, post graduate student; N.G. Rakipov, Cand. Sc. (Biol.), assoc. prof.*

For citation: *Baybekov R. F., Mishina O. S., Belopukhov S. L., Ivanov R. G.; Rakipov N. G. Effect of Etafosf Bioregulator on the Buckwheat Morphological Indicators and Productivity. Zemledelije. 2019. No. 5. Pp. 41–45 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10510.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10511
УДК 632.934.1

Биологическая эффективность инсектицидов разных классов против яблонного цветоеда (*Anthonomus pomorum*) на яблоне

С. В. ДМИТРИЕВА, аспирант (e-mail: s.v.dmitriyeva@yandex.ru)
С. Я. ПОПОВ, доктор биологических наук, профессор (e-mail: sergei_ya_popov@timacad.ru)
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация

Резюме. *Цель исследований – оценить биологическую эффективность инсектицидов разных классов против яблонного цветоеда (Anthonomus pomorum L., Coleoptera: Curculionidae). Работу проводили в г. Москве в 2017–2018 гг. Обработку яблонь сортов Мельба, Народное, Спартан, Антоновка обыкновенная против перезимовавших жуков яблонного цветоеда осуществляли ранцевым опрыскивателем в начале фазы бутонизации. В 2017 г. испытывали два инсектицида, разрешенных для применения на яблоне – Кораген, КС (200 г/л хлорантранилипрола) и Ланнат, СП (250 г/кг метомила) в сравнении с эталоном Карбофос-500, КЭ (500 г/л малатиона). В 2018 г. исследовали биологическую эффективность (БЭ) инсектицидов: Кораген, КС; Ланнат, СП; Калипсо, КС (480 г/л тиаклоприда); Белт, КС (480 г/л флубендиамида) и Проклэйм, ВРГ (50 г/л эмамектина бензоата); эталон – Карбофос-500, КЭ. Все препараты применяли в рекомендованных производителями нормах. В условиях 2017 г. высокую БЭ показал инсектицид Кораген, КС – 82,9 %, в варианте с препаратом Ланнат, СП она была ниже – 65,9 % (эталон Карбофос-500, КЭ – 80,7 %). В 2018 г. высокую БЭ продемонстрировали инсектициды Калипсо, КС (82,9 %) и Кораген, КС (80,5 %). Ощутимо меньше она была при использовании препаратов Ланнат, СП (58,3 %), Белт, КС (65,7 %), Проклэйм, ВРГ (53,7 %) и эталонного инсектицида Карбофос-500, КЭ (47,2 %). Относительно высокая БЭ Корагена, КС может быть объяснена его высоким остаточным действием и трансламинарным эффектом, он рекомендован производителем на ряде культур против жесткокрылых вредителей, инсектицида Калипсо, КС – системным проникающим действием, он прямо рекомендован против яблонного цветоеда на яблоне. На основании результатов исследований можно рекомендовать для инсектицидного препарата Кораген, КС расширение списка целевых вредителей на яблоне после соответствующих регистрационных испытаний.*

Ключевые слова: *яблонный цветоед, Anthonomus pomorum, яблоня, Malus domestica, инсектициды, биологическая эффективность.*

Для цитирования: *Дмитриева С. В., Попов С. Я. Биологическая эффективность инсектицидов разных классов против яблонного цветоеда (Anthonomus pomorum) на яблоне // Земледелие. 2019. № 5. С. 45–47. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10511.*

Яблонный цветоед (*Anthonomus pomorum* L.) (Coleoptera: Curculionidae) – опасный вредитель яблони и груши [1, 2, 3]. Ассортимент используемых против него инсектицидов достаточно широк, но их основная часть представлена фосфорорганическими соединениями и синтетическими пиретроидами. Несмотря на высокую биологическую эффективность, фосфорорганические соединения – основные загрязнители садовых агроценозов [4, 5]. По мнению Г. В. Быстрой [6], на фоне применения фосфорорганических и пиретроидных инсектицидов происходит резкое нарастание численности тетраниховых клещей, что требует дополнительных обработок дорогостоящими акарицидами.

