



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КРЫМА

ТАВРИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК АГРАРНОЙ НАУКИ

научный журнал

ISSN 2542-0720



№ 3 (15)
2018



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КРЫМА»

ТАВРИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК АГРАРНОЙ НАУКИ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

TAURIDA HERALD
OF THE AGRARIAN SCIENCES

№ 3 (15)

2018

ФГБУН «НИИСХ Крыма»

ТАВРИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК АГРАРНОЙ НАУКИ

научный журнал

ISSN 2542-0720

Главный редактор - Паштецкий В.С.
Зам. главного редактора - Дидович С.В.
Зам. главного редактора - Радченко Л.А.
Ответственный редактор - Мягих Е.Ф.
Выпускающий редактор - Овчаренко Н.С.
Технический редактор - Козак И.Е.
Ответственный секретарь - Дунаева Е.А.

Адрес редакции:

295493, Республика Крым,
г. Симферополь, ул. Киевская, 150,
т/ф. (3652) 560-390,
e-mail: tavestnik@niishk.ru

Издатели:

ФГБУН «НИИСХ Крыма», 295493,
Республика Крым, г. Симферополь,
ул. Киевская, 150,
т/ф. (3652) 560-007,
e-mail: priemnaya@niishk.ru

ФГБНУ «АНЦ «Донской», 347740,
Ростовская обл., Зерноградский р-н,
г. Зерноград, ул. Научный городок, 3,
т/ф. (863-59) 41-4-68,
e-mail: vniizk30@mail.ru

Формат 60x84/8, усл. печ. л. 10.00
Заказ № 11А/28.
Тираж 500 экз.

Подписано к печати 15.10.2018.
Отпечатано с оригинал-макета
в типографии ИП Бражников Д.А.,
295053, Республика Крым,
Симферополь, ул. Оленчука, 63,
тел.: +7 978 71-72-902
e-mail: braznikov@mail.ru

Дата выхода: 07.12.2018 г.
Дизайн и верстка - Н.С. Овчаренко,
Е.А. Дунаева
© ФГБУН «НИИСХ Крыма», 2018.
© Авторы статей, 2018.
© Авторы иллюстраций, 2018.

№ 3 (15), 2018

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Алабушев А.В., д.с.-х.н., профессор, академик РАН, директор ФГБНУ «АНЦ «Донской»; Алексеева К.Л., к.с.-х.н., ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства; Архипов М.В., д.б.н., профессор ФГБНУ АФИ, зам. директора СЗЦППО; Ахмедов А.Д., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ»; Бабанина С.С., к.с.-х.н., ФГБУН «НИИСХ Крыма»; Бабина Р.Д., к.с.-х.н., ФГБУН «НБС-ННЦ»; Бабицкий Л.Ф., д.т.н., профессор АБиП ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»; Баденко В.Л., д.т.н., профессор СПбПУ; Бастаубаева Ш.О., к.с.-х.н. Казахский НИИ земледелия и растениеводства, Боровой Е.П., д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ»; Гербер Ю.Б., д.т.н., профессор АБиП ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского»; Гревцова С.А., к.б.н., ФГБОУ ВО «Горский ГАУ»; Дидович С.В., к.с.-х.н., ФГБУН «НИИСХ Крыма»; Донник И.М., д.б.н., профессор, академик РАСХН, вице-президент РАН; Дунаева Е.А., к.т.н., ФГБУН «НИИСХ Крыма»; Егорова Н.А., д.б.н., ФГБУН «НИИСХ Крыма»; Завалий А.А., д.т.н., профессор ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»; Клименко Н.П., к.т.н., ФГБОУ ВО «КГМТУ»; Козырев А.Х., д.с.-х.н., профессор ФГБОУ ВО «Горский ГАУ»; Кудзаев А.Б., д.т.н., профессор ФГБОУ ВО «Горский ГАУ»; Лупян Е.А., д.т.н., ФГБУН «ИКИ РАН»; Мельничук Т.Н., д.с.-х.н., ФГБУН «НИИСХ Крыма»; Митрофанова И.В., д.б.н., ФГБУН «НБС-ННЦ», профессор ФГБОУ ВПО «Уральский ГАУ»; Мишнёв А.В., к.с.-х.н., ФГБУН «НИИСХ Крыма»; Моисеев К.Г., к.т.н., ФГБНУ АФИ; Мягих Е.Ф., к.б.н., ФГБУН «НИИСХ Крыма»; Надыкта В.Д., д.т.н., профессор, академик РАН, вице-президент ВПРС МОББ, чл.-корр. Академии технологических наук, директор ФГБНУ ВНИИБЗР; Невкрытая Н.В., к.б.н., ФГБУН «НИИСХ Крыма»; Немтинов В.И., д.с.-х.н., ФГБУН «НИИСХ Крыма»; Овчаренко Н.С., к.б.н., ФГБУН «НИИСХ Крыма»; Остапчук П.С., к.с.-х.н., ФГБУН «НИИСХ Крыма»; Паштецкий В.С., д.с.-х.н., директор ФГБУН «НИИСХ Крыма»; Пругатарь Ю.В., д.с.-х.н., директор ФГБУН «НБС-ННЦ»; Просяникова И.Б., к.б.н., Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»; Радченко Л.А., к.с.-х.н., ФГБУН «НИИСХ Крыма»; Сейтумеров Э.Э., к.т.н., ФГБУН «НИИСХ Крыма»; Скипор О.Б., к.с.-х.н., ФГБУН «НИИСХ Крыма»; Soytong K., Dr.Ph., president of Association of Agricultural Technology in Southeast Asia, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang; Соколенко О.Н., к.т.н., ФГБОУ ВО ФГБОУ ВО «КГМТУ»; Тарасенко В.С., д.г.-м.н., профессор, ФГБУН «НИИСХ Крыма»; Терлеев В.В., д.с.-х.н., профессор СПбПУ; Тимашёва Л.А., к.с.-х.н., ФГБУН «НИИСХ Крыма»; Тихонович И.А., д.б.н., академик РАН, директор ФГБНУ «ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии»; Тищенко А.П., д.с.-х.н., Крымский филиал ФГБНУ «РосНИИПМ»; Топунов А.Ф., д.б.н., профессор ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН; Турина Е.Л., к.с.-х.н., ФГБУН «НИИСХ Крыма»; Фарниев А.Т., д.с.-х.н., профессор ФГБОУ ВО «Горский ГАУ»; Ходяков Е.А., д.с.-х.н., профессор ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ»; Цаценко Л.В., д.б.н., профессор ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ; Цуккиев Б.Г., д.с.-х.н., профессор ФГБОУ ВО «Горский ГАУ»; Чайковская Л.А., д.с.-х.н., ФГБУН «НИИСХ Крыма»; Чеходариди Ф.Н., д.в.н., профессор ФГБОУ ВО «Горский ГАУ»; Шагапсов С.Х., д.б.н., профессор «Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х.М. Бербекова».

В журнале печатаются ранее неопубликованные работы проблемного, экспериментального и методического характера по важнейшим фундаментальным и прикладным направлениям биологической, сельскохозяйственной и технической науки.

С 22 марта 2018 г. журнал включен в утвержденный ВАК Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Тематические направления журнала:

Биологические науки 03.00.00:

03.02.00 – Общая биология

03.02.03 – Микробиология

03.02.14 – Биологические ресурсы

Сельскохозяйственные науки 06.00.00:

06.01.00 – Агрономия

06.01.01 – Общее земледелие

06.01.02 – Мелиорация, рекультивация и охрана земель

06.01.05 – Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

Технические науки 05.00.00:

05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем

05.20.01 – Технология и средства механизации сельского хозяйства

Согласно договору с Научной электронной библиотекой eLIBRARY.RU №708-11/2015 от 09.11.2015 г. журнал включён в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Каждой статье, опубликованной в журнале, редакция издания присваивает идентификатор цифрового объекта DOI.

Материалы издания выборочно включаются в Международную систему научно-технической информации по сельскому хозяйству (AGRIS)

Научный журнал «Таврический вестник аграрной науки» (“Taurida Herald of the Agrarian Sciences“) основан в 2013 г. Официальный сайт журнала - <http://tvan.niishk.ru/>

Издание зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций Российской Федерации: ПИ № ФС 77-67084 от 15.09.2016 г.

Учредитель – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» (ФГБУН «НИИСХ Крыма»).

Founder – Federal State Budget Scientific Institution “Research Institute of Agriculture of Crimea”, 295493, Republic of Crimea, Simferopol, Kievskaya Str., 150.

E-mail: priemnaya@niishk.ru

Периодичность выхода научного журнала «Таврический вестник аграрной науки» - четыре раза в год. Подписной индекс - 65981

СОДЕРЖАНИЕ

Архипов М. В., Прияткин Н. С., Гусакова Л. П. ВЫЯВЛЕНИЕ СКРЫТОЙ ДЕФЕКТНОСТИ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ МИКРОФОКУСНОЙ РЕНТГЕНОГРАФИИ	8
Безух Е. П. ИНТЕНСИВНЫЕ ПЛОДОВЫЕ ПИТОМНИКИ	15
Бражников В. Н., Бражникова О. Ф., Бражников Д. В. РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В ПЕНЗЕНСКОМ НИИСХ	24
Золкина Е. И. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ПОКАЗАТЕЛИ БАЛАНСА ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ	34
Иванченко В. И., Зотиков А. Ю., Мельничук Т. Н., Каменева И. А., Якубовская А. И. ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСОВ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА РАЗВИТИЕ ФИТОПАТОГЕНОВ ВО ВРЕМЯ СТРАТИФИКАЦИИ ВИНОГРАДНЫХ ПРИВИВОК	47
Колесник Ю. Н., Юрина Н. А., Данилова А. А. ФИТОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ДОБАВКА В РАЦИОНЕ ВЫСОКО- ПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ	55
Корзин В. В. ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА НА ЦВЕТЕНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ АБРИКОСА (<i>ARMENIACA VULGARIS</i> LAM.)	65
Косенко С. В., Долженко Д. О. НОВЫЙ СОРТ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НИМФА	72
Мнатсаканян А. А., Чуварлеева Г. В., Васюков П. П., Быков О. Б. СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ КАК ФАКТОР ВОСПРОИЗВОДСТВА ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ	78
Пидгайна Е. С., Репецкая А. И., Маркина Л. А., Решетникова Л. Ф. МЕТОДИКА СОРТООЦЕНКИ ХРИЗАНТЕМЫ САДОВОЙ С УЧЕТОМ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	88
Савиченко Д. Л., Цаценко Л. В., Нецадим Н. Н. ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ И РЕАЛИЗОВАННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ГЛАВНОГО КОЛОСА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ, ОБЛАДАЮЩИХ ПРИЗНАКОМ «МНОГОЦВЕТКОВОСТЬ»	99
Суслов А. А., Свириденко Д. Г., Пименов Е. П., Васильева Н. А., Морозова А. И. ВЛИЯНИЕ ГЕОТОНА И МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ОЛИГОТРОФНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ В ПРИКОРНЕВОЙ ЗОНЕ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ	109

Тимашева Л. А., Пехова О. А., Данилова И. Л. К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАМАЗУЛЕНА В СЫРЬЕ <i>ACHILLEA MILLEFOLIUM</i> L.	119
Черкашина А.В., Демчук А.В., Кошелева М.В., Ростова Е.Н., Моляр С.А. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ ОЗИМОГО ПО ПРЕДШЕСТВЕННИКУ НУТ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ КРЫМА	126
Чернявских В. И. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО ИССОПА ЛЕКАРСТВЕННОГО (<i>HYSSOPUS OFFICINALIS</i> L.) В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОМ РЕГИОНЕ	137

CONTENTS

Arkhipov M. V., Priyatkin N. S., Gusakova L. P. DETECTION OF HIDDEN DEFECTS IN THE SEEDS OF GRAIN CROPS BY THE METHOD OF MICROFOCUS X-RAY	8
Bezukh E. P. INTENSE FRUIT TREE NURSERIES	15
Brazhnikov V. N., Brazhnikova O. F., Brazhnikov D. V., RESULTS OF OIL FLAX BREEDING IN PENZA RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE	24
Zolkina E. I. INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON THE YIELD OF WINTER WHEAT VARIETIES AND INDICATORS OF THE BALANCE OF NUTRIENTS IN SOD-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL OF NON- CHERNOZEM ZONE	34
Ivanchenko V. I., Zotikov A. Yu., Melnichuk T. N., Kameneva I. A., Yakubovskaya A. I. INFLUENCE OF COMPLEXES OF MICROBIAL PREPARATIONS ON THE DEVELOPMENT OF PHYTOPATHOGENS DURING THE GRAFTED GRAPES STRATIFICATION	47
Kolesnik Yu. N., Yurina N. A., Danilova A. A. PHYTOENERGY SUPPLEMENT IN THE DIET OF HIGH-PRODUCING COWS	55
Korzin V. V. INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON FLOWERING AND PRODUCTIVITY OF DIFFERENT APRICOT (<i>ARMENIACA VULGARIS</i> LAM.) VARIETIES UNDER CONDITIONS ON THE SOUTH COAST OF THE CRIMEA	65
Kosenko S. V., Dolzhenko D. O. NEW CULTIVAR OF WINTER SOFT WHEAT ‘NYMPHA’	72
Mnatsakanyan A. A., Chuvarleeva G. V., Vasyukov P. P., Bykov O. B. SOIL CULTIVATION SYSTEM AS A FACTOR OF IMPROVEMENT OF SOIL FERTILITY ON CHERNOZEMS LEACHED IN KRASNODAR REGION	78
Pidgaynaya E. S., Repetskaya A. I., Markina L. A., Reshetnikova L. F. METHODS OF VARIETY TESTING FOR THE GENUS <i>CHRYSANTHEMUM</i> L. ACCORDING TO THE DIRECTION OF USE	88
Savichenko D. L., Tsatsenko L. V., Neshchadim N. N. COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF POTENTIAL AND REAL PRODUCTIVITY OF THE MAIN EAR OF COLLECTION SAMPLES OF WINTER WHEAT HAVING A “MULTIFLOUS EFFECT” FEATURE	99
Suslov A. A., Sviridenko D. G., Pimenov E. P., Vasil’eva N. A., Morozova A. I. EFFECT OF “GEOTON” AND MICROBIAL PREPARATIONS ON OLIGOTROPHIC MICROORGANISMS IN THE RHIZOSPHERE OF SPRING BARLEY	109

- Timasheva L. A., Pekhova O. A., Danilova I. L. 119
METHODOLOGY FOR THE CHAMAZULENE DETERMINATION IN THE
RAW MATERIAL OF *ACHILLEA MILLEFOLIUM* L.
- Cherkashyna A. V., Demchuk A. V., Kosheleva M. V., Rostova E. N., Molyar S.A. 126
EFFECT OF DIFFERENT METHODS OF NITROGEN FERTILIZER
APPLICATION ON WINTER BARLEY YIELD UNDER THE FORECROP OF
CHICKPEA
- Cherniavskikh V. I. 137
SELECTION AND SEED PRODUCTION OF *HYSSOPUS OFFICINALIS* L. IN
THE CENTRAL BLACK SOIL (CHERNOZEM) REGION

DOI: 10.25637/TVAN.2018.03.01.

УДК 631.53.01:633.1:621.386.8

Архипов М. В.^{1,2}, Прияткин Н. С.¹, Гусакова Л. П.¹

ВЫЯВЛЕНИЕ СКРЫТОЙ ДЕФЕКТНОСТИ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ МИКРОФОКУСНОЙ РЕНТГЕНОГРАФИИ

¹ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»;

²ФГБНУ «Северо-Западный центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения»

Реферат. Цель исследований – получение новых знаний о структурной целостности зерновки, усовершенствование физико-технического базиса при контроле и производстве семян, для увеличения доли кондиционных, хозяйственно ценных семян. Исследования проведены в 2014–2016 гг. на партиях пшеницы и ячменя из различных регионов России. Для выявления различных типов скрытых дефектов (трещиноватость эндосперма, механические травмы и отсутствие зародыша, нарушение целостности оболочки зародыша, энзимомикозное истощение, щуплость, поврежденность клопом вредная черепашка) использован метод микрофокусной рентгенографии в сочетании с визуальной оценкой скрытых дефектов рентгенографических изображений семян, стандартными методами оценки посевных качеств семян (энергия прорастания, всхожесть) и дополнительными показателями – измерениями длины корня и ростка. Установлено, что сильная травмированность эндосперма семян озимой пшеницы более чем в шесть раз снижает энергию прорастания (с 78 до 12 %) и на 10 % (с 88 до 78 %) – всхожесть, а также приводит к существенному снижению длины корня (с 91,3 до 77,9 мм) и ростка (с 68,9 до 46,3 мм). Показано, что наиболее сильное влияние на ростовые показатели семян ячменя оказывает грубая трещиноватость и локальные повреждения эндосперма: на десятые сутки трещиноватость приводит к уменьшению длины ростка на 40 мм, а корня – на 24 мм, а повреждения эндосперма способны снизить эти показатели на 30 и 16 мм соответственно. Сравнительные экспериментальные данные по уровню скрытой травмированности партий зерна яровой пшеницы, полученных в разных почвенно-климатических зонах России и предназначенных для закладки на длительное хранение, показали, что наибольшими показателями трещиноватости зерновки отличались партии из Омской и Ростовской областей (25 и 18 % соответственно).

Ключевые слова: семена пшеницы (*Triticum*), семена ячменя (*Hordeum*), скрытые дефекты семян, микрофокусная рентгенография, посевные качества семян, продовольственная безопасность.

Введение

При получении высококачественного зерна различного целевого назначения (семенного, продовольственного и фуражного) важную роль играет кондиционность исходного семенного материала. Вопрос о биологической неоднородности семян и причинах, ее вызывающих, широко обсуждается в ботанической и агрономической литературе [1]. Необходимо подчеркнуть, что существующие различия между ботаническими и агрономическими семенами связаны с тем, что первые при выращивании подвергаются экогенным воздействиям, а вторые – как экогенным, так и техногенным, обусловленными термомеханическими воздействиями на семенной материал в условиях промышленного семеноводства.

Исследования, проведенные в семеноведении и семеноводстве, показали, что гетерогенность семенного материала зависит от условий выращивания, режимов уборки, сушки и послеуборочной обработки [1–3].

Существующие семенные технологии обеспечивают получение партий семян с минимальным уровнем внешних повреждений. В то же время доля семян со скрытыми дефектами достигает 80 % [1]. Для выявления скрытых микроповреждений семян требуется разработка эффективных экспресс-методов, позволяющих проводить массовый контроль семенного материала. Исследования по визуализации различных типов скрытых дефектов семян и оценке их хозяйственной значимости проводятся в Агрофизическом научно-исследовательском институте. Накопленная в настоящее время база данных позволяет говорить о перспективности такого подхода [4].

Оценка производственных партий семян (в том числе и зерна) показала, что существующие семенные технологии различных сельхозпредприятий регионов в разные годы позволяют получать семенной материал как с высоким, так и с низким уровнем структурных нарушений (травмированности) зерновок [5].

Коррекция технологических режимов, обеспечивающих получение высококачественных семян с минимальным уровнем скрытой травмированности, может достаточно эффективно осуществляться на основе методики мягколучевой микрофокусной рентгенографии [5, 6].

По данным ФГБУ «Центр оценки качества зерна» в России зерно третьего класса (основного для хлебопечения) в 2012 г. составляло 48,2 % от урожая, а в 2017 – 24,3 %, то есть произошло падение в два раза [7]. Таким образом, в России происходит не только снижение качества зерна, но и ежегодный недобор десятков миллионов тонн зерна в результате использования для посева семян низких посевных кондиций. По аналогии с флюорографической диспансеризацией населения необходимо проводить рентгеновскую диспансеризацию производственных партий семян, которая позволит отбирать для посева семена с минимальным уровнем скрытой травмированности, перевести тем самым экспресс-контроль качества семян на индустриальные рельсы и обеспечить получение высококачественного зерна в необходимых объемах [7, 8].

При решении задачи по минимизации уровня скрытой травмированности семян разработка нетравмирующих («щадящих») технологий представляется более перспективным направлением, чем использование приема сепарации для выделения фракции некондиционных семян, который является достаточно затратным и зачастую экономически неоправданным [9].

Цель исследований – получение новых знаний о структурной целостности зерновки, усовершенствование физико-технического базиса при контроле и производстве семян, для увеличения доли кондиционных, хозяйственно ценных семян.