Часто владельцы садов считают, что большинство химических инсектицидов, разрешенных для применения на яблоне против насекомых-вредителей, может быть эффективно против всего комплекса вредителей. В рекомендациях фирм-производителей пестицидов не всегда аргументировано, почему тот или иной инсектицид предназначен против того или иного вида вредителя. Например, препарат Кораген, КС рекомендован производителем на яблоне против листоверток, включая яблонную плодожорку, но не против жесткокрылого насекомого яблонного цветоеда, а на картофеле он же предназначен для борьбы с жесткокрылым насекомым колорадским жуком.

Цель нашей работы – оценить биологическую эффективность химических инсектицидов разных классов, разрешенных к применению на яблоне, в отношении яблонного цветоеда.

Исследования проводили в г. Москве на Плодовой станции (в 2017 г.) и в Мичуринском саду (в 2018 г.) РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. Обработку яблонь сортов Антоновка обыкновенная, Мельба, Народное, Спартан инсектицидами против перезимовавших жуков яблонного цветоеда осуществляли в начале фазы бутонизации (в первой декаде мая).

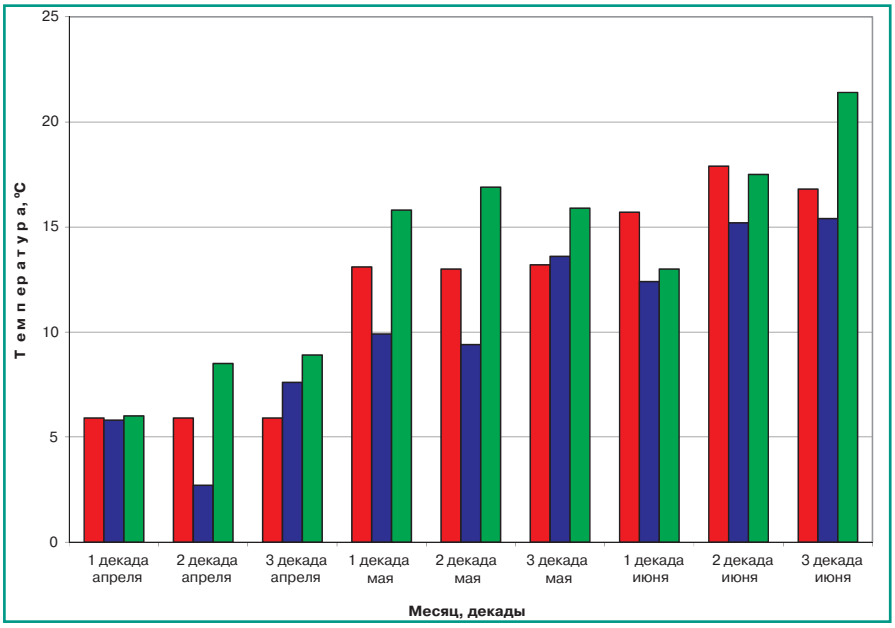


Рис. 1. Среднедекадные температуры воздуха в первой половине вегетационного периода в условиях г. Москвы, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2017–2018 гг.: ■ – многолетние данные; ■ – 2017 г.; ■ – 2018 г.

Весной в апреле и мае 2017 г. период дополнительного питания перезимовавших жуков яблонного цветоеда вплоть до начала фазы бутонизации и откладки первых яиц отличался более низкими температурами воздуха (рис. 1) и повышенным количеством осадков (рис. 2), по сравнению со средними многолетними данными. В тот же период 2018 г. среднедекадные температуры превышали среднемноголетние показатели, а суммы осадков практически не отличались от нормы, что ускорило прохождение фенофаз растения-хозяина и вредителя, но, вместе с тем, увеличило заселенность бутонов яйцами яблонного цветоеда.