Материалы и методы исследований

В качестве объектов использовали семена озимой пшеницы сорта Зеленоградская, ячменя сорта Криничный, а также партий зерна яровой пшеницы из различных регионов страны, заложенных на ответственное хранение. Для всех образцов проводилась рентгеносъёмка с прямым рентгеновским увеличением.

Исследования проводили по утвержденной методике рентгеновского анализа семян [10] в испытательной лаборатории по рентгенографии Агрофизического института (Свидетельство Рег. номер Росс RU ДС 1.6.1.123.). Рентгенограммы зерновок получали на передвижной рентгенодиагностической установке ПРДУ-02 производства ЗАО «ЭЛТЕХ-Мед».

Методика [6] включала следующие этапы:

1. Подготовка проб: расклейка семян на липкую ленту в виде окошка размером 60×80 мм, на бумажной карточке по 100 штук семян на каждой (один образец из партии).

2. Рентген-съемка образца (карточки) с трехкратным увеличением.
3. Визуальный анализ полученных рентгенограмм на мониторе компьютера с регистрацией (записью) и подсчетом количества выявленных скрытых дефектов.
4. Проращивание проанализированных рентгенографическим методом семян осуществляли согласно ГОСТ 12038-84 [12].

Результаты и их обсуждение

Анализ результатов проведенных экспериментов представлен в таблицах 1–4.

При оценке кондиционности семенного материала наряду с анализом традиционных показателей (энергия прорастания, всхожесть и др.) исследовали рентгенографические характеристики степени скрытой поврежденности семян, которые сопоставляли с морфометрическими показателями на стартовых этапах прорастания. Показано, что именно мягколучевая микрофокусная рентгенография является наиболее эффективным методом для неразрушающего экспресс-контроля скрытой травмированности семян и зерна [4]. Такой подход дает возможность получать комплексную характеристику качества семенного материала, отражающую наиболее полную картину структурных нарушений зерновки. Рассмотрим результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Посевные качества семян, имеющих скрытую поврежденность зерновки, и их морфометрические показатели для озимой пшеницы сортообразца Зеленоградская (Ростовская область, 2014–2016 гг.)

Вариант	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Длина ростка, мм	Длина корня, мм	Масса ростка, г	Масса корня, г
Контроль	78 ± 3	88 ± 2	68,9 ± 2,5	91,3 ± 2,3	0,051 ± 0,002	0,044 ± 0,001
Высокая степень скрытой травмированности эндосперма	12 ± 5	78 ± 3	46,3 ± 6,1	77,9 ± 6,9	0,042 ± 0,004	0,042 ± 0,005

Показано, что сильная травмированность эндосперма более, чем в шесть раз снижает энергию прорастания и почти на 10 % – показатель всхожести, а также приводит к существенному снижению морфометрических показателей корня и ростка. Учет показателя скрытой травмированности необходим, так как он отражает влияние антропогенных факторов в процессе получения семенного материала и является одной из возможных причин снижения степени их кондиционности.

Анализ связи между рентгенографическими и морфометрическими показателями для ячменя сорта Криничный представлен в таблице 2.

Представляют интерес данные о скрытой травмированности партий зерна пшеницы, полученных в разных регионах страны и предназначенных для закладки на длительное хранение. Проведенный ранее рентгенографический анализ показал, что признак трещиноватости в зерне пшеницы варьирует от 19 до 58 %, щуплости – от 32 до 48 % [4]. В данном эксперименте выявлены партии зерна, имеющие, по сравнению с проанализированными ранее, существенно меньший уровень скрытой травмированности (таблица 3).

Из полученных результатов видно, что наилучшие партии зерна характеризуются показателем щуплости, варьирующим в интервале от 2 до 5 % и трещиноватости – от 1 до 4 %. Закладка таких партий на длительное хранение наиболее оптимальна.

Таблица 2 – Ростовые показатели (мм) суперэлитных семян ячменя сорта Криничный, выделенных в группы рентгенографическим методом

Группа семян	Срок						
	третьи сутки	пятые сутки		седьмые сутки		десятые сутки	
	корень	росток	корень	росток	корень	росток	корень
Биологически полноценные	22,0	42,9	54,3	83,8	67,2	130,1	77,2
С мелкой трещиноватостью	19,9	42,9	52,5	85,6	67,4	130,5	77,7
С грубой трещиноватостью	15,0	27,4	28,4	59,4	35,6	90,0	52,8
С локальными повреждениями эндосперма	15,3	38,9	36,9	67,0	59,8	99,5	61,0
С нарушенной оболочкой зародыша	26,7	56,7	45,3	74,3	54,3	125,3	69,3
Щуплые +ЭМИС*	11,0	23,5	28,7	53,6	47,7	101,4	72,6

Примечание. * – энзимо-микозное истощение семян.

Таблица 3 – Рентгенографическая оценка содержания фракций зерна с различными типами скрытых дефектов в образцах пшеницы из различных почвенно-климатических зон страны

Происхождение партий зерна (область)	Номер образца	Тип дефекта			
		щуплость зерновки, %	трещиноватость зерновки, %	повреждение клопом вредная черепашка, %	зародыш полностью или частично отсутствует, %
Саратовская	1	2	3	0	0
	2	22	3	2	1
	3	24	4	0	1
Омская	1	2	25	0	1
	2	12	1	1	1
Ростовская	1	5	18	1	1

Резюмируя полученные результаты, следует отметить, что возможности применения метода мягколучевой рентгенографии позволяют:

- более детально оценивать степень структурной поврежденности зерновки и ее влияние на биологическую и хозяйственную ценность семян;
- выявлять условия, при которых отечественные сорта обеспечивают получение биологически (хозяйственно) полноценных семян с минимальным уровнем скрытой поврежденности;
- осуществлять оптимальный выбор наилучших партий зерна в период послеуборочного дозревания и оценивать их возможное целевое назначение;
- обеспечить экспресс-контроль при досмотре партий семян (зерна) с учетом возможных видов фитосанитарных рисков с целью профилактики и своевременного предотвращения нештатных ситуаций в зерновом секторе АПК;
- усовершенствовать соответствующие стандарты рентгеновского досмотра семян и перевести их в цифровой формат.

Такой подход позволит более эффективно решать задачи, обозначенных в Указе президента РФ № 350 от 27 июля 2016 года по созданию в ближайшие годы отечественных семенных фондов [13].

Семена в любом цивилизованном государстве служат возобновляемым стратегическим ресурсом (своего рода валютой), а государство должно выступать гарантом наличия в стране запасов высококачественного семенного материала, тем самым обеспечить продовольственную безопасность и независимость страны.

Выводы

Установлено, что сильная травмированность эндосперма семян озимой пшеницы более чем в шесть раз снижает энергию прорастания (с 78 до 12 %) и почти на 10 % (с 88 до 78 %) – всхожесть, а также приводит к существенному снижению длины корня (с 91,3 до 77,9 мм) и ростка (с 68,9 до 46,3 мм).

Показано, что наиболее сильное влияние на ростовые показатели семян ячменя оказывает грубая трещиноватость и локальные повреждения эндосперма: на десятые сутки трещиноватость приводит к уменьшению длины ростка на 40 мм, а корня – на 24 мм, а повреждения эндосперма способны снизить эти показатели на 30 и 16 мм соответственно.

Сравнительные экспериментальные данные по уровню скрытой травмированности партий зерна яровой пшеницы, полученных в разных почвенно-климатических зонах России и предназначенных для закладки на длительное хранение, показали, что наибольшими показателями трещиноватости зерновки отличались партии из Омской и Ростовской областей (25 и 18 % соответственно).

Получение высококачественных нетравмированных семян и создание на их основе отечественных страховых семенных фондов является важным условием, обеспечивающим независимость зернового сектора страны. Решение этой задачи практически невозможно без использования усовершенствованного метода рентгеновского экспресс-контроля качества семян.

Литература

1. Тарасенко А. П., Оробинский В. И., Георгиевский А. М., Мерчалова М. Э., Чернышов А. В., Чернышов С. В., Миронов А. С., Сорокин Н. Н., Горбачев И. В., Шрейдер Ю. М. Совершенствование механизации производства семян зерновых культур: рекомендации. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 60 с.
2. Гусакова Л. П. Рентгенографический и цитофотометрический анализ жизнеспособности семян сельскохозяйственных культур. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. СПб: Агрофизический НИИ, 1997. 20 с.
3. Архипов М. В., Прияткин Н. С., Гусакова Л. П., Тюкалов Ю. А., Перекопский А. Н. Интроскопический экспресс-контроль целостности внутренних структур зерновок при формировании производственных партий зерна, наиболее пригодных для длительного хранения // Селекция, семеноводство и генетика. 2015. № 2. С. 53–54.
4. Архипов М. В., Потрахов Н. Н. Микрофокусная рентгенография растений. СПб.: Технолит, 2008. 192 с.
5. Архипов М. В., Великанов Л. П., Желудков А. Г., Гусакова Л. П., Алферова Д. В., Потрахов Н. Н., Прияткин Н. С. Возможности биофизических методов в агрофизике и растениеводстве // Биотехносфера. 2013. № 6 (30). С. 40–43.
6. Архипов М. В., Гусакова Л. П., Великанов Л. П., Виличко А. К., Желудков А. Г., Алферов В. Б. Методика комплексной оценки биологической и хозяйственной пригодности семенного материала. СПб.: АФИ, 2013. 52 с.
7. О качестве зерна нового урожая по состоянию на 22 августа 2018 года. Информационный листок №26/2018 от 03.09.2018 года о качестве семян озимых культур в Российской Федерации по результатам мониторинга филиалами ФГБУ «Россельхозцентр» на 1 сентября 2018 года. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosselhocenter.com/index.php/pressa/analitika> (дата обращения 06.09.2017).
8. Архипов М. В., Потрахов Н. Н. Физико-технический базис микрофокусной рентгенографии семян и его реализация в селекции, семеноводстве и защите растений // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. Вып. 3 (54). С. 367–370.
9. Priyatkin N., Arkhipov M., Gusakova L., Potrakhov N., Korotkov K. Introscopic techniques to identify internal structural defects of grain and forestry seeds, caused by various environmental effects // Abstracts of 31th Seed Symposium 31th ISTA Congress. Tallinn, 2016. P. 70–71.
10. Архипов М. В., Прияткин Н. С., Гусакова Л. П., Потрахов Н. Н., Кропотов Г. И. Неразрушающий контроль семян: возможности и перспективы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 66. С. 20–27.
11. Методика анализа семян. М., 1995. С. 76.

12. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М.: изд-во стандартов, 1985. 58 с.
13. О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2016 г. № 350, ред. от 21.07.2016 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kremlin.ru/acts/bank/41139> (дата обращения 06.09.2017).

References

1. Tarasenko A. P., Orobinskii V. I., Georgievskii A. M., Merchalova M. E., Chernyshov A. V., Chernyshov S. V., Mironov A. S., Sorokin N. N., Gorbachev I. V., Shreider Yu. M. The improvement of mechanization of seed production of grain crops: best practices. Moscow: FSBSI "Rosinformagrotekh", 2014. 60 p.
2. Gusakova L. P. X-ray and cytophotometric analysis of the viability of seeds of agricultural crops: Authors abstract diss. ... Cand. Sc. (Biol.). Saint-Petersburg: Agrophysical research Institute, 1997. 20 p.
3. Arkhipov M. V., Priyatkin N. S., Gusakova L. P., Tyukalov Yu. A., Perekopskii A. N. Introsopic express-control of the integrity of the internal structures of grains in the formation of production batches of grain, which are the most suitable for long-term storage // *Seleksiya, semenovodstvo i genetika*. 2015. No. 2. P. 53–54.
4. Arkhipov M. V., Potrakhov N. N. Microfocus radiography of plants. Saint-Petersburg: Tekhnolit, 2008. 192 p.
5. Arkhipov M. V., Velikanov L. P., Zheludkov A. G., Gusakova L. P., Alferova D. V., Potrakhov N. N., Priyatkin N. S. Possibilities of biophysical methods for agrophysics and plant growing // *Biotekhnosfera*. 2013. No. 6 (30). P. 40–43.
6. Arkhipov M. V., Gusakova L. P., Velikanov L. P., Vilichko A. K., Zheludkov A. G., Alferov V. B. Method of complex assessment of biological and economic suitability of seed material. Saint-Petersburg: AFI, 2013. 102 p.
7. About quality of grain of a new harvest as of August 22, 2018. The information leaflet No. 26/2018 from 9/3/2018 of year about quality of seeds of winter crops in the Russian Federation by results of monitoring by branches of Federal State Budgetary Institution "Rosselkhozcenter" for September 1, 2018. [Electronic resource]. Access point: <https://rosselkhozcenter.com/index.php/prensa/analitika> (reference's date 06.09.2017).
8. Arkhipov M. V., Potrakhov N. N. Physical-technical basis of microfocus x-ray of seeds and its implementation in breeding, seed production and plant protection // *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2015. Iss. 3 (54). P. 367–370.
9. Priyatkin N., Arkhipov M., Gusakova L., Potrakhov N., Kropotov G. Introsopic techniques to identify internal structural defects of grain and forestry seeds, caused by various environmental effects // *ISTA Seed Symposium. Abstracts of 31th ISTA Congress*. Tallinn, 2016. P. 70–71.
10. Arkhipov M. V., Priyatkin N. S., Gusakova L. P., Potrakhov N. N., Kropotov G. I. Non-destructive quality control of seeds: opportunities and prospects // *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2017. No. 66. P. 20–27.
11. Methods of seed analysis. Moscow, 1995. P. 76.
12. GOST 12038–84. Agricultural seeds. Methods for determination of germination. Moscow: Publishing and printing center Izdatelstvo standartov. 1985. 58 p.
13. About measures for realization of the state scientific and technical policy for the benefit of development of agriculture. Decree of the President of the Russian Federation at 21.07.2016 No 350, ed. 21.07.2016. [Electronic resource]. Access point: <http://kremlin.ru/acts/bank/41139> (reference's date 06.09.2017).

UDC 631.53.01:633.1:621.386.8

Arkhipov M. V., Priyatkin N. S., Gusakova L. P.

DETECTION OF HIDDEN DEFECTS IN THE SEEDS OF GRAIN CROPS BY THE METHOD OF MICROFOCUS X-RAY

Summary. The purpose of this study was to improve scientific knowledge about the structural integrity of the caryopsis, upgrade physical and technical basis for seeds production and quality control, increase the proportion of certified and commercially valuable seeds. Studies were carried out on the grain lots of wheat and barley from different regions of Russia from 2014 to 2016. Microfocus X-ray technique when combined with a visual assessment of latent defects in X-ray images of seeds, standard methods of assessment

*of sowing qualities of seeds (emergence rate, germination) and additional indicators – measurements of root and shoot length had been used to identify various types of hidden defects (various level of endosperm fissuring, mechanical injuries and embryo absence, embryo cover breach, enzyme mycosis depletion, thin (empty) seeds, damage by corn bug (*Eurygaster integriceps*). The results of several experiments on studying the interrelation between hidden defects of seeds and their sowing qualities are presented. It is established that severe endosperm fissuring of winter wheat seeds reduces emergence rate by more than six times (from 78 to 12 %) and germination - by almost 10 % (from 88 to 78 %), and also leads to a significant decrease in root (from 91.3 to 77.9 mm) and shoot (from 68.9 to 46.3 mm) length. It is shown that the strongest influence on growth indicators of barley seeds has rough fissuring and local damages of endosperm: on the tenth day, the fissuring lessens the length of the sprout by 40 mm, and the root – by 24 mm, and the endosperm damage can reduce these figures by 30 and 16 mm, respectively. Comparative experimental data on the level of the hidden injury of grain lots of spring wheat harvested in different soil and climatic zones of Russia that are intended for long-term storage showed that highest level of caryopsis fissuring had grain lots from Omsk and Rostov regions (25 and 18 %, respectively).*

Keywords: *seeds of wheat (*Triticum*), seeds of barley (*Hordeum*), hidden defects of seeds, microfocuss X-ray technique, sowing qualities of seeds, food security.*

Архипов Михаил Вадимович, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»; 195220, Россия, г. Санкт-Петербург, Гражданский пр., 14; e-mail: prini@mail.ru; заместитель директора, ФГБНУ «Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения», 196608, Россия, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, ш. Подбельского, 7; e-mail: szcentr@bk.ru.

Прияткин Николай Сергеевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий сектором, ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»; 195220, Россия, г. Санкт-Петербург, Гражданский пр., 14; e-mail: prini@mail.ru.

Гусакова Людмила Петровна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»; 195220, Россия, г. Санкт-Петербург, Гражданский пр., 14; e-mail: l-gusakova@mail.ru.

Arkipov Mikhail Vadimovich, Dr. Sc. (Biol.), professor, chief researcher of the FSBSI “Agrophysical Research Institute”; 14, Grazhdanskiy ave., Saint-Petersburg, 195220, Russia; e-mail: prini@mail.ru; deputy director of the FSBSI “Northwestern Center for interdisciplinary research of the problems of food supply”; 7, Podbelskogo road, Pushkin, Saint-Petersburg, 196608, Russia; e-mail: szcentr@bk.ru.

Priyatkin Nikolay Sergeevich, Cand. Sc. (Tech.), senior researcher, Head of the sector in the FSBSI “Agrophysical Research Institute”; 14, Grazhdanskiy ave., Saint-Petersburg, 195220, Russia; e-mail: prini@mail.ru.

Gusakova Lyudmila Petrovna, Cand. Sc. (Biol.), leading researcher of the FSBSI “Agrophysical Research Institute”, 14, Grazhdanskiy ave., Saint-Petersburg, 195220, Russia; e-mail: l-gusakova@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 15.05.2018.

Дата принятия к печати – 01.08.2018.

DOI: 10.25637/TVAN.2018.03.02.

УДК 634.11:631.53.037

Безух Е. П.

ИНТЕНСИВНЫЕ ПЛОДОВЫЕ ПИТОМНИКИ

ФГБНУ «Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства»

Реферат. *Питомники Северо-Западного региона России не в состоянии обеспечить качественным пересортным материалом потребителей из-за отсутствия в зоне интенсивных маточных садов, интенсивных отводочных маточников и современных технологий. Цель исследований – проведение научных работ в интенсивных маточных насаждениях плодовых культур и самом питомнике выращивания пересортных саженцев, улучшение качественных характеристик получаемой продукции, повышение эффективности ее производства. Исследования проведены в 2008–2017 гг. в маточно-черенковых садах, отводочных маточниках, участках размножения. Объекты исследований – растения яблони (*Malus L.*) и груши (*Pyrus L.*). Закладка и эксплуатация интенсивных сортовых маточно-черенковых насаждений проведена по отработанным схемам посадки, способам формирования растений, системам содержания приствольных полос и междурядий позволяет уже на второй год получать с них до 104–108 тыс. шт./га однолетних ветвей яблони и груши, пригодных для выполнения 1144–1188 тыс. шт. зимних прививок. Разработана «Технология размножения клоновых подвоев яблони в комбинированных маточниках однолетнего цикла». Технология позволяет за один сезон вырастить до 632,7 тыс. шт./га высококачественных отводков и дополнительно заготовить до 510 тыс. шт./га зеленых черенков или 1055 шт./га одревесневших черенков с высокой степенью укореняемости. С одного гектара можно получить за 150 дней до 230 тыс. шт./га однолетних стандартных саженцев плодовых культур. Наилучшей схемой посадки при выращивании саженцев яблони и груши признана схема 40+20+20×15 см. Отдельные технологические приемы внедрены в хозяйствах ОАО «Агропромышленное общество “Тайцы”», ООО НПЦ «Агротехнологий», ЛПООС Ленинградской области, СХП «Племзавод «Майский» Вологодской области, ООО «Сады Старой Руссы» Новгородской области. Внедрение разработанных ресурсосберегающих технологий позволит увеличить выход продукции с единицы площади: клоновых подвоев, пригодных для проведения зимней прививки, – до 516,9 тыс. шт. с 1 га; сортовых черенков по яблоне – до 820 тыс. шт., по груше – до 894 тыс. шт. с 1 га; стандартных однолетних саженцев яблони – до 230 тыс. шт. с 1 га.*

Ключевые слова: *плодовые питомники, интенсивные маточники, черенки, подвои, саженцы, теплицы.*

Введение

Как показала практика, в связи с возросшими потребностями производства в посадочном материале плодовых культур на Северо-Западе России возрос спрос на саженцы. Тенденция к возрастанию спроса на саженцы сохраняется и в последнее время, несмотря на влияние всемирного экономического кризиса и введенные против России санкции. Вместе с тем следует отметить повышение требований у потребителей к качеству приобретаемой продукции. Питомники зачастую выпускают саженцы низкого качества. Особенно это заметно на примере Центральной и Северо-Западной зоны садоводства. Действенный контроль над качеством выпускаемого посадочного материала практически отсутствует. Основными путями решения исправления сложившейся ситуации должны стать питомники, организованные на инновационных основах, позволяющих значительно повысить качественные

показатели выпускаемой продукции, и усиление работы органов, контролирующих качество продукции.

Питомники Северо-Западного региона России не в состоянии обеспечить качественным первосортным материалом потенциальных потребителей в лице сельхозпредприятий различных форм собственности, фермеров, садоводов-любителей. Главной причиной сложившейся ситуации является отсутствие в зоне интенсивных маточных садов, интенсивных отводочных маточников и современных технологий, позволяющих эффективно вести отрасль. Используемые в питомниках агроприемы устарели, носят примитивный характер и не взаимосвязаны друг с другом в единую технологическую цепочку. Технологии, в силу ряда объективных причин, и прежде всего – обширного разнообразия почвенно-климатических условий Российской Федерации, не могут носить универсального характера. Каждому региону должна быть присуща своя зональная технология, наиболее полно раскрывающая биопотенциал выращиваемых здесь культур.

Исследования маточно-черенковых садов показали, что повышение их продуктивности возможно за счет повышения количества растений на единице площади [1, 2]. В последние годы широкое внедрение в разведение клоновых подвоев приобрели органические субстраты [3]. Все большее внимание уделяют комплексному использованию отводковых маточников и защищенному грунту [4, 5]. Разрабатывают новые приемы повышения качественных характеристик производимого посадочного материала [6–8].

Цель исследований – проведение научных работ в интенсивных маточных насаждениях плодовых культур и самом питомнике выращивания первосортных саженцев, улучшение качественных характеристик получаемой продукции, повышение эффективности ее производства.

Материалы и методы исследований

Научные исследования в институте агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства проведены в течение 2008–2017 годов. Главное внимание уделено закладке и эксплуатации интенсивных маточных насаждений для увеличения количества слаборослых вегетативно размножаемых подвоев и сортового привойного материала, а также совершенствованию приемов выращивания высококачественных саженцев, пригодных для закладки современных интенсивных садов.

В интенсивных маточно-черенковых насаждениях исследовали 25 сортов яблони и три сорта груши. Маточник заложен в 2008 г. Используются три схемы посадки: 150+50×50 см, 150×50 см, 150×100 см. Применяли три типа формирования маточных растений: горизонтальный, вертикальный, вертикальный двухъярусный. Использовали три типа мульчирования почвы в приствольных полосах: черной тканой рогожкой, черной пленкой и древесной щепой.

В интенсивных отводочных маточниках использовали вегетативно размножаемые подвои яблони: 62-396, 54-118, С79-1, С80-3 и Быстрецовский. Основой для окучивания отводков служили торф, древесные опилки и их смеси. В древесные опилки добавляли минеральные удобрения. Закладку маточников проводили как вертикальным, так и горизонтальным способом. Для маточников однолетнего цикла использовали арочную крупногабаритную пленочную теплицу без обогрева. Схемы посадки маточных растений разные: с междурядьями от 70 до 140 см и в ряду – от 10 до 30 см. В однолетних маточниках комбинированного использования осенью производили срезку одревесневших черенков длиной 20 см с целью их дальнейшего укоренения.

При выращивании саженцев плодовых культур применяли зимнюю прививку и необогреваемые пленочные теплицы. В опытах задействовано 15 сортов яблони и

три сорта груши. Использовали однострочную, двухстрочную и трехстрочную схему посадки. Для получения разветвленных однолетних саженцев применяли укорачивание, прищипку и скручивание верхних листочков у побегов. В целях выращивания однолетних саженцев повышенного качества использовали длинные черенки, полученные в маточно-черенковых луговых садах.

Наблюдения и учеты в исследованиях проводили согласно общепринятой в плодоводстве методике [9]. Оценку качества привойного материала яблони и груши, подвоев яблони и саженцев плодовых культур осуществляли на основании ГОСТа [10]. Для статистической обработки результатов исследований использован метод дисперсионного анализа [11].

Результаты и их обсуждение

В результате проведенных в 2008–2017 гг. исследований в различных отделах плодового питомника отработаны основные приемы и технологии размножения растений, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оценка использования различных интенсивных приемов и технологий выращивания черенков, подвоев и саженцев яблони (2008–2011 гг.)

Приемы и технологии выращивания	Получаемая стандартная продукция	Показатель		
		длина побега, см	диаметр штамба, мм	выход, тыс. шт./га
Выращивание сортовых черенков				
Интенсивный маточно-черенковый сад	черенки яблони	80,4	8,1	585,2
Выращивание вегетативно размножаемых подвоев				
Комбинированный маточник однолетнего цикла использования (пленочная теплица)	отводки	76,2	8,2	632,7
	одревесневшие черенки	20,0	7,9	1055,0
Выращивание семенных подвоев				
Технология с использованием защищенного грунта	однолетние подвои	66,2	7,8	804,6
Выращивание саженцев				
Ускоренная технология, защищенный грунт, один год выращивания	однолетние разветвленные саженцы	116,3	9,0	230,0
Ускоренная технология с использованием длинных черенков, один год выращивания	однолетние кронированные саженцы	162,0	17,6	88,5

Как видно из предоставленных данных, показатели по выращиванию плодовой продукции были высокие.

Разработана «Технология размножения клоновых подвоев яблони в комбинированных маточниках однолетнего цикла» (таблица 2). Данная технология пригодна и для размножения клоновых подвоев других культур. Разработка позволяет за один сезон вырастить до 632,7 тыс. шт./га отводков яблони, что в пять раз больше, чем при традиционно используемой технологии. На 80 % увеличивается количество отводков, пригодных для проведения зимней прививки. Технология позволяет улучшить качество отводков и повысить их выход без существенного изменения технологических операций. Производство вегетативно размножаемых подвоев приближается к промышленному типу его ведения, наблюдается минимальная зависимость производства подвоев от неблагоприятного влияния факторов окружающей среды.

В процессе исследований отработаны элементы размножения клоновых подвоев яблони одревесневшими черенками. Разработка позволяет получать до 84 % укорененных черенков без использования туманообразующих установок и

стимуляторов корнеобразования. Причем 78,4 % из них пригодны для проведения зимней прививки. С одного гектара разводочного участка этим способом можно получить от 1280 до 1344 тыс. шт. стандартных клоновых подвоев. Высокие биометрические показатели выращенных клоновых подвоев позволяют из них осенью заготовить от 2592 до 3159 тыс. шт./га новых одревесневших черенков. Это позволяет отказаться от закладки и содержания специальных черенковых маточников, что существенно повышает экономическую эффективность ведения отрасли.

Таблица 2 – Продуктивность различных типов отводочных маточников клонового подвоя яблони 62-396 при их комбинированном использовании (2011 г.)

Показатель	Вариант				НСР ₀₅
	пленочные необогреваемые теплицы		открытый грунт		
	маточник вертикальных отводков		маточник горизонтальных отводков	маточник вертикальных отводков (контроль) второй год эксплуатации	
	посадка однолетками	посадка двухлетками (головками кустов)			
Размножение зелеными черенками					
Выход черенков с 1 га, тыс. шт.	324,0	461,3	510,0	0	35,1
Выход укорененных черенков с 1 га, тыс. шт.	301,3	429,0	474,3	0	36,2
Размножение одревесневшими черенками					
Выход побегов с 1 га, тыс. шт.	358,3	443,3	527,5	39,0	48,1
Выход черенков, пригодных для укоренения, с 1 га, тыс. шт.	1075	1773,0	1055,0	44,0	58,4
Выход укорененных черенков с 1 га маточника, тыс. шт.	903,0	1489,3	886,2	33,0	56,3
Размножение отводками					
Общий выход отводков с 1 га, тыс. шт.	400,0	562,5	632,7	39,0	48,1
Выход отводков, пригодных для зимней прививки, тыс. шт.	342,0	403,9	516,9	20,9	50,3

Отработанные приемы подготовки маточно-черенковых насаждений клоновых подвоев к зеленому черенкованию, в том числе за счет малогабаритных переносных укрытий, позволяют повысить укореняемость заготавливаемых с них черенков и существенно увеличивают их общий выход. Основное преимущество использования указанных приемов – существенное (до 100 %) повышение стандартности получаемого материала, что позволяет исключить доращивание укорененных черенков в течение еще одного года.

Исследования, проведенные в интенсивных маточно-черенковых насаждениях, показали, что их закладка и эксплуатация по отработанным схемам посадки, способам формирования растений, системам содержания приствольных полос и междурядий позволяет уже на второй год получать с них до 104–108 тыс. шт./га

однолетних ветвей яблони и груши, пригодных для выполнения 1144–1188 тыс. шт. зимних прививок (таблица 3).

Существенно снижаются затраты по уходу за насаждениями. Облегчаются работы, связанные с обработкой почвы, борьбой с болезнями и вредителями и сорной растительностью. В пять раз снижаются потребности в землях высокого бонитета. Продуктивность интенсивных маточно-черенковых насаждений в течение девятилетнего периода отражена в таблице 4.

Таблица 3 – Выход черенков из интенсивного маточно-сортового сада, второго года эксплуатации (2010 г.)

Сорт	Количество побегов на одном маточном растении, шт.	Выход с 1 га, тыс. шт.		
		однолетних ветвей	черенков для зимней прививки	почек
Яблоня				
Белый налив	3,8	76	912	2736
Мелба	5,2	104	1082	3246
Коричное полосатое	3,6	72	720	2160
Груша				
Лада	5,4	108	756	2268
Чижовская	4,8	96	874	2622
Отраденская	3,6	72	813	2439

Таблица 4 – Выход черенков из интенсивных маточно-сортовых насаждений яблони и груши в зависимости от схемы посадки и сорта, по годам

Сорт	Схема посадки, см	Выход деловых черенков, тыс. шт./га							
		2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2016 г.	2017 г.
Яблоня									
Папировка	150 × 50	50,7	160,0	240,0	296,6	361,3	–	–	–
	150 + 50 × 50	76,0	200,0	340,0	414,0	505,8	–	–	–
Мелба	150 × 50	66,7	186,7	306,7	372,4	433,3	532,0	575,9	581,2
	150 + 50 × 50	100,0	240,0	420,0	530,0	606,6	680,0	820,0	800,0
Осеннее полосатое	150 × 50	37,3	120,0	213,3	292,6	346,7	438,9	558,6	465,5
	150 + 50 × 50	56,0	140,0	280,0	406,0	478,4	540,0	780,0	760,0
НСР ₀₅		15,11	17,23	31,52	51,44	50,35	51,24	50,76	50,10
Груша									
Лада	150 × 50	53,3	200,0	293,3	398,2	533,3	412,3	589,2	585,2
	150 + 50 × 50	80,0	240,0	360,0	480,5	620,0	500,0	780,0	680,0
Чижовская	150 × 50	64,0	186,7	280,0	429,8	626,7	505,4	625,1	618,5
	150 + 50 × 50	96,0	260,0	360,0	530,1	720,0	606,0	866,0	810,0
Отраденская	150 × 50	45,3	186,6	280,0	441,0	640,0	546,0	665,0	651,7
	150 + 50 × 50	68,0	200,0	360,0	567,2	820,0	641,7	894,0	856,0
НСР ₀₅		13,37	13,00	32,21	45,34	51,56	50,47	50,88	50,21

Увеличение продуктивности маточника наблюдали по яблоне до 2016 г., а по груше – до 2014 г., хотя в 2015–2016 гг. она была выше, чем 2014 г. К 2017 г. продуктивность несколько снизилась, но оставалась на достаточно высоком уровне – 465–856 тыс. шт. стандартных черенков относительно 558,6–894,0 тыс. шт. стандартных

черенков в 2016 г. По выходу привойного материала, безусловно, лидировали растения, высаженные по схеме 150+50×50 см.

Разработанные в институте технологии выращивания саженцев с применением пленочных теплиц и зимней прививки позволяют эффективнее использовать трудовые, материальные и земельные ресурсы. С одного гектара эксплуатируемой площади за 150 дней можно получить до 230 тыс. шт./га однолетних стандартных саженцев яблони и груши, что почти в пять раз больше и на один-два года раньше, чем при использовании традиционной окулировки (таблица 5).

Таблица 5 – Выход однолетних саженцев яблони сорта Теллисааре при использовании различных схем посадки в пленочной необогреваемой теплице (10.10.2017 г.)

Вариант	Всего высажено растений, тыс. шт./га	Выход саженцев, тыс. шт./га		
		всего	стандартных разветвленных	стандартных неразветвленных
40 × 15 см	166,7	152,9	107,0	45,9
40 + 20 + 20 × 15 см	250,0	230,0	115,0	115,0
НСР ₀₅	23,76	22,67	6,45	7,89

Характерной особенностью подобной технологии является то, что половина выращиваемого посадочного материала уже имела боковые разветвления. Наилучшей схемой посадки зимних прививок в отношении качества и удобства технологического обслуживания признана схема 40+20+20×15 см.

Существенное внимание при выращивании саженцев уделено экологической безопасности производства. Особое место в производстве посадочного материала принадлежит размножению саженцев при помощи длинных 60-сантиметровых черенков, которые получены в специальных маточно-черенковых насаждениях. Эти саженцы обладают повышенными качественными характеристиками (таблица 6).

Таблица 6 – Качественные показатели однолетних кронированных саженцев яблони при использовании длинных черенков (2012 г.)

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	Высота растений, см	Диаметр штамба, мм	Количество боковых ветвей, шт.	Длина боковых ветвей, см	Длина корней, см
Антоновка обыкновенная	длинный черенок	144,1	14,6	3,0	31,3	35,0
	контроль	90,3	7,8	0	–	–
Мелба	длинный черенок	152,3	15,3	4,3	35,3	33,3
	контроль	101,3	8,0	0	–	–
Папировка	длинный черенок	171,3	16,2	4,1	43,6	35,0
	контроль	112,1	8,0	0	–	–
НСР ₀₅ (А)		7,63	0,51	0,70	5,64	2,50
НСР ₀₅ (В)		10,71	1,22	–	–	–

К тому же для их выращивания требуется очень короткий срок, который обычно составляет один год. Подобным образом можно выращивать саженцы всех пород плодовых культур (таблица 7). Выход посадочного материала при данной технологии составляет от 80,0 до 88,5 тыс. шт. высококачественных саженцев на один гектар.

Таблица 7 – Качественные показатели кронированных саженцев плодовых культур, полученных за один год по технологии прививки длинным черенком (схема посадки 70 × 15 см, 2010 г.)

Сорт	Культура	Показатель			
		высота саженца, см	диаметр штамба, мм	количество боковых ветвей, шт.	длина боковых ветвей, см
Осеннее полосатое	яблоня	162	17,6	4	62,4
Отраденская	груша	181	14,4	5	49,4
Евразия	слива	186	14,5	4	48,1
Рязаночка	вишня	205	17,5	8	74,2

Выводы

Как показали проведенные исследования, внедрение разработанных ресурсосберегающих технологий в питомниководческие хозяйства зоны позволит:

- значительно увеличить выход продукции с единицы площади: клоновых подвоев, пригодных для проведения зимней прививки, – до 516,9 тыс. шт. с 1 га; сортовых черенков по яблоне до 820 тыс. шт., по груше до 894 тыс. шт. с 1 га; стандартных однолетних саженцев яблони до 230 тыс. шт. с 1 га;
- улучшить качество получаемой продукции;
- существенно сэкономить земельные, трудовые и материальные ресурсы.
- значительно снизить зависимость производства от влияния неблагоприятных почвенно-климатических условий;
- оперативно повысить мобильность отрасли;
- максимально приблизить ведение отрасли к производству промышленного типа.

Технологические приемы внедрены в хозяйствах ОАО «Агропромышленное общество «Гайцы», НПЦ «Агротехнологий», ЛПООС Ленинградской области, СХП «Племзавод «Майский» Вологодской области, ООО «Сады Старой Руссы» Новгородской области.

Литература

1. Безух Е. П. Влияние схемы размещения маточных деревьев яблони и груши на продуктивность черенковых сортовых насаждений лугового типа // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2012. № 26. С. 11–14.
2. Безух Е. П. Продуктивность интенсивных маточно-сортовых насаждений семечковых культур в условиях Северо-Западного региона России // Плодоводство и ягодоводство России: сборник научных работ ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии. 2012. Т. XXIX. Ч. 1. С. 62–68.
3. Безух Е. П. Оценка обогащенных субстратов в отводковых маточниках // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2015. № 87. С. 137–144.
4. Безух Е. П. Маточники клоновых подвоев яблони комбинированного использования // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2011. № 23. С. 42–46.
5. Безух Е. П. Новые подходы к выращиванию саженцев плодовых культур при сочетании защищенного и открытого грунта // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2017. № 91. С. 92–104.
6. Каширская О. В. Ветвление однолетних саженцев яблони под влиянием агротехнических приемов // Вестник МичГАУ. 2011. № 1. Ч. 1. С. 55–58.
7. Безух Е. П. Влияние отдельных технологических приемов на качество саженцев яблони при их выращивании с использованием длинных черенков // Плодоводство и ягодоводство России: сборник научных работ ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии. 2013. Т. 37. № 2. С. 130–135.
8. Королёв Е. Ю., Красова Н. Г., Малашева А. М. Использование агротехнических приемов для получения разветвленных однолетних саженцев яблони // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2015. Т. 54. № 3. С. 59–66.
9. Седов Е. Н., Огольцова Т. П. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.

10. Куликов И. М. Новые национальные стандарты в области садоводства. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 100 с.
11. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. Bezukh E. P. Influence the plan of trees placing of the mother apple and pear trees on the productivity of utero-varietal cuttings meadow type plantings // Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University. 2012. No. 26. P. 11–14.
2. Bezukh E. P. Productivity intense uterine-varietal plantings of pome crops in the North-Western region of Russia // Pomiculture and small fruits culture in Russia: collection of scientific works of State Budgetary Scientific Institution All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnology and Nursery of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2012. Vol. XXIX. Part 1. P. 62–68.
3. Bezukh E. P. Evaluation of enriched substrates in layering mother plantation // Technology and technical means of mechanized production of plant growing and livestock. 2015. No. 87. P. 137–144.
4. Bezukh E. P. Mother garden clonal rootstocks apple of combined use // Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University. 2011. No. 23. P. 42–46.
5. Bezukh E. P. New approaches to fruit crop seedlings growing in combination of protected and open ground // Technology and technical means of mechanized production of plant growing and livestock. 2017. No. 91. P. 92–104.
6. Kashirskaya O. V. One-year old apple nursery tree branching under the effect of cultural practices // Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2011. No. 1. Part 1. P. 55–58.
7. Bezukh E. P. The effect of individual processing methods on the quality of apple seedlings when they are growing with the use of long grafts // Pomiculture and small fruits culture in Russia: collection of scientific works of State Budgetary Scientific Institution All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnology and Nursery of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2013. Vol. 37. No. 2. P. 130–135.
8. Koroliyov E. Yu., Krasova N. G., Malasheva A. M. Application of agrotechnical methods for obtaining branched annual apple seedlings // Vestnik Orel GAU. 2015. Vol. 54. No. 3. P. 59–66.
9. Sedov E. N., Ogoltsova T. P. Program and methods of variety study of fruit, berry and nut crops. Orel: VNIISPK, 1999. 608 p.
10. Kulikov I. M. New national standards in the field of horticulture. Moscow: FSEI «Rosinformaгротех», 2009. 100 p.
11. Dospikhov B. A. Methods of field research. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.

UDC 634.11:631.53.037

Bezukh E. P.