Весной 2017 г. в отношении перезимовавших жуков яблонного цветоеда оценивали биологическую эффективность инсектицидов Кораген, КС (200 г/л хлорантранилипрола, класс антраниламиды) в норме применения препарата из расчёта 0,2 л/га и Ланнат, СП (250 г/кг метомила, класс производные карбаматов) в норме применения препарата из расчёта 1,5 кг/га. Эталоном служил инсектицид Карбофос-500, КЭ (500 г/л малатиона, класс фосфорорганические соединения), применяемый в норме 1 л/га [7].

Весной 2018 г. в схему опыта были дополнительно включены препараты Калипсо, КС (480 г/л тиаклоприда, класс хлорникотинилы) в норме расхода 0,3 л/га, Белт, КС (480 г/л флубендиамида, класс диамиды фталевой кислоты) – 0,4 л/га и Проклэйм, ВРГ (50 г/л эмаметина бензоата, класс авермектины + биологические пестициды) – 0,4 кг/га [8].

Инсектициды применяли в 5-кратной повторности (5 деревьев для каждого варианта) [9]. Делянки яблонь без обработки изучаемыми препаратами служили контролем. Ширина междурядий – 5 м, расстояние между деревьями в ряду – 4 м.

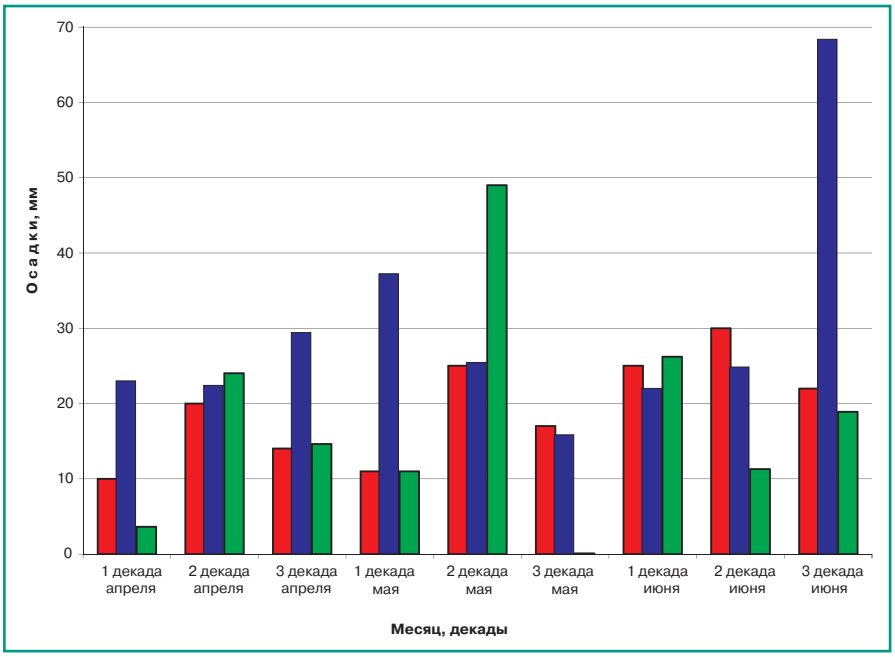


Рис. 2. Среднедекадные суммы осадков в в первой половине вегетационного периода в условиях г. Москвы, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2017–2018 гг.: ■ – многолетние данные; ■ – 2017 г.; ■ – 2018 г.

Биологическую эффективность инсектицидов в отношении яблонного цветоеда рассчитывали по снижению степени поврежденности бутонов относительно контроля (без обработки). Расчеты осуществляли по стандартной формуле Аббота.

В 2017 г. первые перезимовавшие жуки яблонного цветоеда были зафиксированы 8 мая, первые яйцекладки – 12 мая. Фаза бутонизации протекала с 10 мая по 31 мая. Обработку против жуков яблонного цветоеда провели 13 мая, первые осадки после опрыскивания выпали только 16 мая. Существенное снижение степени поврежденности бутонов яблони яблонным цветоедом (табл. 1) обеспечило применение препарата Кораген, КС (БЭ = 82,9 %) и Карбофос-500, КЭ (БЭ = 80,7 %). Препарат Ланнат, СП показал более низкую биологическую эффективность (БЭ = 65,9 %).

В 2018 г. первые перезимовавшие жуки яблонного цветоеда зафиксированы 28 апреля, первые яйцекладки в бутоны – 3 мая. Фазу бутонизации на разных сортах яблони наблюдали с 29 апреля по 21 мая. Обработку против жуков яблонного цветоеда провели 4 мая, при этом первые осадки после опрыскивания зафиксированы 8 мая.

Существенное снижение степени поврежденности бутонов яблонным цветоедом отмечено в вариантах с применением препаратов Кораген, КС (БЭ = 80,8 %) и Калипсо, КС (БЭ = 82,9 %). Другие инсектициды продемонстрировали более низкую биологическую эффективность, в частности, Ланнат,

1. Биологическая эффективность инсектицидов против яблонного цветоеда, 2017 г.

Вариант	Норма расхода препарата (л/га, кг/га)	Поврежденность бутонов яблони, %	Биологическая эффективность, %
Без обработки (контроль)	–	50,1 ± 13,3	–
Кораген, КС	0,2	8,5 ± 2,9	82,9
Ланнат, СП	1,5	17,1 ± 0,6	65,9
Карбофос-500, КЭ	1,0	9,7 ± 1,6	80,7

2. Биологическая эффективность инсектицидов против яблонного цветоеда, 2018 г.

Вариант	Норма расхода препарата (л/га, кг/га)	Поврежденность бутонов яблони, %	Биологическая эффективность, %
Без обработки (контроль)	–	21,6 ± 2,2	–
Кораген, КС	0,2	4,2 ± 2,5	80,5
Ланнат, СП	1,5	9 ± 2	58,3
Калипсо, КС	0,3	3,8 ± 2,5	82,4
Белт, КС	0,4	7,4 ± 1,7	65,7
Проклэйм, ВРГ	0,4	10 ± 1,4	53,7
Карбофос 500, КЭ	1,0	11,4 ± 2,7	47,2

СП – 58,3 %, Белт, КС – 65,7 %, Проклэйм, ВРГ – 53,7 %, Карбофос-500, КЭ – 47,2 % (табл. 2).

По нашему мнению, эффективность в отношении яблонного цветоеда инсектицида Кораген, КС может быть объяснена его высоким остаточным действием и трансламинарным эффектом, к тому же он рекомендован производителем химического средства против жесткокрылых вредителей (на картофеле – против колорадского жука), препарат Калипсо, КС обладает системным проникающим действием и прямо рекомендован против яблонного цветоеда [10, 11, 12]. Относительно низкая биологическая эффективность инсектицидов Ланнат, СП, Белт, КС и Проклэйм, ВРГ может быть связана с отсутствием у них надлежащих свойств, по сравнению с первыми двумя препаратами; согласно указанным производителями химических средств спектрам действия, они не нацелены против жесткокрылых насекомых [13, 14, 15].

В результате исследований установлено, что для применения на яблоне против яблонного цветоеда высокоэффективны только инсектициды, рекомендованные для борьбы с жесткокрылыми насекомыми. В условиях 2017 г. высокую биологическую эффективность показали Кораген, КС (82,9 %), эталон Карбофос-500, КЭ (80,7 %). В 2018 г. существенное снижение степени поврежденности бутонов яблони яблонным цветоедом обеспечило применение инсектицидов Кораген, КС и Калипсо, КС (80,5 и 82,9 % соответственно). Высокая биологическая эффективность Корагена, КС в отношении яблонного цветоеда обусловлена значительным остаточным действием и трансламинарным эффектом, Калипсо, КС – системным проникающим действием, а также направленностью препаратов против насекомых отряда жесткокрылых. На основании результатов исследований можно рекомендовать для инсектицидного препарата Кораген, КС включение, после соответствующих регистрационных испытаний, в список целевых вредителей яблонного цветоеда.