INTENSE FRUIT TREE NURSERIES

Summary. Nurseries of the North-West region of Russia are not able to provide consumers with high-quality planting material. The main reason for this is the absence of intensive mother-plantation gardens, intensive layer producing gardens, and modern technologies. The aim of the research was to conduct scientific investigations in the intensive mother-plantation gardens of fruit trees and nursery itself for growing first-class seedlings, improving the quality of the obtained products, and increasing the efficiency of its production. Studies were carried out at the Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production during 2008–2017. Apple (*Malus L.*) and pear trees (*Pyrus L.*) were the objects of the study. Laying and exploitation of intensive varietal mother-cutting plantations was done according to the conventional schemes of planting, methods of forming plants, and systems of keeping trunks and row spacing. This allowed receiving up to 104–108 thousand pieces/ha of one-year branches of apple and pear suitable for 1144–1188 of winter grafting. The technology of clonal rootstocks reproduction of apple trees in the combined mother-plantation gardens of one-year cycle had been developed. This technology made it possible to grow up to 632.7 thousand pieces per ha of high-quality layers during one season and additionally prepare up to 510 thousand of green cuttings per hectare or 1055 of lignified cuttings/ha with a high-rooting level. 230 thousand of one-year standard seedlings of fruit trees were obtained from one hectare. The 40 + 20 + 20 × 15 cm

scheme was recognized as the best one for growing saplings of apple and pear. Certain technological methods were introduced in the farms of JSC "Agroindustrial Company "Taitsy"", OOO NPC "Agrotechnologies", LEPO (Leningrad region), "Plemzavod Maisky" (Vologda region), JSC "Sady Staroy Russy" (Novgorod Region). The introduction of the developed resource-saving technologies will allow increasing the yield of products per unit of area: clonal rootstocks suitable for winter grafting – up to 516.9 thousand pcs. from 1 ha; varietal cuttings (apple trees) – up to 820 thousand units, varietal cuttings (pear trees) – up to 894 thousand units from 1 ha; standard annual apple saplings up to 230 thousand pcs. from 1 ha.

Keywords: *fruit tree nurseries, Malus L., Pyrus L., intensive mother plantations, cuttings, rootstocks, saplings, greenhouses.*

Безух Евгений Петрович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУН «Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства», 196625, Россия, г. Санкт-Петербург, п. Тярлево, Филтровское шоссе, 3; e-mail: info@petrosad.ru.

Bezukh Evgeniy Petrovich, Cand. Sc. (Agr.), leading researcher, FSBSI "Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production"; 3, Filtrovskoe shosse, vill. Tyarlevo, Saint-Petersburg, 196625, Russia; e-mail: info@petrosad.ru.

*Дата поступления в редакцию – 04.06.2018.
Дата принятия к печати – 30.07.2018.*

**РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В ПЕНЗЕНСКОМ
НИИСХ**

ФГБНУ «Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»

Реферат. Лён обыкновенный – одно из ценных сельскохозяйственных растений. По биологической ценности льняное масло занимает первое место среди других пищевых растительных масел. Различное соотношение жирных кислот позволяет использовать масло для технических и пищевых целей. Цель исследований – создать высокопродуктивные сорта льна масличного с определенным жирнокислотным составом масла для развития новых направлений использования в пищевой и технической промышленности. Работа выполнена в 2013–2015 гг. Объект исследования – собственный селекционный материал. При проведении исследований использовали «Методику государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур», стандартные методы газожидкостной хроматографии. Проанализированы результаты конкурсного сортоиспытания (2013–2015 гг.) льна масличного в Пензенском НИИСХ. Выделены более скороспелые образцы К-9/23-2, К-9/23-12. Восемь сортообразцов и сорт Исток (St. 2) превосходят по урожайности семян сорт ВНИИМК-622 (St. 1) на 0,17–0,29 т/га. По комплексу основных хозяйственно полезных признаков выделены образцы 208/4, К-9/23-29 и 281/52 с урожайностью 1,93; 1,92 и 1,91 т/га, масличностью – 44,49; 44,76 и 44,65 % и сбором масла – 754,9; 754,5 и 751,0 кг/га соответственно. Выявлены наиболее стабильные сортообразцы: по семенной продуктивности – 277/48 ($V = 12,3$ %), К-9/23-29 ($V = 14,2$ %) и 255/26 ($V = 14,3$ %), по масличности – 261/32 ($V = 0,59$ %), 281/52 ($V = 0,60$ %) и 241/12 ($V = 0,63$ %), по сбору масла – 277/48 ($V = 10,2$ %), К-9/23-29 ($V = 12,8$ %) и OF-18 ($V = 13,0$ %). Созданы образцы с традиционным жирнокислотным составом масла (ЖКС) К-9/23-2 и К-9/23-12 (линоленовой кислоты 60,89; 61,43 %, линолевой кислоты – 16,19; 16,65 %), селекционные номера с нетрадиционным ЖКС масла 208/4, К-9/23-29, 281/52 и 255/26 (линолевой кислоты – 60,02–66,22 %, линоленовой кислоты – 8,75–15,20 %) и сортообразцы 241/12, 261/32 и 205/1 с промежуточным ЖКС (линолевой кислоты – 31,92–36,20 %, линоленовой кислоты – 15,20–45,14 %). В 2014 г. передан на Государственное сортоиспытание сорт льна масличного Викиг с содержанием линолевой кислоты 37,3 %, линоленовой кислоты – 39,2 %.

Ключевые слова: лён обыкновенный *Linum usitatissimum* L., сорт, селекция, продуктивность, масличность, сбор масла, стабильность, жирнокислотный состав масла.

Введение

Лён обыкновенный (*Linum usitatissimum* L.) – одно из немногих растений, которое используют в различных сферах жизнедеятельности человека. По биологической ценности льняное масло занимает первое место среди других пищевых растительных масел [1, 2]. Однако высокое содержание α -линоленовой кислоты в масле способствует быстрому окислению и снижает срок использования льнопродуктов. Содержание в масле жирных высокомолекулярных ненасыщенных кислот определяет его способность к быстрому высыханию и ценность как технического масла [3–6]. В настоящее время научные организации России, Австралии и Канады ведут селекционные работы по созданию сортов льна масличного с изменённым жирнокислотным составом масла [6]. Различное соотношение жирных кислот позволяет использовать масло для технических и

пищевых целей – производства продуктов с длительным сроком хранения (маргаринов, майонезов, пищевых биодобавок).

Цель исследований – создать высокопродуктивные сорта льна масличного с определенным жирнокислотным составом масла для развития новых направлений использования в пищевой и технической промышленности.

Материалы и методы исследований

Работа выполнена на опытном поле ФГБНУ «Пензенский НИИСХ» в период с 2013 по 2015 годы. Почвы опытного участка – чернозём выщелоченный мощный среднегумусный тяжелосуглинистый. Почва характеризуется хорошими агрохимическими свойствами: содержание гумуса 4,63 %, легкогидролизуемых форм азота – среднее, подвижного фосфора – высокое, обменного калия – повышенное. Степень кислотности согласно рН водного – слабокислая, рН солевого – среднекислая. Объект исследования – собственный селекционный материал. При выполнении исследований использовали общепринятые методики [7–10].

Основной метод создания исходного материала – гибридизация с последующим отбором по комплексу хозяйственно ценных признаков. Идентификацию и определение содержания высокомолекулярных жирных кислот (ВЖК) триацилглицеролов масла выполняли методом газожидкостной хроматографии. Получение метиловых эфиров жирных кислот проводили по ГОСТ Р 51 486–99 [11]. Разделение метиловых эфиров осуществляли на хроматографе «Кристалл 5000.1». Содержание масла в семенах селекционных сортов и сортообразцов определяли по методу Лебеяднцев–Раушковского [12]. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [13].

Метеорологические условия в годы исследований были разнообразны и достаточно полно отражали особенности лесостепной зоны Среднего Поволжья (таблица 1).

Таблица 1 – Гидротермические условия роста и развития льна по межфазным периодам

Показатель	Год	Межфазный период						
		посев – всходы	всходы – ёлочка	ёлочка – бутонизация	бутонизация – цветение	цветение – созревание плодов	посев – созревание плодов	всходы – созревание плодов
Продолжительность, сутки	2013	8	6	33	8	53	108	100
	2014	11	9	23	9	54	106	95
	2015	5	8	22	8	54	97	92
Средняя температура воздуха, °С	2013	18,5	16,3	18,7	22,5	18,6	19,8	18,8
	2014	13,7	20,3	19,6	14,7	20,4	19,0	19,6
	2015	13,1	18,0	21,4	23,4	20,6	20,4	20,8
Сумма активных температур, °С	2013	148,1	98,0	617,6	179,7	986,4	2137,8	1881,7
	2014	151,1	183,1	449,9	132,2	1099,0	2015,3	1864,3
	2015	65,7	143,6	470,4	187,4	1110,0	1977,0	1911,0
Количество осадков, мм	2013	1,0	35,3	69,6	2,6	128,8	237,3	236,3
	2014	8,3	1,7	13,2	15,1	61,9	100,2	91,9
	2015	0,0	3,0	17,5	48,4	204,1	273,0	273,0
ГТК (по Селянинову)	2013	0,07	3,60	1,13	0,14	1,31	1,11	1,26
	2014	0,55	0,09	0,29	1,14	0,56	0,50	0,95
	2015	0,00	0,21	0,37	2,58	1,84	1,38	1,43

Выполнен анализ гидротермических показателей по межфазным периодам. Посев льна проведен в 2013 г. – 14 мая, 2014 г. – 4 мая, 2015 г. – 13 мая. В целом

вегетационный период льна протекал в различных условиях: 2013 г. – обеспеченного увлажнения (ГТК – 1,11), 2014 г. – сухих (ГТК – 0,50) и 2015 г. – избыточного увлажнения (ГТК – 1,38), его продолжительность составила 108, 106 и 97 дней. Сумма активных температур – 2137,8, 2015,3 и 1977 °С. За данный период выпало 237,3, 100,2 и 273,0 мм осадков соответственно. Все указанные условия значительно повлияли на рост, развитие и продуктивность льна.

Результаты и их обсуждение

Фенологические наблюдения показали, что более ранним созреванием характеризовался стандарт ВНИИМК-622. Изучаемые образцы по продолжительности периода вегетации были на уровне второго стандарта (Исток). В условиях 2013–2015 гг. более скороспелыми были образцы К-9/23-2, К-9/23-12, хозяйственная спелость которых наступала на трое–пятеро суток раньше, чем у ВНИИМК-622. Наиболее устойчивы к полеганию сортообразцы 281/52, К-9/23-2, К-9/23-12 и сорт Исток (St. 2). Изучаемые образцы, включая стандарты, имели слабую степень поражения болезнями (менее 10 %), которая оценивалась в три балла. Образец 281/52 характеризуется средней степенью устойчивости к болезням. Урожайность семян изучаемых сортообразцов в среднем за годы изучения составила 1,64–1,93 т/га, при 1,66 и 1,95 т/га у ВНИИМК-622 и Истока соответственно (таблица 2). Достоверно превышали по данному показателю первый стандарт восемь сортообразцов, превышение – 0,19–0,27 т/га.

Таблица 2 – Продуктивность льна масличного в конкурсном сортоиспытании (2013–2015 гг.)

Сорт/ сортообразец	Урожайность, т/га	V, %	Масличность, %	V, %	Сбор масла, кг/га	V, %	Содержание сырого протеина, %	V, %	Сбор сырого протеина, кг/га	V, %	
ВНИИМК-622 (St. 1)	1,66	19,1	42,46	1,06	620,8	19,5	25,57	6,5	375,6	23,7	
Исток (St. 2)	1,95	16,9	44,31	0,87	759,2	16,2	24,72	9,8	425,9	23,5	
241/12	1,88	19,2	44,72	0,63	738,2	18,8	24,88	9,5	415,5	28,0	
281/52	1,91	22,0	44,65	0,60	751,0	21,5	24,63	10,9	419,7	31,1	
261/32	1,87	20,5	45,42	0,59	747,4	20,0	24,83	10,4	414,4	31,1	
205/1	1,85	23,1	43,28	2,28	703,0	21,5	24,79	12,6	408,3	32,2	
К-9/23-2	1,77	16,1	42,44	1,35	660,4	14,9	25,78	9,8	405,5	24,3	
К-9/23-12	1,78	21,4	42,34	1,22	661,6	20,3	25,74	10,4	404,9	25,9	
255/26	1,73	14,3	44,23	1,16	674,8	14,9	24,63	6,8	377,3	19,5	
208/4	1,93	16,7	44,49	1,09	754,9	16,2	24,76	7,1	423,5	23,5	
К-9/23-29	1,92	14,2	44,76	1,33	754,5	12,8	24,87	7,6	422,6	22,0	
277/48	1,83	12,3	46,36	2,14	744,5	10,2	23,93	7,9	387,3	19,5	
OF-87/225	1,75	21,1	43,98	4,60	673,2	17,0	26,06	10,7	407,3	31,5	
OF-18	1,88	15,3	43,83	2,26	721,8	13,0	26,45	7,2	439,3	22,2	
OF-11	1,64	18,8	43,20	2,55	624,4	17,9	24,61	15,7	362,9	32,7	
105/46	1,85	15,6	44,81	2,02	728,9	14,0	24,64	10,9	406,0	26,4	
НСР ₀₅	2013 г.	0,15	–	1,45	–	18,5	–	1,14	–	14,5	–
	2014 г.	0,14	–	1,02	–	12,7	–	1,62	–	20,1	–
	2015 г.	0,14	–	0,87	–	10,9	–	1,30	–	16,4	–
	средняя	0,14	–	1,11	–	14,0	–	1,35	–	17,0	–

Продуктивность пяти образцов определена на уровне ВНИИМК-622 (St. 1) и варьировала в интервале 1,64–1,78 т/га. Ни один селекционный номер не превысил по данному показателю Исток (St. 2). Семенная продуктивность восьми сортообразцов (208/4, К-9/23-29, 281/52, 241/12, OF-18, 261/32, 205/1 и 277/48), составившая 1,83–1,93 т/га, была на уровне Истока (St. 2). Большую продуктивность в данном питомнике имели сортообразцы 208/4 – 1,93 т/га, К-9/23-29 – 1,92 т/га и 281/52 – 1,91 т/га.

Коэффициент вариации семенной продуктивности изучаемых образцов (V, %) составил 12,3–23,1 %, при 19,1 и 16,9 % у ВНИИМК-622 и Истока соответственно. Наиболее стабильны селекционные номера 277/48 (V = 12,3 %), К-9/23-29 (V = 14,2 %) и 255/26 (V = 14,3 %). Следует выделить группу наиболее стабильных образцов (V = 12,3–16,7 %) с высокой урожайностью льносемян: 208/4, К-9/23-29, OF-18, 105/46 и 277/48. Высокопродуктивные сортообразцы 281/52, 241/12, 261/32 и 205/1 менее стабильны (V = 19,2–23,1 %). Таким образом, все изучаемые сортообразцы достаточно хорошо и удовлетворительно стабильны по продуктивности.

Масличность по номерам питомника составила 42,3–46,4 %, при 42,5 и 44,3 % у ВНИИМК-622 и Истока соответственно (см. таблицу 2). Определены высокомасличные сортообразцы 277/48 и 261/32, превосходившие по данному показателю стандарты. Масличность указанных образцов составила 46,4 и 45,4 % соответственно.

Коэффициент вариации данного признака составил 0,59–4,60 %, при 1,06 и 0,87 % у ВНИИМК-622 и Истока соответственно, что позволяет говорить о его стабильности. Более стабильны по масличности сортообразцы 261/32, 281/52 и 241/12, коэффициент вариации – 0,59; 0,60 и 0,63 % соответственно. Высокомасличные сортообразцы 277/48 и 261/32 относительно стабильны по данному признаку.

Содержание сырого протеина в данном питомнике составило 23,9–26,5 %, при 25,6 и 24,7 % у ВНИИМК-622 и Истока соответственно (см. таблицу 2). Содержание сырого протеина в семенах всех образцов определено на уровне первого стандарта. Максимальное содержание протеина отмечено у сортообразца OF-18 – 26,5 %, что достоверно превышало показатели сорта Исток (St. 2) на 1,7 %.

Коэффициент вариации данного признака составил 6,8–15,5 %, при 6,5 и 9,8 % у ВНИИМК-622 и Истока соответственно, что позволяет говорить о его стабильности и достаточно хорошей стабильности. Более стабильны по содержанию сырого протеина в семенах сортообразцы 255/26, 208/4, OF-18, К-9/23-29 и 277/48, коэффициент вариации – 6,8; 7,1; 7,2; 7,6 и 7,9 % соответственно.

Продуктивность масличной культуры определяется количеством масла соответствующего качества, получаемого с единицы площади. Почти все изучаемые образцы в среднем за годы изучения превысили по сбору масла первый стандарт ВНИИМК-622 на 39,6–134,1 кг/га, показатели номера OF-11 определены на уровне стандарта. Большие значения данного показателя отмечены у сортообразцов 208/4 – 754,9 кг/га, К-9/23-29 – 754,5 кг/га и 281/52 – 751,0 кг/га, что соответствует уровню сорта Исток (St. 2).

Коэффициент вариации данного признака составил 10,2–21,5 %, при 19,5 и 16,2 % у ВНИИМК-622 и Истока соответственно. Более стабильные показатели сбора масла определены у сортообразцов 277/48, К-9/23-29 и OF-18, коэффициент вариации – 10,2, 12,8 и 13,0 % соответственно, то есть они достаточно хорошо стабильны. Высокопродуктивные селекционные номера 208/4, 281/52 и 261/32 менее стабильны, коэффициент вариации составил 16,2; 21,5 и 20,0 % соответственно. Тем не менее, все изучаемые образцы достаточно хорошо стабильны и удовлетворительно стабильны по данному признаку.

Выделены высокорослые образцы 261/32, 208/4 и 281/52 – 59,6; 55,9 и 55,1 см соответственно и короткостебельные сортообразцы К-9/23-2 и К-9/23-12 с высотой растений 41,9 и 42,5 см.

Важное значение при возделывании льна на волокно и двустороннее использование имеет техническая длина стебля. Данный показатель находился в пределах 24,6–43,9 см в зависимости от сортообразца. Значения технической длины стебля у сортообразцов 261/32, 105/46 и 208/4 были выше, чем у Истока на 4,3; 2,1 и 1,8 см соответственно.

Образцы льна масличного существенно различались по диаметру стебля. Значения этого показателя по сортообразцам составили 1,67–1,90 мм, при 1,77 и 1,70 мм у ВНИИМК-622 и Истока соответственно. Большой диаметр стебля определен у образцов 261/32, OF-87/225 и OF-18, составивший 1,90 мм. Номера 105/46, OF-14 и 205/1 выделены как наиболее тонкостебельные.

Показатель «длина зонтичной кисти» в зависимости от образца находился в пределах от 12,9 до 20,7 см при 15,4 и 13,4 см у стандартов. Большие значения данного показателя определены у сортообразцов OF-18 – 20,7 см и 277/48 – 19,4 см.

Анализ структуры урожая показал, что показатели «количество ветвей первого порядка» и «количество коробочек» значительно варьировали по сортообразцам. По данным показателям выделились селекционные номера 281/52, 255/26, имеющие 5,6 ветвей и номера 208/4, 281/52, сформировавшие на одном растении 15,6 и 15,0 коробочек.

Все изучаемые селекционные образцы имели мелкие коробочки шаровидной и цилиндрической формы. Наиболее крупные коробочки отмечены у образцов 241/12, OF-11 и 261/32 диаметром 6,8 мм, и высотой 8,1 и 8,0 мм.

Образцы льна масличного существенно различались по количеству семян в коробочке. Селекционные номера 208/4, и OF-87/225 по количеству семян в коробочке были на уровне Истока (8,3 шт.). Большие значения показателя были у сортообразцов К-9/23-29 – 8,6 шт., 281/52, 261/32, 205/1 и 105/46 – 8,4 шт.

Важное значение при возделывании льна на семена имеют показатели «масса семян с растения» и «число семян с растения». Большие значения по первому показателю отмечены у сортообразцов 208/4 и 281/52 (0,68 г и 0,60 г). Данные образцы характеризуются также высоким «числом семян с растения» (134,6 и 124,0 шт.)

Значения показателя «масса 1000 семян» составили 5,35–6,39 г, при 6,86 и 5,55 г у ВНИИМК-622 и Истока соответственно. Большие значения определены у сортообразцов OF-11 – 6,39 г, 261/32 – 6,27 г и OF-18 – 6,24 г.

Наиболее стабильны как в отдельные годы исследований, так и в среднем показатели «количество стеблей» ($V = 3,91\%$), «высота коробочки» ($V = 8,4\%$), «высота растений» ($V = 10,9\%$) и «диаметр коробочки» ($V = 11,5\%$). Большая вариабельность определена по показателям «распространенность заболеваний» ($V = 136,9\%$), «наличие опушения» ($V = 58,3\%$), «количество семян с растения» ($V = 41,5\%$), «масса семян с растения» ($V = 39,5\%$) и «количество коробочек» ($V = 37,5\%$). В условиях 2014 г. определены большие значения коэффициентов вариации ($V = 11,2–211,7\%$). Без учета показателей «распространённость заболеваний» и «наличие опушения» большая стабильность признаков отмечена в 2013 г. ($V = 4,1–42,2\%$). Выделены более стабильные по всем признакам сортообразцы 255/26, 208/4, К-9/23-29, 277/48 и OF-11 ($V = 12,9–24,0\%$). Селекционные номера 105/46, 281/52, 205/1 и 241/12 (Викинг) менее стабильны ($V = 36,3–62,0\%$). Без учета показателей «распространённость заболеваний» и «наличие опушения» большая стабильность признаков определена у сортообразцов 255/26 ($V = 4,3–41,0\%$), К-9/23-2 ($V = 5,3–40,1\%$),

К-9/23-12 ($V = 6,0-45,4 \%$) и 261/32 ($V = 3,6-36,9 \%$), менее стабильны Исток ($V = 9,6-50,2 \%$) и OF-18 ($V = 10,9-49,7 \%$).

Различная вариация отдельных показателей структуры урожая льна под влиянием тех или иных экологических параметров среды обитания свидетельствует о неодинаковой степени их связанности, как между собой, так и с семенной продуктивностью. Для выявления признаков, определяющих продукционный процесс, был проведен анализ их корреляции с продуктивностью растения. Масса семян с одного растения является одним из основных количественных признаков продуктивности. У основной части сортообразцов отмечена высокая положительная корреляция этого признака с количеством семян с растения ($r = 0,73-0,94$), числом коробочек ($r = 0,75-0,96$), средняя положительная корреляция с диаметром стебля ($r = 0,45-0,69$) малая и средняя положительная корреляция с количеством ветвей первого порядка ($r = 0,21-0,58$) и высотой растений ($r = 0,27-0,71$).

Более высокая положительная корреляция продуктивности растений с показателем «количество семян в коробочке» выявлена у образцов К-9/23-2 – 0,94 ($r = 0,89-0,98$), OF-87/225 – 0,91 ($r = 0,85-0,96$) и OF-18 – 0,91 ($r = 0,88-0,92$), с «количеством коробочек» у селекционных номеров К-9/23-2 – 0,96 ($r = 0,94-0,97$), OF-87/225 – 0,94 ($r = 0,93-0,97$) и 205/1 – 0,91 ($r = 0,85-0,97$).

В среднем по всем селекционным образцам более высокая корреляционная зависимость «продуктивности растения» с «числом семян с растения» определена в 2014 и 2015 г. – 0,86 при ее значении 0,79 в 2013 г. Схожая зависимость прослеживается между показателями «масса семян с растения» и «количество коробочек» в 2014, 2015 гг. – 0,84, 0,85 при 0,78 в 2013 г.

Выявлена прямая положительная корреляция продуктивности с высотой растений у образцов К-9/23-2 – 0,74 ($r = 0,73-0,75$) и К-9/23-12 – 0,71 ($r = 0,68-0,76$), то есть потенциал продуктивности селекционных образцов возможно значительно повысить, ведя направленный отбор по данному признаку. Все указанные признаки можно определить как путем точных измерений (разбором структурного снопа) в лабораторных условиях, так и в полевых условиях (оценивая глазомерно и путем инструментальных измерений и расчётов). Таким образом, возможно более упрощенное направленное и вместе с тем эффективное ведение селекционного процесса.

В 2008 г. в Государственный реестр селекционных достижений внесен созданный учёными «Пензенского НИИСХ» сорт льна масличного Исток с содержанием линолевой кислоты 70,41 % и линоленовой – 5,71 %. В селекционном процессе, направленном на получение сортообразцов с различным жирнокислотным составом, в качестве одной из родительских форм использовали сорта, генетически близкие к сорту Исток. Низкое содержание линоленовой кислоты в масле данных сортообразцов является генетически закреплённым признаком и незначительно изменяется в зависимости от условий выращивания [6, 14, 15].

Анализ жирнокислотного состава (ЖКС) липидов, выделенных из семян сортообразцов льна последних этапов селекции, показал, что состав липидов образцов 208/4, К-9/23-29, 281/52 и 255/26 близок к селекционным номерам льнольного типа и сорту Исток (таблица 3).

В составе глицеридов жиров данных сортообразцов определено 60,02–66,22 % – линолевой кислоты и 8,75–15,20 % линоленовой кислоты. Особого внимания заслуживают созданные нами селекционные номера 241/12, 261/32 и 205/1, занимающие по жирнокислотному составу липидов семян промежуточное положение между сортами льна с традиционным ЖКС и образцами, имеющими изменённый ЖКС.

Таблица 3 – Жирнокислотный состав липидов, выделенных из семян льна

Сорт/сортообразец	Кислота				
	пальмитиновая С 16:0	стеариновая С 18:0	олеиновая С 18:1	линолевая С 18:2	линоленовая С 18:3
ВНИИМК-622 (St. 1)	4,09	3,49	15,87	16,41	59,37
Исток (St. 2)	5,13	4,10	13,62	70,41	5,71
241/12	4,50	3,50	14,67	37,33	39,15
281/52	4,82	4,08	13,65	61,27	15,20
261/32	4,54	3,53	14,03	31,92	45,14
205/1	4,24	3,90	14,11	36,25	40,68
К-9/23-2	3,90	3,07	14,71	16,65	60,89
К-9/23-12	3,86	2,38	15,38	16,19	61,43
255/26	4,85	4,18	14,91	60,02	15,09
208/4	4,96	4,28	14,71	66,22	8,75
К-9/23-29	4,84	4,24	14,65	65,32	10,00

Липиды данных сортообразцов содержали 31,92–36,20 % линолевой кислоты и 15,20–45,14 % – линоленовой кислоты. Сортообразец 261/32 (линолевая – 31,92 %, линоленовая – 45,14 %) отклоняется по данному признаку в сторону сортов с традиционным ЖКС. Селекционные номера К-9/23-2 и К-9/23-12 имели традиционный ЖКС (60,89; 61,43 % – линоленовой кислоты, 16,19; 16,65 % – линолевой кислоты).

Выводы

В процессе селекции льна масличного в Пензенском НИИСХ создан и проанализирован новый селекционный материал. Выделены более скороспелые образцы К-9/23-2 и К-9/23-12.

Получены высокопродуктивные сортообразцы 208/4, К-9/23-29 и 281/52 с урожайностью 1,93; 1,92 и 1,91 т/га, масличностью – 44,5; 44,8 и 44,7 % и сбором масла – 754,9; 754,5 и 751,0 кг/га соответственно.

Определены высокомасличные селекционные номера 277/48 (46,4 %) и 261/32 (45,4 %), превосходившие по данному показателю стандарты.

Максимальное содержание протеина отмечено у сортообразца OF-18 – 26,5 %, что достоверно превышало показатели сорта Исток (St. 2) на 1,7 %.

Наиболее стабильны сортообразцы: по семенной продуктивности – 277/48 ($V = 12,3$ %), К-9/23-29 ($V = 14,2$ %) и 255/26 ($V = 14,3$ %), по масличности – 261/32 ($V = 0,59$ %), 281/52 ($V = 0,60$ %) и 241/12 ($V = 0,63$ %), по сбору масла – 277/48 ($V = 10,2$ %), К-9/23-29 ($V = 12,8$ %) и OF-18 ($V = 13,0$ %) по содержанию сырого протеина в семенах – 255/26 ($V = 6,8$ %), 208/4 ($V = 7,1$ %), OF-18 ($V = 7,2$ %), К-9/23-29 ($V = 7,6$ %) и 277/48 ($V = 7,9$ %). Выделены более стабильные по всем признакам образцы 255/26, 208/4, К-9/23-29, 277/48 и OF-11 ($V = 12,9$ –24,0 %).

У основной части изученных сортообразцов определена высокая положительная корреляция массы семян с одного растения с количеством семян с растения ($r = 0,73$ –0,94), числом коробочек ($r = 0,75$ –0,96), средняя положительная корреляция с диаметром стебля ($r = 0,45$ –0,69), малая и средняя положительная корреляция с количеством побегов первого порядка ($r = 0,21$ –0,58) и высотой растений ($r = 0,27$ –0,71). Таким образом, потенциал продуктивности селекционных образцов возможно значительно повысить, ведя направленный отбор по данным признакам.

Созданы высоколиноленовые сортообразцы К-9/23-2 и К-9/23-12 (линоленовой кислоты 60,89; 61,43 %, линолевой кислоты – 16,19; 16,65 %), низколиноленовые селекционные номера 208/4, К-9/23-29, 281/52 и 255/26 (линоленовой кислоты – 8,75–15,20 %, линолевой кислоты – 60,02–66,22 %). Сортообразцы 241/12, 261/32 и 205/1 имеют промежуточный ЖКС (линолевой кислоты – 31,92–36,20 %, линоленовой кислоты – 15,20–45,14 %). Разнообразный ЖКС масла изучаемых образцов позволит значительно расширить возможности его использования в производстве.

В 2014 г. передан на Государственное сортоиспытание сорт льна масличного Викинг (241/12) с содержанием линолевой кислоты 37,3 %, линоленовой кислоты – 39,2 %.

Литература

1. Бражников В. Н., Бражникова О. Ф., Прахова Т. Я., Прахов В. А. Результаты селекции и жирно-кислотный состав масла льна масличного // Международный сельскохозяйственный журнал. 2015. № 6. С. 23–27.
2. Бражников В. Н., Бражникова О. Ф. Результаты селекции льна масличного // Материалы научно-практической конференции: «Научно-практические аспекты технологий возделывания и переработки масличных культур». Рязань: ФГБОУ «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева», 2013. С. 50–53.
3. Соловьев А. Я. Льноводство. М.: Агропромиздат, 1989. 319 с.
4. Крепков А. П. Селекция льна-долгунца в Сибири. Томск: изд-во Томского государственного университета, 2000. 185 с.
5. Галкин Ф. М., Хатнянский В. И., Тишков Н. М., Пивень В. Т., Шафоростов В. Д. Лён масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки. Краснодар: РАСХН, ГНУ ВНИИМК, 2008. 191 с.
6. Скляр С. В. Жирно-кислотный профиль и оксидостойкость масла низколиноленовых сортообразцов льна масличного // Масличные культуры. 2012. № 2 (151–152). С. 91–95.
7. Методические указания по изучению мировой коллекции масличных культур. Л.: ВИР, 1976. 21 с.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Сельхозгиз, 1972. 304 с.
9. Методические указания по селекции льна-долгунца. М.: Россельхозакадемия, 2004. 43 с.
10. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов // Под ред. Скурихина И. М., Тутельяна В. А. М.: «Браденс–Медицина», 1998. С. 84–93.
11. ГОСТ Р 51483–99. Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме. М.: ИПК Издательство стандартов. 2000. 7 с.
12. Раушковский С. С. Методы исследований при селекции масличных растений по содержанию масла. М.: Пищепромиздат, 1959. 46 с.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
14. Кроль Т. А. Сравнительное изучение роста продуктивности сортов льна масличного в центральном регионе РФ. Автореферат дисс. ... канд. с.-х. наук. М.: ФГОУ ВПО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», 2004. 20 с.
15. Вакула С. И., Король Л. В., Игнатовец О. С., Титок В. В., Хотылева Л. В. Эколого-генетические аспекты продуктивности и качества сортов льна масличного (*Linum usitatissimum* L.) // Экологическая генетика. 2009. № (4). С. 14–22.

References

1. Brazhnikov V. N., Brazhnikova O. F., Prakhova T. Ya., Prakhov V. A. Results of selection and fatty acid composition of flax oil // International agricultural journal. 2015. No. 6. P. 23–27.
2. Brazhnikov V. N., Brazhnikova O. F. Results of cultivation of flax// Materials of Scientific-Practical Conference: “Scientific and practical aspects of technologies of cultivation and processing of oilseeds”. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University, 2013. P. 50–53.
3. Solovyov A. I. Flax production. Moscow: Agropromizdat, 1989. 319 p.

4. Krepkov A. P. Breeding of flax in Siberia. Tomsk: publishing house of Tomsk State University. 2000. 185 p.
5. Galkin F. M., Khatnyanskiy V. I., Tishkov N. M., Piven V. T., Shaforostov V. D. Oilseed flax: breeding, seed production, cultivation and harvesting technology. Krasnodar: Russian Academy of Agricultural Sciences, State Scientific Institution All-Russia Research Institute of Oil Crops named after V.S. Pustovoit (VNIIMK), 2008. 191 p.
6. Sklyarov S. V. Fatty acid profile and oil oxidizing stability of low-linolenic oil flax// Oil Crops. Scientific and technical bulletin of All-Russia Research Institute of Oil Crops. 2012. No. 2 (151–152). P. 91–95.
7. Guidelines for the study of the world collection of oilseeds. Leningrad: The N. I. Vavilov All-Russian Institute of plant genetic resources, 1976. 21 p.
8. Methods of state variety testing of agricultural crops. Moscow: Selkhozizdat, 1972. 304 p.
9. Methodical instructions on flax selection. Moscow: Rosselkhozakademia, 2004. 43 p.
10. Guidance on food quality and safety analysis methods // Ed. by Skurikhin I. M., Tutelyan V. A. Moscow: "Bradens-Medicine", 1998. P. 84–93.
11. GOST R 51 483-99. Vegetable oils and animal fats. Determination by gaz chromatography of constituent contents of methyl esters of total fatty acid content. Moscow: Publishing and printing center Izdatelstvo standartov, 2000. 7 p.
12. Raushkovskiy S. S. Research methods in breeding oilseeds on the oil content. Moscow: Pishchepromizdat, 1959. 46 p.
13. Dospekhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results) Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
14. Krol' T. A. Comparative study of productivity growth of flax varieties in the central region of the Russian Federation. The author's abstract ... Cand. Sc. (Agr.). Moscow: Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazew Agrarian Academy, 2004. 20 p.
15. Vakula S. I., Korol' L. V., Ignatovets O. S., Titok V.V. Khotyleva L.V. Ecological and genetic aspects of productivity and quality in linseed (*Linum usitatissimum* L.) cultivars // Ecological genetics. 2009. No. 7 (4). P. 14–22.

UDC 633.854.54:631.526.32:001.53

Brazhnikov V. N., Brazhnikova O. F., Brazhnikov D. V.,

RESULTS OF OIL FLAX BREEDING IN PENZA RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE

Summary. Flax is one of the valuable agricultural plants. The biological value of linseed oil ranks first among other edible vegetable oils. Different ratio of fatty acids allows using this oil both for technical and food purposes. The purpose of the research was to create highly productive varieties of oil flax with a certain fatty acid composition of the oil for the development of new areas of use in the food production and industry. The research work was carried out in the experimental field of the Penza Research Institute from 2013 to 2015. The object of the research – domestic selection material. The "Methodology of state variety testing of agricultural crops" was used in the research. Identification and determination of the content of high-molecular fatty acids were performed by standard methods of gas-liquid chromatography (GLC). The results of competitive variety testing (2013–2015) of oil flax at the Penza Research Institute were analyzed. Early maturing samples K-9/23-2, K-9/23-12 were identified. Both eight variety samples and the variety Istok (St. 2) exceeded variety VNIIMK-622 (St. 1) in seed yield by 0.17–0.29 t/ha. Samples 208/4, K-9/23-29 and 281/52 with a yield of 1.93, 1.92 and 1.91 t/ha, oil content – 44.49, 44.76 and 44.65 % and oil collection at a rate of 754.9, 754.5 and 751.0 kg/ha, respectively, were allocated for the complex of the main economically useful traits. The most stable variety samples were identified: by seed production – 277/48 (V = 12.3 %), 9/23-29 (V = 14.2 %) and 255/26 (V = 14.3 %); by oil content – 261/32 (V = 0.59 %), 281/52 (V = 0.60 %) and 241/12 (V = 0.63 %); by oil collection – 277/48 (V = 10.2 %), 9/23-29 (V = 12.8 %) and OF – 18 (V = 13.0 %). Samples with the traditional fatty acid composition of oil K-9/23-2 and K-9/23-12 (the amount of linolenic acid is 60.89; 61.43 %, linoleic acid – 16.19; 16.65 %, respectively) were created, as well as breeding numbers with non-traditional fatty acid composition of

oil, namely 208/4, K-9/23-29, 281/52 and 255/26 (linoleic acid – 60.02–66.22 %, linolenic acid – 8.75–15.20 %) and variety samples 241/12, 261/32 and 205/1 with mediating fatty acid composition of oil (linoleic acid – 31.92–36.20 %, linolenic acid – 15.20–45.14 %). In 2014, the variety of oil flax Viking (241/12) with the content of linoleic acid (37.3 %) and linolenic acid (39.2 %) was transferred to the State Variety Testing.

Keywords: oil flax (*Linum usitatissimum* L.), variety, breeding, productivity, oil content, oil collection, stability, fatty acid composition of oil.

Бражников Владимир Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела масличных культур, ФГБНУ «Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»; 442731, Россия, Пензенская область, п. Лунино, ул. Мичурина, 16; e-mail: brazhnikov._brazhnikov-5@mail.ru.

Бражникова Ольга Федоровна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела масличных культур, ФГБНУ «Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»; 442731, Россия, Пензенская область, п. Лунино, ул. Мичурина, 16; e-mail: brazhnikov._brazhnikov-5@mail.ru.

Бражников Дмитрий Владимирович, аспирант ФГБОУ ВО «Пензенский аграрный университет»; 442731, Россия, Пензенская область, Лунино, ул. Мичурина, 16; e-mail: brazhnikov._brazhnikov-5@mail.ru.

Brazhnikov Vladimir Nikolaevich, Cand. Sc. (Agr.), leading researcher of the Department of oilseeds, FSBSI “Penza Research Institute of Agriculture”; 1B, Michurina str., vill. Lunino, Penza region, 442731, Russia; e-mail: brazhnikov._brazhnikov-5@mail.ru.

Brazhnikova Olga Fedorovna, Cand. Sc. (Agr.), senior researcher of the Department of oilseeds, FSBSI “Penza Research Institute of Agriculture”; 1B, Michurina str., vill. Lunino, Penza region, 442731, Russia; e-mail: brazhnikov._brazhnikov-5@mail.ru.

Brazhnikov Dmitry Vladimirovich, postgraduate student, FSBEI of Higher Education “Penza Agrarian University”; 1B, Michurina str., vil. Lunino, Penza region, 442731, Russia; e-mail: brazhnikov._brazhnikov-5@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 11.04.2018.

Дата принятия к печати – 30.08.2018.

DOI: 10.25637/TVAN.2018.03.04.

УДК 633.11:631.82; 631.9; 631.559

Золкина Е. И.

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ПОКАЗАТЕЛИ БАЛАНСА ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

Всероссийский НИИ органических удобрений и торфа –
филиал ФГБНУ «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр»

Реферат. Цель исследований – выявить возможность производственного использования новых сортов озимой пшеницы для получения высоких устойчивых урожаев на дерново-подзолистой почве, установить наиболее благоприятный удобрительный режим минерального питания для получения конкурентоспособного продовольственного зерна высокого качества и определить изменение показателей баланса биогенных элементов. Задачи: изучить влияние уровня удобренности на продуктивность различных сортов озимой пшеницы, определить вынос питательных элементов и показатели баланса биогенных элементов. В полевом опыте № 1 (2007–2009) на дерново-подзолистой супесчаной почве Нечерноземной зоны изучали эффективность применения низких ($N_{30}P_{20}K_{30}$), средних ($N_{60}P_{40}K_{60}$) и высоких ($N_{120}P_{60}K_{90}$) доз минеральных удобрений под озимую пшеницу сортов: Московская 39, ТАУ, Суздальская 2, Немчиновская 24, Слав, Мера, Лавина, Заря. Сорты интенсивного типа Немчиновская 24 и Мера показали высокую отзывчивость на условия минерального питания, что позволило на фоне высоких доз минеральных удобрений получить максимальную урожайность зерна 40–42 ц/га в среднем за три года. Урожайность сорта Заря (St.) на фоне высоких доз удобрений составила 38 ц/га. Максимальная урожайность пластичного сорта озимой пшеницы ТАУ получена на фоне средних доз удобрений – 31 ц/га. Вынос элементов питания с урожаем зерна озимой пшеницы составил: азота – 54–122 кг/га, калия – 34–92 кг/га и фосфора – 25–52 кг/га. При возделывании современных сортов озимой пшеницы положительный баланс азота, фосфора и калия может быть обеспечен лишь внесением высоких доз удобрений. Применение минеральных удобрений в длительном стационарном опыте № 2 (проводится с 1968) в дозах $N_{50}P_{50}K_{60}$, обеспечивающих бездефицитный баланс элементов питания, способствовало получению на легких дерново-подзолистых почвах урожайности интенсивного сорта озимой пшеницы Заря 39 ц/га при интенсивности баланса 110–146 %.