***Благодарности**: Авторы выражают признательность руководству компаний «Байер» и «DuPont» за предоставление сертифицированных препаратов для проведения опытов.*

Литература.

1. Васильев В. П. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений: Т. 2. Вредные членистоногие, позвоночные. 2-е изд., испр. и доп. Киев: Урожай, 1988. 576 с.

2. Третьяков Н. Н. Яблонный цветоед: биоэкология, вредоносность, защита. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2007. 62 с.

3. Попов С. Я., Дмитриева С. В. К-факторные таблицы выживания популяций яблонного цветоеда (Anthonomus pomorum), обитающих на яблоне и груше на урбанизированных территориях // Материалы съезда Русского энтомологического общества (Новосибирск, 31 июля – 7 августа 2017 г.). Новосибирск: Издательство «Гарамонд», 2017. С. 399.

4. Подгорная М. Е. Контроль остаточных количеств инсектицидов, применяемых в системах защиты яблони. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2013. 136 с.

5. Келдибеков А. А., Насонова Г. В. Совершенствование химической системы защиты яблони против вредителей с помощью инсектицидов Кораген и Авант // Современое садоводство. 2017. № 1. С. 52–58.

6. Быстрая Г. В. Защита яблони должна стать более экологичной // Защита и карантин растений. 2014. № 5. С. 20–22.

7. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации // Приложение к журналу Защита и карантин растений № 5, 2017. 792 с.

8. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации // Приложение к журналу Защита и карантин растений № 5, 2018. 816 с.

9. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, молюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве / Под ред. В. И. Долженко. СПб: ВИЗР, 2009. С 225–227.

10. Кораген – URL: http://www.dupont.ru/content/dam/dupont/products-and-services/crop-protection/documents/ru_ru/presentations/DCP_RU_Coragen_-potato_presentation_2016.

11. Калипсо – URL: https://www.cropscience.bayer.ru/product/kalipso.

12. Maciesiak A. Calypso 480 SC wzwalczaniu mszyc // Miesiecznik praktycznego sadownictwa. 2010. № 5. S. 67.

13. Ланнат – URL: http://www.dupont.ru/content/dam/dupont/products-and-services/crop-protection/documents/ru_ru/presentations/DCP_RU_Lannate_-presentation_2016.

14. Белт – URL: https://www.cropscience.bayer.ru/product/belt.

15. Проклэйм – URL: https://www.syngenta.ru/products/crop-protection-/insecticides/proclaim.

Biological Efficacy of Insecticides of Different Classes against Apple Blossom Weevil (*Anthonomus pomorum*) on Apple Trees

S. V. Dmitrieva, S. Ya. Popov
Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ul. Timiryazevskaya, 49, Moskva, 127550, Russian Federation

***Abstract.** The purpose of the research was to evaluate the biological efficacy of insecticides of different classes against apple blossom weevil (Anthonomus pomorum L., Coleoptera: Curculionidae). The studies were carried out in Moscow in 2017–2018. Apple trees of Melba, Narodnoe, Spartan, and Antonovka Obyknovennaya varieties were treated with a knapsack sprayer against overwintered apple blossom weevils at the beginning of the budding phase. In 2017, two insecticides approved for use on apple trees: Coragen, SC (chlorantraniliprole 200 g/L) and Lannate, WP (methomyl 250 g/kg) were tested in comparison with Karbofos-500, EC (malathion 500 g/L). In 2018, the biological efficacy (BE) of insecticides was investigated: Coragen, SC; Lannate, WP; Calypso, SC (Thiacloprid 480 g/L); Belt, SC (flubendiamide 480 g/L) and Proclaim, WSG (emamectin benzoate 50 g/L); the standard was Karbofos-500, EC. All preparations were used in the rates recommended by manufacturers. In 2017, Coragen, SC showed high BE – 82.9%; Lannate, WP found lower biological efficacy – 65.9%; the BE of the standard Karbofos-500, EC was 80.7%. In 2018, Calypso, SC and Coragen, SC showed a high BE (82.9% and 80.5%, respectively); Lannate, WP (58.3%), Belt, SC (65.7%), Proclaim, WSG (53.7%) and standard insecticide Karbofos-500, EC (47.2%) were significantly less effective. The relatively high BE of Coragen, SC can be explained by its high residual effect and translaminar effect, it is recommended by the manufacturer against coleopterous pests for a number of crops. Biological efficiency of Calypso, SC can be explained by systemic penetrating action, it is directly recommended against apple blossom weevil. Based on the research, it is possible to propose extending the list of target pests on the apple tree for the insecticidal preparation Coragen, SC by conducting the corresponding registration tests.*

***Keywords:** apple blossom weevil; Anthonomus pomorum; apple tree; Malus domestica; insecticides; biological efficiency.*

***Author Details:** S. V. Dmitrieva post graduate student (e-mail: s.v.dmitriyeva@yandex.ru); S. Ya. Popov, D. Sc. (Biol.) prof. (e-mail: sergei_ya_popov@timacad.ru).*

***For citation:** Dmitrieva S. V., Popov S. Ya. Biological efficacy of insecticides of different classes against the apple blossom weevil (Anthonomus pomorum) on apple. Zemledelie. 2019. Vol. 33. No. 5. Pp. 45–47 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10511.*

Сила корней в действии

Визуальное сравнение растений вариантов опыта на озимой пшенице после перезимовки. Тамбовская обл, апрель 2019 г.

Низкие температуры, притертая ледяная корка, неинфекционное выпревание, вымокание, оттепели, резкие перепады температуры уже после начала вегетации — главные факторы плохой перезимовки, которые повлияли на снижение потенциала урожайности в сезоне 2019 года.

Сократить риски, связанные с выпреванием, можно обработкой семян безопасным для культуры препаратом, имеющим в составе действующие вещества из разных химических групп и с различным механизмом действия. Системное действие необходимо для контроля семенной инфекции, а контактное — для подавления почвенной инфекции. Это позволяет оптимизировать норму высева независимо от предшественника и влагообеспеченности осенью, а также сформировать оптимальную густоту стояния растений для перезимовки.

Хорошо зарекомендовавшие продукты для обработки семян СЕЛЕСТ® МАКС, МАКСИМ® ФОРТЕ и другие эффективны против комплекса болезней, вызывающих выпревание. Но их действие к началу зимы «выдыхается», а выпревание случается и в начале весны, когда переросшие растения пшеницы «добирают» последние запасы сахаров.

Профессор в области питания растений Пенсильванского университета Джонатан Линч уверен: «Корни — ключ ко второй “зеленой революции”».

Компания «Сингента» разработала линейку продуктов с молекулой седаксана которая способствует формированию развитой и здоровой корневой системы. Седаксан – действующее вещество с новым механизмом действия на патогены SDHI (ингибитор фермента сукцинатдегидрогеназы), подавляющим развитие патогенов на энергетическом уровне. Отличительной особенностью седаксана является способность равномерно распределяться по тканям растущей корневой системы, защищая ее по мере развития. Первым представителем данного «семейства», получившим регистрацию в России, стал препарат ВАЙБРАНС® ИНТЕГРАЛ.

Благодаря уникальному составу с тремя фунгицидными действующими веществами с различным механизмом действия ВАЙБРАНС® ИНТЕГРАЛ позволяет контролировать максимально возможный спектр как семенной и почвенной инфекции, включая трудноискоренимый фузариозно-ризоктониозный комплекс, а также снежную плесень и тифулез.

Визуальное сравнение растений вариантов опыта на озимой пшенице после перезимовки. Краснодарский край, апрель 2019 г.