Ключевые слова: минеральные удобрения, озимая пшеница (*Triticum L.*), урожайность, вынос, баланс, элементы питания, дерново-подзолистая почва.

Введение

Мировая и отечественная практика интенсивного земледелия убедительно показывает, что удобрения – это материальная основа количества и качества получаемой растениеводческой продукции. Применение минеральных удобрений обеспечивает максимальную продуктивность при рациональном расходовании элементов питания. Отзывчивость растений на удобрения тесно связана с генетически закрепленными свойствами, которые соответствуют каждому конкретному генотипу (сорт). Сельскохозяйственное производство должно переходить на современные высокоадаптивные и пластичные сорта, способствующие ресурсоэнергосбережению [1].

В росте урожайности и увеличении производства зерна важнейшая роль принадлежит новым сортам. Необходимо учитывать, что сорт – не только средство

повышения урожайности, но и фактор, без которого невозможно реализовать достижения науки и техники. В сельскохозяйственном производстве сорт выступает как биологическая система, которую нельзя ничем заменить [2, 3]. Для стабильной реализации продуктивного потенциала новые сорта должны обладать широким диапазоном реакции на изменяющиеся экологические факторы. В последние годы наблюдается увеличение аридности климата, усиливаются не только водные и температурные стрессы, но и воздействие патогенной микрофлоры и вредных насекомых. По данным многих исследователей, возделываемые в настоящее время сорта озимой пшеницы интенсивного типа отличаются повышенными требованиями к условиям минерального питания, и только при их удовлетворении могут формировать высокие урожаи [4, 5]. При разработке режима минерального питания в опыте, балансовых расчетах, оценке урожайности сортов озимой пшеницы очень важно учитывать особенности воздействия агротехнических факторов, влияние на величины показателей выноса элементов питания из урожая основной продукции с учетом побочной.

Цель исследований – выявить возможность производственного использования новых сортов озимой пшеницы для получения высоких устойчивых урожаев на дерново-подзолистой почве, установить наиболее благоприятный удобрительный режим минерального питания для получения конкурентоспособного продовольственного зерна высокого качества и определить изменение показателей баланса биогенных элементов.

Задачи исследования:

1. Изучить влияние уровня удобренности на продуктивность различных сортов озимой пшеницы;
2. Определить вынос питательных элементов и показатели баланса биогенных элементов.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в двух полевых опытах на поле «ВНИИ органических удобрений и торфа» (п. Вяткино, Владимирская область).

Первый опыт. В двухфакторном полевом опыте (2007–2009 гг.) проводили оценку продуктивности новых сортов озимой пшеницы и отзывчивости их на внесение удобрений проводили в звене севооборота: донник (однолетний люпин на зерно) – овес – чистый пар – озимая пшеница. Почва – дерново-подзолистая супесчаная. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта почвы: гумус по Тюрину – 1,34–1,57 %; содержание азота аммиачного – 1,68 мг/кг сырой почвы; содержание подвижных форм фосфора – 47–49 мг/кг 100 г почвы; обменного калия – 104–106 мг/кг; рН – 4,7–5,2; Нг – 1,28–3,4 мг (экв.)/100 г почвы.

Опыт проводили во времени в трех полях (первая часть начата в 2006 г., вторая – в 2007 г. и третья – в 2008 г.) в трехкратной повторности на четырех фонах элементов минерального питания, площадь делянки 35 м².

Первый фактор – интенсивность применения минеральных удобрений. Фоны: 1. Без удобрений; 2. N₃₀P₂₀K₃₀; 3. N₆₀P₄₀K₆₀; 4. N₁₂₀P₆₀K₉₀. Фосфорные и калийные удобрения вносили под предпосевную культивацию, азотные – в подкормку при весеннем отрастании озимой пшеницы. При высоком уровне удобренности (N₁₂₀P₆₀K₉₀) четверть дозы азота вносили под предпосевную культивацию, половину – весной в начале кущения, четверть – в фазу выхода в трубку.

Второй изучаемый фактор – сорта. Исследовано восемь сортов озимой пшеницы интенсивного типа – Заря, ТАУ, Немчиновская 24, Сплав, Мера, Лавина и пластичного – Московская 39, Суздальская 2. Сорта являются среднеспелыми, имеют

различную потребность в минеральных удобрениях и отзывчивость на них, выносливость к стрессовым условиям, пластичность.

Агротехника возделывания озимой пшеницы общепринятая для Владимирской области. Перед посевом проводили протравливание семян озимой пшеницы фунгицидом «Виал ТТ» (0,5 л/т). Срок сева – четвертое сентября, норма высева – 2,5–3 млн шт. всхожих семян на 0,04 га. Учет урожая – сплошной поделачночный с помощью комбайна SAMPO-2085TS (CH 4800).

Математическая обработка результатов проведена с помощью методов дисперсионного и корреляционного анализов, с использованием статистического приложения STADIA 5.2 [6].

Лабораторные исследования NPK в растениях выполнены в соответствии с ГОСТ 13496.4-93, ГОСТ 26657-97 [7, 8]. Окупаемость рассчитывали делением полученной прибавки от внесения удобрений, выраженной в кг з. ед. на сумму питательных элементов внесенных удобрений. Следует отметить, что в агрохимии принято выделять несколько показателей выноса. Так, согласно ГОСТ 20432-83: «Вынос питательных элементов из почвы – это количество питательных элементов, отчуждаемых из почвы урожаем основной и побочной продукции сельскохозяйственных культур на единицу площади» [9]. Все виды полевых и лабораторных исследований выполнены в соответствии с ГОСТ 26207-91, ГОСТ 26483-85 [10, 11].

Метеорологические условия за годы исследований (2007–2009 гг.) были контрастными по влаго- и теплообеспеченности (таблица 1). Сумма осадков в 2008 г. составила 762 мм, что выше среднемноголетних данных (584 мм) на 178 мм, ГТК составил 2,2 (таблица 2). Год характеризовался избыточным увлажнением, сумма осадков за вегетационный период составила 451 мм. Дефицит влаги отмечали в 2007 и 2009 гг. в межфазный период налива и созревания зерна, который является критическим для зерновых культур. Так, в июне выпало осадков 34–37 мм при среднемноголетних показателях 62 мм, а среднесуточная температура воздуха составила 15,6–16,6 °С. Растения в этот период испытывали сильный недостаток влаги, так как запасы продуктивной влаги в почве в корнеобитаемом слое были на уровне влажности завядания.

Таблица 1 – Количество осадков по годам

Осадки	Год исследований					
	2007		2008		2009	
	мм	%	мм	%	мм	%
Осенние (вторая декада сентября – третья декада октября)	114	19,6	71	9,3	149	28,5
Осенние и ранневесенние (первая декада сентября – вторая декада апреля)	218	37,4	240	31,5	197	37,7
Вегетационный период (третья декада апреля – первая декада сентября)	250	43,0	451	59,2	176	33,7
Сумма	582	–	762	–	522	–

Таблица 2 – Гидротермический коэффициент и сумма температур за вегетационный период

Показатель	Год исследований		
	2007	2008	2009
Гидротермический коэффициент	0,94	2,2	1,0
Сумма температур за вегетационный период, °С	2150	1890	1970

Второй опыт. В длительном втором стационарном опыте, проводимом с 1968 г., изучают влияние различных систем удобрений на продуктивность

зернопропашного севооборота, качество продукции и плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы. Схема опыта состоит из 16 вариантов. В работе использовали данные, полученные в вариантах: 1. Без удобрений; 2. N₅₀P₂₅K₆₀; 3. N₅₀P₅₀K₆₀; 4. N₁₀₀P₅₀K₁₂₀. В опыте использованы варианты только с минеральными удобрениями, так как остальные 12 вариантов проводили с внесением органических удобрений совместно с минеральными.

Минеральные удобрения в опыте вносили по плану под все культуры севооборота, кроме люпина. Длительный стационарный опыт заложен в севообороте: однолетний люпин – озимая пшеница – картофель – ячмень. Повторность в опыте четырехкратная, размер делянки 161 м² [8]. Почва дерново-подзолистая супесчаная. Свойства почвы перед закладкой опыта: рН – 6,2–6,5; гидролитическая кислотность – 1,0–2,2 мг (экв.)/100 г; сумма поглощенных оснований – 4,8–5,3 м (экв.)/100 г; P₂O₅ – 1,4–2,5, K₂O – 6,3–10,4 мг/100 г; содержание гумуса – 1,05–1,17 %.

Опыт входит в Географическую сеть опытов с удобрениями России и в Международную сеть опытов по изучению динамики содержания гумуса при сельскохозяйственном использовании почв (GSTE-Somnet и Euro-Somnet). В данной статье по длительному стационарному опыту рассматривается культура озимая пшеница сорт интенсивного типа Заря. Данные представлены за десятую (2010–2014 гг.) и одиннадцатую ротацию (2014–2017 гг.).

Результаты и их обсуждение

Установлено, что количество осадков было недостаточным за вегетационный период 2007 и 2009 гг., применение удобрений более N₃₀P₂₀K₃₀ не дало достоверное увеличение урожайности (от 22,9–30,3 ц/га, таблица 3). На фоне высоких доз минеральных удобрений N₁₂₀P₆₀K₉₀ проведение второй азотной подкормки, существенно влияющей на урожайность озимой пшеницы, было малоэффективным, прибавка составила 1,9 ц/га по сравнению с фоном средних доз N₆₀P₄₀K₆₀. По всей видимости, это обусловлено дефицитом влаги в фазу выхода в трубку. В то же время при достаточном увлажнении 2008 г. урожайность озимой пшеницы в вариантах с высокой дозой удобрений N₁₂₀P₆₀K₉₀ была значительно выше (в 1,7 раза) по сравнению с контролем и в 1,2 раза по сравнению с фоном N₃₀P₂₀K₃₀.

Таблица 3 – Влияние минеральных удобрений на урожайность сортов озимой пшеницы, ц/га

Сорт	Вариант опыта												среднее за 2007–2009 гг.
	Без удобрений			N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀			N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀			N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀			
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	
Московская 39	19,3	31,6	17,0	24,4	39,5	24,4	25,1	40,2	27,5	23,5	53,7	29,3	29,6
ТАУ	22,9	31,2	12,0	27,0	41,2	18,9	25,7	41,6	24,3	24,5	36,9	24,2	27,5
Суздальская 2	20,2	27,7	13,6	24,3	39,8	22,9	24,2	39,2	26,1	23,6	52,6	27,2	28,4
Немчиновская 24	24,6	24,1	20,3	31,2	39,2	25,0	32,5	46,2	28,2	31,1	56,6	30,8	32,5
Сплав	24,3	20,2	22,9	29,5	27,6	29,2	28,4	40,2	30,8	27,7	40,9	33,7	29,6
Мера	25,2	36,1	21,9	30,3	51,0	30,2	32,6	53,4	32,7	29,1	64,8	33,3	36,7
Лавина	24,1	27,1	5,8	28,8	40,9	7,2	34,0	46,1	8,6	30,6	57,2	11,5	26,8
Заря	25,0	28,6	21,1	26,3	42,0	29,5	31,8	40,7	30,9	28,6	50,7	34,2	32,4

Примечание. НСР 2007 г. – 5,9 ц/га; НСР 2008 г. – 7,7 ц/га; НСР 2009 г. – 5,6 ц/га.

Можно отметить, что при дробном внесении азота велико влияние погодных условий, так в переувлажненном 2008 г. выделился сорт интенсивного типа Мера, который обеспечил урожайность зерна 64,8 ц/га. В среднем за годы исследований

этот сорт обеспечил урожайность 37,2–42,4 ц/га, при окупаемости одного кг NPK прибавкой урожая 5,4–11,9 кг зерна (рисунок 1).

Следует отметить, что эффективность минеральных удобрений сильно зависит от погодных условий и адаптивной способности сорта. Высокой продуктивностью характеризовался сорт Немчиновская 24, максимальная урожайность которого составила 56,6 ц/га, а оплата – один кг NPK (урожаем 6,1 кг зерна).

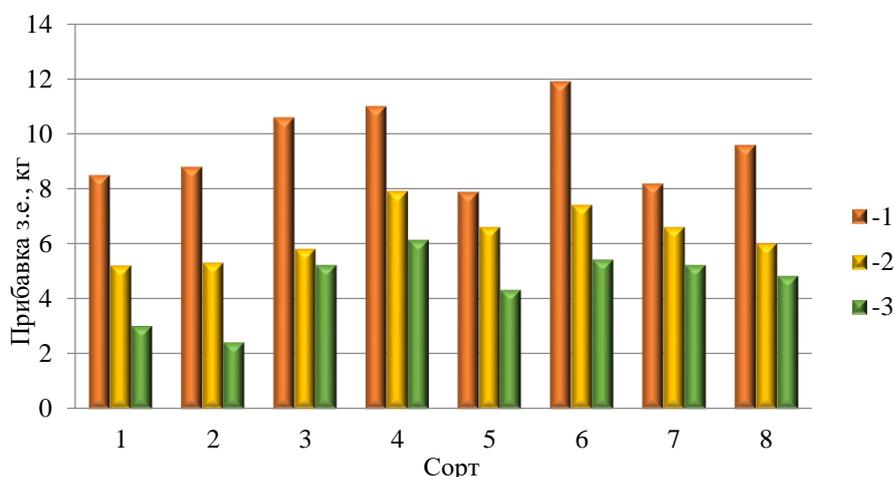


Рисунок 1 – Окупаемость одного кг минеральных удобрений (в среднем за 2007–2009 гг.)

Примечание. Сорта: 1. Московская 39; 2. ТАУ; 3. Суздальская 2; 4. Немчиновская 24; 5. Слав; 6. Мера; 7. Лавина; 8. Заря.

Примечание легенды. 1. $N_{30}P_{20}K_{30}$; 2. $N_{60}P_{40}K_{60}$; 3. $N_{120}P_{60}K_{90}$.

В годы неустойчивого увлажнения (2007 и 2009 гг.) урожайность этого сорта на высоком фоне минеральных удобрений $N_{120}P_{60}K_{90}$ варьировала от 30,8–31,1 ц/га по сравнению с фоном без удобрений. Старый районированный сорт Заря в различных условиях внешней среды способен достигать урожайность на среднем ($N_{60}P_{40}K_{60}$) и высоком ($N_{120}P_{60}K_{90}$) фоне – 30,9 и 50,7 ц/га соответственно.

Исследования показали, что 2009 г. характеризовался недостатком осадков. Менее устойчив к альтернариозу сорт Лавина, на всех уровнях минерального питания его урожайность составила 5,8–11,5 ц/га. В среднем за годы исследований по всем восьми сортам применение низких доз удобрений ($N_{30}P_{20}K_{30}$) обеспечивало увеличение урожайности озимой пшеницы на 7,7 ц/га (32 %) при оплате одного кг NPK – 9,6 кг зерна, $N_{60}P_{40}K_{60}$ на 10,2 ц/га (41 %) при оплате 6,4 кг зерна на один кг NPK, $N_{120}P_{60}K_{90}$ – 12,9 ц/га (53 %) при оплате одного кг NPK – 4,8 кг.

Результаты длительного стационарного опыта (№ 2) показали, что эффективность видов минеральных удобрений зависела от биологических особенностей культур, погодных условий, а также от продолжительности их использования. В десятой ротации были года как с большим дефицитом влаги, так и с ее избытком. Неблагоприятные погодные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур зафиксированы в течении вегетационных периодов 2010, 2011 и 2013 гг. После засушливого периода были сильные ливневые дожди, которые привели к полеганию озимой пшеницы. Особенно экстремальные условия были в 2010 г. Так, в июле в самый критический период роста и развития растений дневные температуры были выше 30 °С, а осадки практически не выпадали.

Метеорологические условия в одиннадцатой ротации (2015–2016 гг.) были благоприятными для возделывания озимой пшеницы (рисунки 2, 3).

В десятой ротации севооборота использование удобрений на фоне средних доз $N_{50}P_{50}K_{60}$ обеспечило урожайность озимой пшеницы 29,4 ц/га (таблица 4). Прибавка урожая пшеницы составила 14,7 ц з.ед./га, или 100 %, а долевое участие удобрений в формировании урожая достигало 50 %. При этом интенсивность баланса азота с учетом его биологической фиксации люпином, составила 124 %, фосфора – 192 % и калия 136 % (таблица 5).

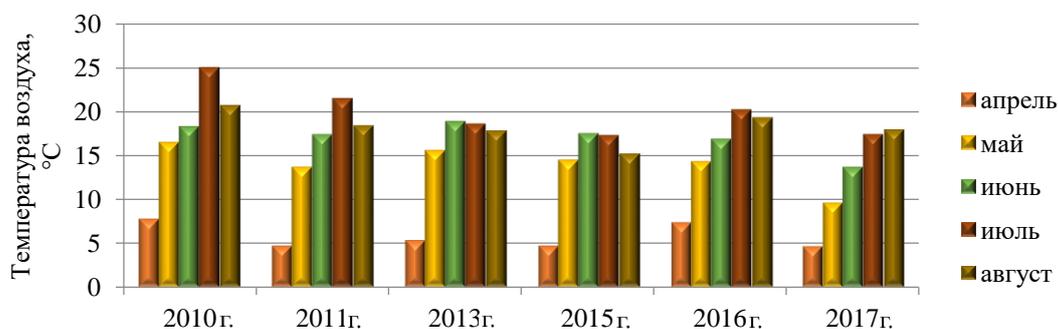


Рисунок 2 – Среднемесячная температура воздуха в течение вегетационного периода

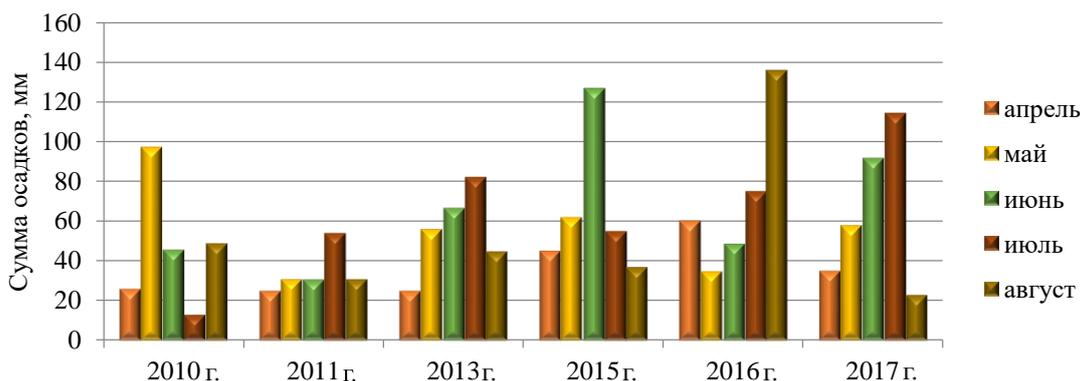


Рисунок 3 – Сумма осадков в течение вегетационного периода

Коэффициенты использования питательных веществ удобрений на этом фоне составили 49,26 и 41 % соответственно. Двукратное увеличение дозы $N_{100}P_{50}K_{120}$ вносимых удобрений существенно снизило коэффициенты использования азота удобрений – в 1,5 раза, фосфора и калия – в 1,1–1,2 раза при значительном увеличении интенсивности баланса биогенных элементов, до 179–207 % в среднем. Эффективность минеральной системы удобрений на этом фоне по сравнению с фоном средних доз $N_{50}P_{50}K_{60}$ у озимой пшеницы была ниже.

Таблица 4 – Урожайность озимой пшеницы сорта Заря по ротациям

Вариант опыта	десятая ротация (2010–2014 гг.)			одиннадцатая ротация (2014–2017 гг.)		
	урожайность, ц/га	прибавка		урожайность, ц/га	прибавка	
		ц з.ед./га	%		ц з.ед./га	%
Без удобрений	14,7	–	–	26,8	–	–
$N_{50}P_{25}K_{60}$	29,4	14,7	100	37,3	10,5	39
$N_{50}P_{50}K_{60}$	28,6	13,9	95	39,0	11,8	44
$N_{100}P_{50}K_{120}$	27,6	12,9	88	30,7	3,9	15
$HCP_{0,95}$, ц/га	2,20	–	–	2,62	–	–

Урожайность одиннадцатой ротации в варианте без удобрений оказалась в 1,8 раза больше по сравнению с десятой ротацией, что обусловлено благоприятными погодными условиями 2015–2016 гг. Повышенные дозы минеральных удобрений N₁₀₀P₅₀K₁₂₀ не увеличили урожайность, но обеспечили бездефицитный баланс элементов питания. Интенсивность баланса составила на этом фоне для азота 122 %, фосфора – 143 % и калия 169 %, но в то же время произошло существенное снижение коэффициентов использования азота и калия в 1,6 раза и фосфора 1,8 раза относительно средних доз удобрений. При этом использование низких и средних доз удобрений обеспечило увеличение урожайности озимой пшеницы в одиннадцатой ротации по сравнению с десятой в 1,3 раза или на 21 %. Коэффициенты использования растениями NPK в одиннадцатой ротации на фоне этих доз были на 1,6–1,2 % выше по сравнению с фоном повышенных доз. Таким образом, применение минеральных удобрений средних доз N₅₀P₅₀K₆₀ обеспечивало более высокую урожайность по годам исследования.

Таблица 5 – Баланс питательных веществ и коэффициенты их использования из минеральных удобрений

Вариант опыта	Баланс, кг/га			Интенсивность баланса, %			Коэффициент использования		
	N ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	N ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	N ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O
	десятая ротация (2010–2014 гг.)								
Без удобрений	-43	-53	-78	63	-	-	-	-	-
N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	59	96	63	124	192	136	49	26	41
N ₅₀ P ₅₀ K ₆₀	81	9	76	140	110	146	38	38	36
N ₁₀₀ P ₅₀ K ₁₂₀	233	87	248	179	177	207	31	30	32
одиннадцатая ротация (2014–2017 гг.)									
Без удобрений	-140	-	-	32	-	-	-	-	-
N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	-97	-30	12	75	77	95	62	53	57
N ₅₀ P ₅₀ K ₆₀	-70	60	-2	80	143	99	52	32	53
N ₁₀₀ P ₅₀ K ₁₂₀	89	65	197	122	143	169	40	29	35

Количество питательных элементов в опыте № 1, которое необходимо для роста и развития растений, определяют по их содержанию в урожае. При созревании озимой пшеницы основная масса азота и фосфора перемещалась в зерно, большая же часть калия оставалась в вегетативной массе растений.

Полученные данные (см. рисунок 2) свидетельствуют о том, что под влиянием минеральных удобрений происходит изменение химического состава зерна и соломы озимой пшеницы. Содержание азота в зерне за годы исследований на контрольном фоне (без удобрений) составило 1,99 %, а в соломе – 0,42 %. Применение удобрений в дозах N₆₀, N₁₂₀ повышало накопление азота в зерне до 2,24–2,41 %, способствуя улучшению его качества (рисунок 4).

На содержание в зерне фосфора минеральные удобрения оказали менее заметное влияние – 0,93–0,95 % (N₆₀; N₁₂₀) (контроль 0,84 %) и практически не оказали влияния на содержание калия – рост составил 0,44 % (0,49–0,59 %). С наибольшим содержанием азота в зерне выделились сорта интенсивного типа Мера с содержанием 2,07–2,2 %, Заря 2,1–2,3 % и пластичного типа Московская 39 – 2,2–2,4 %.

Содержание элементов питания в соломе сортов озимой пшеницы более заметно различалось в зависимости от доз минеральных удобрений (рисунок 5). Содержание азота в соломе повышается по мере увеличения содержания подвижных фосфатов в почве и доз азотного удобрения.

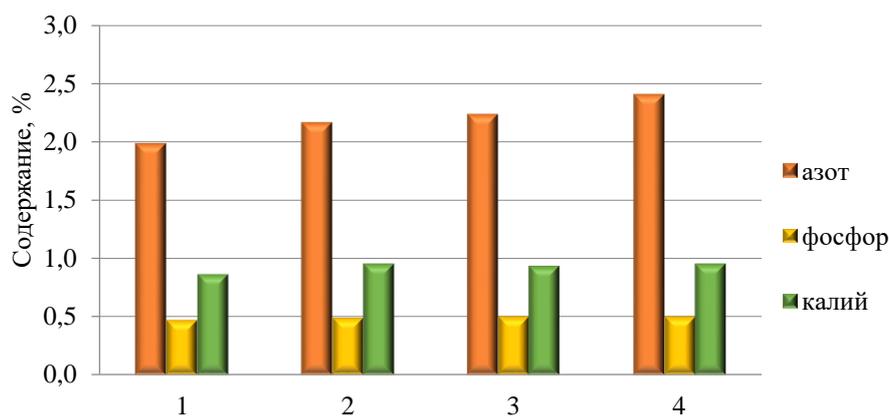


Рисунок 4 – Содержание элементов минерального питания в зерне озимой пшеницы в зависимости от доз минеральных удобрений (среднее за 2007–2009 гг.)

Примечание. 1. Без удобрений; 2. $N_{30}P_{20}K_{30}$; 3. $N_{60}P_{40}K_{60}$; 4. $N_{120}P_{60}K_{90}$.

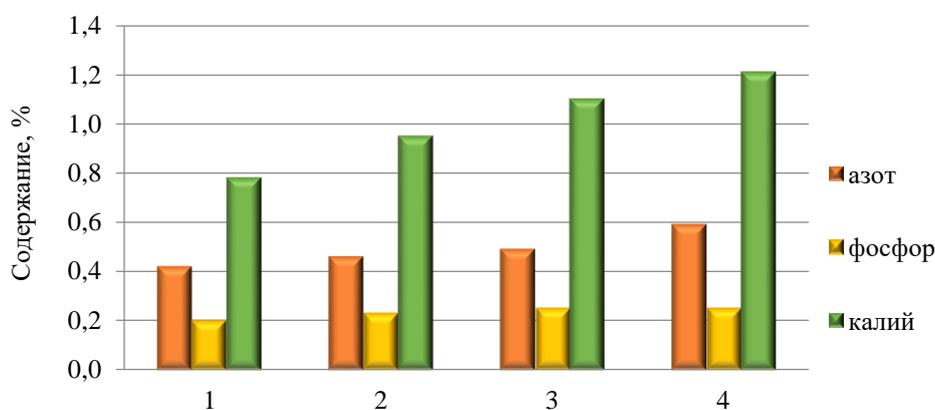


Рисунок 5 – Содержание элементов минерального питания в соломе озимой пшеницы в зависимости от доз минеральных удобрений

Примечание. 1. Без удобрений; 2. $N_{30}P_{20}K_{30}$; 3. $N_{60}P_{40}K_{60}$; 4. $N_{120}P_{60}K_{90}$.

Так, у сорта Мера по отношению к контролю содержание азота в соломе на фоне $N_{60}P_{40}K_{60}$ и $N_{120}P_{60}K_{90}$ повышалось незначительно – 0,02–0,09 %, у стандартного сорта Заря и пластичного сорта Московская 39 – 0,02–0,13 и 0,04–0,12 % соответственно. Внесение низких (P_{40}) и средних доз (P_{60}) фосфорных удобрений сопровождалось сравнительно небольшим повышением содержания фосфора в соломе озимой пшеницы. Содержание калия в соломе сортов озимой пшеницы зависело от дозы калийного удобрения по отношению к контролю на фоне средних и высоких доз минеральных удобрений. У вышеперечисленных сортов содержание калия увеличивалось на 0,06–0,23; 0,17–0,27 и 0,39–0,48 % соответственно уровням обеспеченности почвы. Необходимо отметить, что действие минеральных удобрений на урожайность сортов озимой пшеницы обусловлено многими факторами, среди которых определяющее значение имеют уровень плодородия почвы, сроки и способы внесения удобрений. В целом химический состав культур возделываемых сортов озимой пшеницы на дерново-подзолистых почвах проявляет определенную стабильность. Внесение удобрений заметно меняет содержание азота в зерне пшеницы и приводит к увеличению концентрации калия в соломе.

Потребность сельскохозяйственных культур в элементах питания характеризуется выносом их с урожаем основной и побочной продукции. На основании данных химического состава зерна и соломы нами рассчитан вынос элементов питания с урожаями растений озимой пшеницы (рисунки 6–8). Вынос питательных веществ растениями из почвы возрастает с увеличением урожая. Однако прямой пропорциональности между величиной урожая и размером выноса основных питательных элементов часто не наблюдается. В среднем за 2007–2009 гг. вынос азота, фосфора и калия увеличивался по мере повышения доз минеральных удобрений (рисунки 6–8).

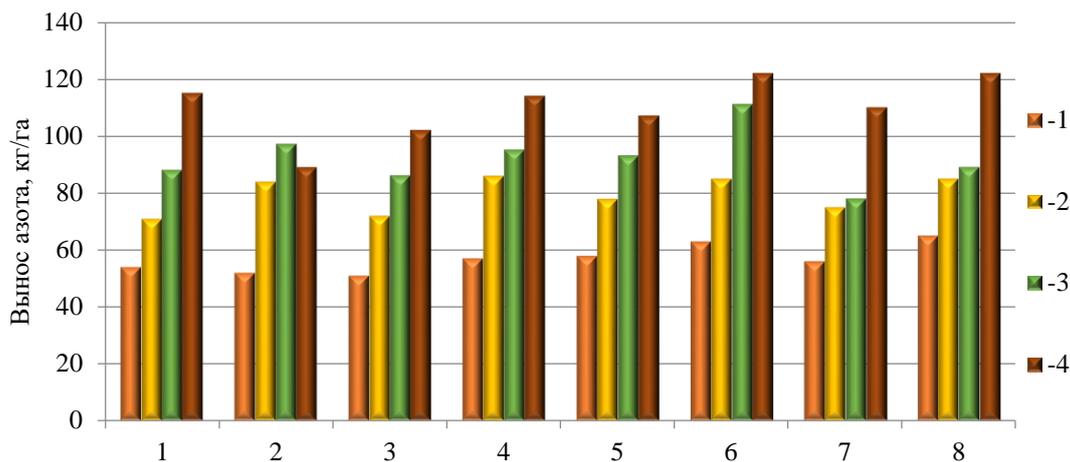


Рисунок 6 – Вынос азота урожаем зерна в зависимости от сорта озимой пшеницы и фона минеральных удобрений (среднее за 2007–2009 гг.)

Примечание. Сорта: 1. Московская 39; 2. ТАУ; 3. Суздальская 2; 4. Немчиновская 24; 5. Слав; 6. Мера; 7. Лавина; 8. Заря.

Примечание легенды. 1. Без удобрений; 2. N₃₀P₂₀K₃₀; 3. N₆₀P₄₀K₆₀; 4. N₁₂₀P₆₀K₉₀.

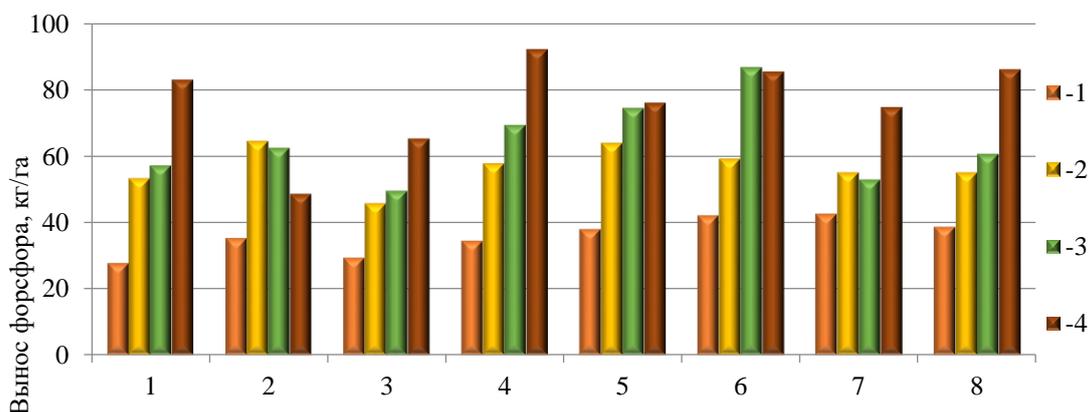


Рисунок 7 – Вынос фосфора урожаем зерна в зависимости от сорта озимой пшеницы и фона минеральных удобрений (среднее за 2007–2009 гг.)

Примечание. Сорта: 1. Московская 39; 2. ТАУ; 3. Суздальская 2; 4. Немчиновская 24; 5. Слав; 6. Мера; 7. Лавина; 8. Заря.

Примечание легенды. 1. Без удобрений; 2. N₃₀P₂₀K₃₀; 3. N₆₀P₄₀K₆₀; 4. N₁₂₀P₆₀K₉₀.

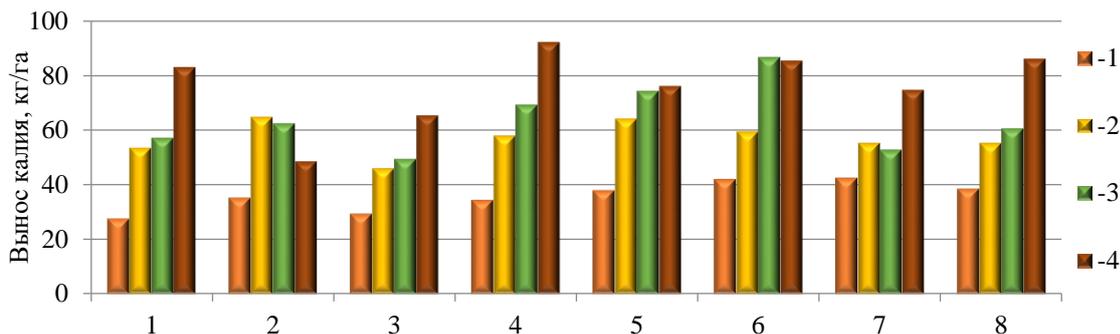


Рисунок 8 – Вынос калия урожаем зерна в зависимости от сорта озимой пшеницы и фона минеральных удобрений (среднее за 2007–2009 гг.)

Примечание. Сорта: 1. Московская 39; 2. ТАУ; 3. Суздальская 2; 4. Немчиновская 24; 5. Слав; 6. Мера; 7. Лавина; 8. Заря.

Примечание легенды. 1. Без удобрений; 2. $N_{30}P_{20}K_{30}$; 3. $N_{60}P_{40}K_{60}$; 4. $N_{120}P_{60}K_{90}$.

Установлено, что азот, внесенный с удобрениями, не полностью компенсирует вынос его с урожаем культур. На неудобренном фоне вынос азота, фосфора и калия был меньшим, чем на минеральном фоне. Соотношение между азотом и фосфором было 1:0,47, азотом и калием 1:0,63. Питание растений на фоне без удобрений идет только за счет элементов, содержащихся в почве. На фоне низких доз ($N_{30}P_{20}K_{30}$) вынос растениями всех элементов питания несколько увеличился. Внесенные в почву высокие дозы ($N_{120}P_{60}K_{90}$) минеральных удобрений не только увеличивали потребление NPK растениями, но и способствовало более полному использованию из почвы. В соответствии с величинами урожайности как основной, так и побочной продукции, размеры общего выноса азота у сортов озимой пшеницы в среднем за три года изменялись в пределах 72–121 кг/га, фосфора – 34–52 кг/га, калия – 53–92 кг/га. Самый большой вынос элементов питания урожаем был на фоне возрастающих доз ($N_{120}P_{60}K_{90}$) у сортов Мера и Немчиновская 24 соответственно и составил: азота – 122–114, фосфора – 52 и калия – 85–92 кг/га.

Расчет баланса NPK показал, что с урожаем зерна озимой пшеницы отчуждается больше элементов питания, чем вносится с удобрениями, что привело к отрицательному балансу на фоне низких ($N_{30}P_{20}K_{30}$) и средних ($N_{60}P_{40}K_{60}$) доз. Дефицит элементов питания в зависимости от дозы и соотношения удобрений составил: по азоту – 28–55, фосфору – 4–22, калию – 9–35 кг/га соответственно (таблица 6).

На фоне высоких доз ($N_{120}P_{60}K_{90}$) с урожайностью 30–50 ц/га баланс был бездефицитным. Внесение расчетных доз удобрений на повышенный уровень урожайности полностью компенсировало вынос NPK с урожаем. С повышением дозы минеральных удобрений ($N_{120}P_{60}K_{90}$) интенсивность баланса у сорта ТАУ была выше других сортов и составила: азота – –135 %, фосфора – –174 % и калия – 185 %, а коэффициент использования из удобрений ниже – 30; 12 и 15 соответственно, что объясняется более низкой урожайностью сорта и выносом элементов питания. Следует отметить, что азотные удобрения в дозе N_{30} положительно влияли и на повышение коэффициента использования. Данный показатель значительно превышал 100 %, что свидетельствует об усиленном использовании удобрений растениями озимой пшеницы данного сорта. Коэффициенты использования азота и калия были практически одинаковы во всех изучаемых сортах. Азотные удобрения положительно влияли и на повышение коэффициента использования калия. Озимая пшеница из удобрений использует азот и калий.

Таблица 6 – Баланс питательных веществ и коэффициенты их использования из минеральных удобрений (в среднем за 2007–2009 гг.)

Сорт	Баланс, кг/га			Коэффициент использования удобрений			Интенсивность баланса, %		
	N ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	N ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	N ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀									
Московская 39	-41	-17	-23	57	45	86	42	55	56
ТАУ	-54	-20	-35	106	62	98	36	50	46
Суздальская 2	-42	-15	-16	70	50	55	41	57	65
Немчиноская 24	-56	-18	-28	96	60	78	35	53	52
Сплав	-48	-16	-34	67	43	87	39	55	47
Мера	-55	-22	-29	72	56	58	35	48	51
Лавина	-45	-15	-25	64	46	42	40	58	54
Заря	-55	-17	-25	66	42	55	35	54	54
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀									
Московская 39	-28	6	3	56	17	49	68	116	105
ТАУ	-37	3	-3	74	25	46	62	107	96
Суздальская 2	-26	3	10	57	31	34	70	107	121
Немчиноская 24	-35	-4	-9	64	46	58	63	91	87
Сплав	-33	-3	-14	59	37	61	65	94	81
Мера	-51	-7	-27	80	41	75	54	85	69
Лавина	-18	5	7	36	24	17	77	115	113
Заря	-29	-0,3	-0,6	40	30	37	67	99	99
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀									
Московская 39	5	16	7	51	27	62	104	138	108
ТАУ	31	26	41	30	12	15	135	174	185
Суздальская 2	18	16	25	42	32	40	118	135	138
Немчиноская 24	6	8	-2	48	44	64	105	115	98
Сплав	13	17	14	41	25	42	112	140	118
Мера	-2	8	5	49	35	48	99	116	105
Лавина	10	16	15	45	32	36	109	135	120
Заря	-2	12	4	47	33	53	99	125	105

Выводы

Результаты исследований в опыте № 1 в условиях засухи 2007 г. и недостатка влаги в мае 2009 г. показали, что применение удобрений в дозах более N₃₀P₂₀K₃₀ не дает достоверное увеличение продуктивности посевов озимой пшеницы. В то же время при достаточном увлажнении в 2008 г. урожайность сортов озимой пшеницы на фоне высоких доз удобрений (N₁₂₀P₆₀K₉₀) возрастала в два раза по сравнению с контрольным вариантом. Наибольшей урожайностью и отзывчивостью на минеральные удобрения характеризуются сорта современного периода селекции – Немчиновская 24, Мера, Московская 39.

Вынос элементов питания в зависимости от сорта озимой пшеницы на фоне высоких доз минеральных удобрений, обеспечивших получение в среднем за три года 36 ц/га зерна на дерново-подзолистой почве, составил по азоту – 89–122 кг/га, по фосфору – 34–52 кг/га, по калию – 65–92 кг/га. Следует отметить, что низкие (N₃₀P₂₀K₃₀) и средние (N₆₀P₄₀K₆₀) дозы минеральных удобрений не компенсировали затраты элементов минерального питания на построение урожая, в связи с чем у всех изучаемых сортов в этих вариантах сложился дефицитный баланс. Для повышения плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы и получения стабильно высокой урожайности озимой пшеницы, целесообразным будет применение высоких доз минеральных удобрений (N₁₂₀P₆₀K₉₀).

Результаты длительного стационарного опыта № 2 показали, что на легких дерново-подзолистых почвах применение минеральных удобрений в дозах N₅₀P₅₀K₆₀

и $N_{100}P_{50}K_{120}$, обеспечивающих бездефицитный баланс НРК, способствует получению урожайности озимой пшеницы 28–38 ц з.ед./га и оптимальной интенсивности баланса элементов питания – 122–169 %. Коэффициенты использования питательных веществ удобрений составили: азота – 38–40 %, фосфора – 29–38 %, калия – 32–35 % в зависимости от дозы минеральных удобрений.