Инсектицидный компонент «спасает» от вредителей всходов — начала кущения колосовых культур, а именно проволочниках, жужелицах, злаковых мухах, хлебных блошках и цикадках.

Исключив вредоносные факторы, ВАЙБРАНС® ИНТЕГРАЛ помогает растениям формировать здоровую, мощную корневую систему, способную лучше усваивать влагу, удобрения и противостоять засухе и стрессам.

Полевые объезды и мониторинг развития растений с различными вариантами обработки семян показывают, что в варианте с ВАЙБРАНС® ИНТЕГРАЛ посевы озимой пшеницы выглядят значительно более развитыми, имеют более высокий процент перезимовки по сравнению с другими вариантами опыта.

ВАЙБРАНС® ИНТЕГРАЛ — единственный в России четырехкомпонентный инсектофунгицидный SDHI-продукт, который позволяет сдерживать болезни и вредителей всходов, исключает недостатки протравливающей техники и баковых смесей.

Технология «Формула М» обеспечивает равномерное покрытие поверхности семян и надежную сохранность продукта на семенах и его эффективность даже после многочисленных транспортировок.

ВАЙБРАНС® ИНТЕГРАЛ сочетает в себе прогрессивные и инновационные разработки в сфере защиты семян компании «Сингента» за последнее десятилетие, которые широко используются во всем мире.

Биологическая эффективность протравителей против почвенной инфекции, %

Продукт	Fusarium spp.	Alternaria spp.	Bipolaris sorokiniana	Rhizoctonia spp	Aspergillus spp. + *Penicillium spp.*
Стандарт (четырехкомпонентный протравитель)	85	92	95	44	100
ВАЙБРАНС® ИНТЕГРАЛ	98	100	93	86	100

$НСР_{05}$ = 2,3.

Узнайте больше о продукции компании «Сингента» по телефону горячей линии агрономической поддержки 8 800 200–82–82, а также на сайте www.syngenta.ru

syngenta®

Министерство
сельского хозяйства
Российской Федерации

Российская агропромышленная выставка

ЗОЛОТАЯ ОСЕНЬ 2019

МОСКВА ВДНХ

9–12 октября

Сельскохозяйственная техника и оборудование для АПК

- Почвообрабатывающие и посевные машины
- Тракторы
- Техника для внесения удобрений и защиты растений
- Техника для заготовки кормов
- Машины для возделывания и уборки и послеуборочной обработки картофеля, овощей и сахарной свёклы
- Машины и оборудование для мелиоративных работ
- Оборудование для послеуборочной обработки, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции
- Погрузочные средства, техника для транспортировки, транспортные средства, спецтранспорт
- Оборудование для технического сервиса, запчасти и комплектующие, горюче-смазочные материалы

ВОЗМОЖНОСТИ ВНЕ ГРАНИЦ

70-300мм

- ПОЛНЫЙ СПЕКТР ОТРАСЛЕЙ АПК НА ОДНОЙ ПЛОЩАДКЕ
- МЕСТО ВСТРЕЧИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ВЛАСТЕЙ И БИЗНЕСА
- ДЕМОНСТРАЦИЯ ДОСТИЖЕНИЙ ЛИДЕРОВ РОССИЙСКОГО И ЗАРУБЕЖНОГО АПК

0+

www.goldenautumn.moscow

+7 (495) 256-80-48

ВЫГОДНЕЕ, ЧЕМ ВЫ ДУМАЛИ

СЕЛЕСТ® МАКС

СМЕШАН В ОПТИМАЛЬНЫХ ПРОПОРЦИЯХ

Селест® Макс
Формула М

syngenta®

Агрономическая поддержка компании «Сингента» 8 800 200-82-82
www.syngenta.ru

ЗАГРУЗИТЕ В App Store
ЗАГРУЗИТЕ В Google Play

Мобильное приложение
«Сингента Россия»

ISSN 0044-3913. Земледелие. 2019. № 5.1 - 48. Индекс 70329.