Литература

1. Сандухадзе Б. И., Журавлева Е. В. Азотная подкормка современных сортов озимой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья // Питание растений. 2012. № 2. С. 2–6.
2. Гончаренко А. А. Сравнительная оценка экологической устойчивости сортов зерновых культур // Достижения и перспективы селекции и технологического обеспечения АПК в Нечерноземной зоне РФ. М.: НИИСХ ЦРНЗ, 2006. С. 28–29.
3. Ефремова В. В., Аистова Ю. Т., Терпугова Н. И. Изменение сортового состава агроценоза озимого поля // Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края. Краснодар, 1997. 324 с.
4. Голосной Е. В. Продуктивность звена севооборота в зависимости от систем удобрений и обработки почвы // Плодородие. 2008. № 2. С. 39–40.
5. Ковтун В. И., Войсковой А. И. Источники высокого качества зерна для селекции новых сортов озимой мягкой пшеницы // Вестник АПК Ставрополя. 2014. № 1 (13). С. 28–31.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1968. 88 с.
7. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. М.: изд-во стандартов, 1995. 10 с.
8. ГОСТ 26657-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. М.: изд-во стандартов, 1995. 10 с.
9. ГОСТ 20432-83. «Удобрения. Термины и определения». М.: изд-во стандартов, 1992. 19 с.
10. ГОСТ 26207-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. М.: изд-во стандартов, 1993. 16 с.
11. ГОСТ 26483-85. Почвы. Определение pH солевой вытяжки, обменной кислотности, обменных катионов, содержания нитратов, обменного аммония и подвижной серы методом ЦИНАО. М.: изд-во стандартов, 1986. 20 с.

References

1. Sandukhadze B. I., Zhuravleva E. V. Nitric top dressing of modern varieties of winter wheat in the conditions of the Central Non-Black Earth Region // Pitaniye rasteniy. 2012. No. 2. P. 2–6.
2. Goncharenko A. A. Comparative assessment of ecological sustainability of varieties of grain crops // Achievements and prospects of selection and technological support of agrarian and industrial complex in the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. Moscow: Research Institute of Agriculture of the Central Regions of the Non-chernozem Zone, 2006. P. 28–29.
3. Efremova V. V., Aistova Yu. T., Terpugova N. I. Change in the varietal composition of the winter field agrocenosis // Agroecological monitoring in agriculture of the Krasnodar region. Krasnodar, 1997. 324 p.
4. Golosnoy E. V. Productivity of crop rotation in different systems of fertilizers and soil management // Soil fertility. 2008. No. 2. P. 39–40.
5. Kovtun V. I., Voiskovoi A. I. Power quality grains for breeding new variety of winter wheat // Agricultural bulletin of Stavropol region. 2014. No. 1 (13). P. 28–31.
6. Dospikhov B. A. Methods of field research. Moscow: Kolos, 1968. 88 p.
7. GOST 13496.4-93. Fodder, mixed fodder and animal feed raw stuff. Methods of nitrogen and crude protein determination. Moscow: publishing house of standards. 1995. 10 p.
8. GOST 26657-97. Fodders, mixed fodders, mixed fodder raw materials. Methods for determination of phosphorus content. Moscow: publishing house of standards. 1995. 10 p.
9. GOST 20432-83 Fertilizers. Terms and definitions. Date of introduction 1984-07-01. Moscow: publishing house of standards, 1992. 19 p.
10. GOST 26207-91. Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by Kirsanov method modified by CINA0. Moscow: Publishing house of standards. 1993. 16 p.
11. GOST 26483-85. Determination of pH of salt extract, exchangeable acidity, exchangeable cations, nitrates, exchangeable ammonium and mobile sulfur by CINA0 method. Moscow: Publishing house of standards. 1986. 20 p.

UDC 633.11:631.82; 631.9; 631.559

Zolkina E. I.

INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON THE YIELD OF WINTER WHEAT VARIETIES AND INDICATORS OF THE BALANCE OF NUTRIENTS IN SOD-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL OF NON-CHERNOZEM ZONE

Summary. *The aim of the research was to identify the possibility of using new varieties of winter wheat to obtain high yields on sod-podzolic soil, to establish the most favorable regime of mineral nutrition for obtaining competitive high-quality food grain and to find changes in the balance of nutrients. The objectives of the research were to study the effect of fertilization on the productivity of different varieties of winter wheat; to determine loss of nutritional elements and indicators of the balance of biogenous elements. In the field experiment No. 1 (2007–2009) the effectiveness of using low ($N_{30}P_{20}K_{30}$), medium ($N_{60}P_{40}K_{60}$), and high ($N_{120}P_{60}K_{90}$) doses of mineral fertilizers on sod-podzolic sandy loam soil of the Non-Chernozem zone was studied. The trials were conducted on winter wheat varieties: ‘Moskovskaya 39’, ‘TAU’, ‘Suzdal 2’, ‘Nemchinovskaya 24’, ‘Splav’, ‘Mera’, ‘Lavina’, and ‘Zarya’. Varieties of the intensive type ‘Nemchinovskaya 24’ and ‘Mera’ showed high responsiveness to mineral nutrition that allowed, against the background of high doses of mineral fertilizers, obtaining maximum grain yield at a rate of 40–42 centners per ha in average for the period of three years. The yield of variety ‘Zarya’ (standard) was 38 centners per ha against the background of the same doses of mineral fertilizers. The maximum yield of a plastic variety of winter wheat ‘TAU’ (31 centners per ha) was obtained using medium doses of fertilization. The loss of nutrients with the grain yield of winter wheat was as follows: nitrogen – 54–122 kg/ha, potassium – 34–92 kg/ha, and phosphorus – 25–52 kg/ha. A positive balance of nitrogen, phosphorus, and potassium during the cultivation of modern varieties of winter wheat can only be achieved by introducing high doses of fertilizers. The use of mineral fertilizers in the long-term stationary experiment No. 2 (carried out since 1968) at a rate $N_{50}P_{50}K_{60}$ that provide a non-deficient balance of nutrients contributed to the yield of intensive winter wheat ‘Zarya’ (39 centners per ha) on light sod-podzolic soil with the intensity of balance 110–146 %.*

Keywords: *mineral fertilizers, winter wheat (*Triticum L.*), yield, loss of nutritional elements, balance of nutrients, elements of nutrition, sod-podzolic soil.*

Золкина Екатерина Ивановна, научный сотрудник, Всероссийский НИИ органических удобрений и торфа – филиал ФГБУН «Верхневолжский Федеральный Аграрный Научный Центр»; 601390, Россия, Владимирская обл., Судогодский р-н, п. Вяткино, ул. Докучаева, 2; e-mail: ek.Zolkina2017@yandex.ru.

Zolkina Ekaterina Ivanovna, researcher, All-Russian Scientific-Research Institute of Organic Fertilizer and Peat – branch of Federal State Budgetary Scientific Institution “Verkhnevolzhsky Federal Agricultural Research Center”; 2, Dokuchaeva str., vill. Vjatkinno, Sudogodsky district, Vladimir region, 601390, Russia; e-mail: ek.Zolkina2017@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию – 20.07.2018.

Дата принятия к печати – 01.09.2018.

DOI: 10.25637/TVAN.2018.03.05.

УДК 634.8.03:[632.95:631.541.1]

Иванченко В. И.¹, Зотиков А. Ю.¹, Мельничук Т. Н.², Каменева И. А.²,
Якубовская А. И.²

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСОВ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА РАЗВИТИЕ ФИТОПАТОГЕНОВ ВО ВРЕМЯ СТРАТИФИКАЦИИ ВИНОГРАДНЫХ ПРИВИВОК

¹Академия биоресурсов и природопользования ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»;

²ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

Реферат. Цель исследований – изучить биологическую эффективность и провести сравнительный анализ влияния новых комплексов микробных препаратов и традиционного химического антисептика на степень подавления развития фитопатогенов во время стратификации виноградных прививок. Исследования проводили в прививочном комплексе кафедры плодоводства и виноградарства Академии биоресурсов и природопользования Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского в 2017 г. Изучали влияние двух новых комплексов микробных препаратов: «КБП-1», включающего в себя препараты «Диазофит», «Фосфоэнтерин», «Биополицид» и «КБП-2» – «Фосфоэнтерин», «Биополицид», «Аурилл» и «Азотобактерин» на степень подавления развития фитопатогенов во время стратификации виноградных прививок сорта Аркадия, привитых на филлоксероустойчивом подвое Берландиери × Рипариа Кобер 5ББ. Установлено, что показатели эффективности обработки прививок при стратификации микробными препаратами в концентрации 0,1 % «КБП-1» и 0,1 % «КБП-2» находятся на уровне обработки «Хинозолом» в концентрации 0,5 %. Прививки без признаков поражения при визуальном обследовании составили 77,3–78,3 %, в контроле этот показатель снизился до 57,2 % при $НСР_{05} = 3,4$ %. Наиболее высокая эффективность подавления развития патогенов отмечена у «КБП-2», что подтверждено минимальными показателями поражения прививок на уровне четырех баллов. Количество таких прививок составило 6,3 %. При обработке «Хинозолом» этот показатель возрос до 15,5 %, а в контроле составил 28,9 %. Расчет распространенности болезней показал, что после обработки исследуемыми препаратами степень распространенности болезней составила 21,3–22,7 %, тогда как в контроле – 43,8 % при $НСР_{05} = 7,8$ %. Интенсивность развития болезней прямо пропорциональна их распространенности. Показатели биологической эффективности препаратов по распространенности болезней относительно контроля одинаковы – в пределах 50 %.

Ключевые слова: микробные препараты, «Диазофит», «Фосфоэнтерин», «Биополицид», «Аурилл», «Азотобактерин», «Хинозол», стратификация виноградных прививок.

Введение

Восстановление отечественной питомниководческой базы – одно из приоритетных направлений в виноградарстве Республики Крым. В настоящее время актуально производство сертифицированного посадочного материала, отвечающего современным требованиям, предъявляемым к его качеству. Повышение выхода высококачественных привитых виноградных саженцев позволит успешно решать проблему импортозамещения [4, 8].

Стратификация прививок – важный и самый энергоемкий элемент в технологическом цикле производства привитых виноградных саженцев. Искусственно создаваемые в этот период условия температурного (+24–26 °С) и влажностного (92–96 %) режимов являются оптимальными для процессов каллусо- и корнеобразования. В тоже время, высокая температура и влажность воздуха способствуют интенсивному развитию плесневых микроорганизмов, нанося определенный урон качеству прививок. Володин В. А. установил, что при стратификации создаются благоприятные условия для развития патогенов: *Cladosporium herbarum*, *Trichotecium roseum*, *Phomopsis viticola*, *Alternaria* spp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Pythium* sp., *Gonatobotrys flava*, *Mycelia sterilia*, *Botrytis cinerea* [3, 13]. В результате этого выход первосортных прививок после стратификации значительно снижается.

Традиционным способом защиты виноградных прививок от фитопатогенов во время стратификации остается химический метод борьбы. Одним из широко распространенных антисептиков является «Хинозол», обладающий бактерицидными и антисептическими свойствами, но отличающийся высокой токсичностью.

Во всех отраслях сельского хозяйства, в том числе виноградарстве прослеживается тенденция внедрения микробных препаратов [4–7]. На сегодняшний день арсенал микробиологических средств защиты винограда от фитопатогенов относительно невелик и по эффективности не может претендовать на преимущественное применение. Поэтому тенденция поиска и разработки новых эффективных препаратов на основе микробного синтеза, а также их постоянное усовершенствование сохранится в обозримом будущем, что приведет к расширению сферы и объемов их использования [8].

Актуальность исследования заключается в поиске новых штаммов бактерий-антагонистов, как альтернативы существующим системам защиты растений и замене химических препаратов на экологически безопасные [9, 10], что важно для рекреационной зоны курортного Крыма.

Цель исследований – изучить биологическую эффективность и провести сравнительный анализ влияния новых комплексов микробных препаратов («КБП-1», «КБП-2») и традиционного химического антисептика «Хинозол» на степень подавления развития фитопатогенов во время стратификации виноградных прививок.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили на прививочном комплексе кафедры плодоводства и виноградарства Академии биоресурсов и природопользования Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского в 2017 г.

Изучали комплексы микробных препаратов «КБП-1» и «КБП-2», разработанные и изготовленные в отделе сельскохозяйственной микробиологии ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма».

Микробиологические комплексы получали путем механического смешивания препаратов разной функциональной направленности в пропорциях 1:1.

«КБП-1» – микробный комплекс, включающий препараты «Диазофит», «Фосфоэнтерин» и «Биополицид».

«КБП-2» – микробный комплекс, включающий в себя препараты «Фосфоэнтерин», «Биополицид», «Аурилл» и «Азотобактерин».

«Диазофит» – препарат на основе ассоциативных азотфиксирующих бактерий (штамм *Agrobacterium radiobacter* 204), улучшающий азотное питание растений, повышающий их устойчивость к биотическим и абиотическим стрессовым факторам.

«Азотобактерин» – препарат на основе свободноживущих азотфиксирующих бактерий (штамм *Azotobacter vinelandii* 10702), улучшающий азотное питание

растений, стимулирующий их рост.

«Фосфоэнтерин» – препарат на основе фосфатмобилизирующих и ростстимулирующих бактерий (штамм *Enterobacter nimipressuralis* 32-3).

«Биополицид» – препарат на основе бактерий-антагонистов фитопатогенных микромицетов (штамм *Paenibacillus polymyxa* П). Предназначен для контроля широкого спектра фитопатогенных микроскопических грибов, подавления их роста.

«Аурилл» – препарат на основе бактерий-антагонистов фитопатогенов (штамма *Bacillus subtilis* 01-1), обладающий ростостимулирующей активностью.

Влияние новых микробных комплексов на степень развития фитопатогенов оценивали во время стратификации прививок винограда сорта Аркадия, привитого на филлоксероустойчивом подвое Берландиери × Рипариа Кобер 5ББ.

Заготовку подвойных и привойных лоз осуществляли на маточниках Академии биоресурсов и природопользования КФУ имени В. И. Вернадского, где проведена массовая селекция насаждений по положительным признакам. Заготовку привойного черенкового материала производили осенью после листопада, до наступления заморозков. Зимнее хранение осуществляли целыми лозами в холодильной камере при температуре +2–4 °С. Заготовку подвоя осуществляли в конце февраля. Перед прививкой в лаборатории кафедры проведена оценка качественных показателей черенкового материала. За десять дней до начала прививочной кампании произведен анализ состояния зимующих глазков у привоя после хранения. Оценка качества подвоя включала такие признаки, как внешний вид, длина междоузлий, содержание крахмала, содержание влаги, степень вызревания лозы. Зимнюю настольную прививку винограда осуществляли машинным способом (УПВ-2) на омегообразный шип. В зависимости от вариантов опыта прививки перед изоляцией были кратковременно (в течение двух-трех секунд) погружены в растворы 0,1 % концентраций исследуемых микробных комплексов «КБП-1», «КБП-2» и 0,5 % раствор «Хинозола». Для изоляции места прививки использовали полиэтиленовую пленку. После изоляции места прививки их поместили в камеру стратификации. Стратификацию осуществляли открытым способом «на воде» при температуре 25–26 °С и относительной влажности воздуха 92–96 %. Период прохождения стратификации составил 24 дня. Учеты и наблюдения проводили согласно методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве [11].

Результаты и их обсуждение

Нами проведены исследования влияния различных комплексов биопрепаратов на степень поражения прививок винограда фитопатогенами во время стратификации (таблица 1).

Таблица 1 – Степень поражения прививок винограда фитопатогенами во время стратификации (2017 г.)

Вариант опыта	Количество прививок с соответствующим баллом поражения, %				
	0	1	2	3	4
	без поражения	<10	11–25	26–50	>50
Контроль (без обработки)	57,2	7,2	2,8	4,0	28,9
Обработка 0,5 % раствором «Хинозола»	78,3	4,6	1,6	0,0	15,5
Обработка 0,1 % раствором «КБП-1»	77,3	4,6	0,0	0,0	18,2
Обработка 0,1 % раствором «КБП-2»	78,7	8,8	0,0	6,3	6,3
НСР ₀₅	3,4	2,2	0,3	1,9	4,4

Исследования показали, что эффективность обработки прививок при стратификации микробными препаратами в концентрации 0,1 % «КБП-1» и 0,1 % «КПБ-2» находилась на уровне обработки «Хинозолом» в концентрации 0,5 %.

Выход прививок без видимых признаков поражения грибковыми патогенами при визуальном осмотре составлял 77,3–78,7 %, тогда как в контроле этот показатель – 57,2 % при $НСР_{05} = 3,4$ %. Наиболее высокая эффективность подавления развития патогенов отмечена у «КБП-2» («Фосфоэнтерин», «Биополицид», «Аурилл» и «Азотобактерин»). Процент прививок без признаков поражения при визуальном обследовании составил 78,7 %. Следует отметить, что этот препарат в значительно большей степени способен сдерживать развитие патогенов. Это подтверждается минимальными показателями поражения прививок на уровне четырех баллов, тогда как поражение в контрольном варианте – более 50 %. Количество таких прививок составило только 6,3 %. При обработке «Хинозолом» этот показатель возрос до 15,5 %. В контрольном образце без обработки препаратами пораженность болезнями составила 28,9 %, что позволяет утверждать о высокой эффективности изучаемых микробиологических комплексов.

Согласно представленной методике нами проведены расчеты по распространенности (Р) и интенсивность развития (R) болезней во время стратификации. Результаты расчетов отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели развития болезней во время стратификации (2017 г.)

Вариант опыта	Показатель, %	
	распространенность	интенсивность
Контроль (без обработки)	43,8	10,2
Обработка 0,5 % раствором «Хинозола»	21,6	3,8
Обработка 0,1 % «КБП-1»	22,7	7,1
Обработка 0,1 % «КБП-2»	21,3	2,5
$НСР_{05}$	7,8	0,6

Проведенные расчеты распространенности болезней (Р) показали, что обработки исследуемыми препаратами оказались эффективными, степень распространенности болезней составила 21,3–22,7 %, тогда как в контроле – 43,8 % при $НСР_{05} = 7,8$ %. Интенсивность развития (R) болезней во время стратификации прямо пропорциональна их распространенности. Самым низким этот показатель был в варианте с «КБП-2» – 2,5 %; при обработке «Хинозолом» – 3,8 %, тогда как в контроле он составил 10,2 % при $НСР_{05} = 0,6$ %.

Оценка влияния биологической эффективности препаратов на распространенность болезней показала, что относительно контроля распространенность была одинакова – в пределах 50 % (таблица 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность препаратов (2017 г.)

Вариант опыта	Биологическая эффективность, %	
	распространенность	интенсивность
Контроль (без обработки)	–	–
Обработка 0,5 % раствором «Хинозола»	50,7	62,7
Обработка 0,1 % раствором «КБП-1»	48,2	30,4
Обработка 0,1 % раствором «КБП-2»	51,4	75,5

У изучаемых препаратов наибольшей эффективностью отличался препарат «КБП-2», у которого этот показатель составил 51,4 %, а при обработке «Хинозолом» – 50,7 %, у «КБП-1» наименьший показатель – 48,2 %.

Оценка биологической активности препаратов (влияние на интенсивность развития болезни) показала, что наилучшие результаты дала обработка препаратом «КБП-2», где эффективность составила 75,5 %, а обработка «Хинозолом» – 62,7 %. У препарата «КБП-1» эффективность наименьшая – 30,4 % относительно контроля.

После окончания стратификации проведена сортировка прививок по их качеству (таблица 4). К первосортным прививкам относили те, которые имели круговой каллюс, проросший побег и зачатки корней. Сортность прививок – это комплексный показатель и зависит от взаимного влияния его составляющих.

Таблица 4 – Выход первосортных прививок после стратификации

Вариант опыта	Количество прививок первого сорта, %
Контроль (без обработки)	59,5
Обработка 0,5 % раствором «Хинозола»	79,0
Обработка 0,1 % раствором «КБП-1»	73,0
Обработка 0,1 % раствором «КБП-2»	83,0
НСР ₀₅	9,7

Обработка прививок антисептиками, независимо от их природы (синтетическая или биологическая), оказывает положительное влияние на выход первосортных прививок после стратификации. Наибольший выход первосортных прививок – 83,0 % отмечен при обработке комплексным препаратом «КБП-2». Этот показатель значительно отличался от результатов обработки комплексом «КБП-1», где первосортные прививки составили 73,0 %. Обработка препаратом «Хинозол» оказалась на уровне биологических препаратов – 79,0 %. Выход первосортных прививок после стратификации без обработок препаратами, подавляющих развитие фитопатогенов, был на уровне 59,5 %. Таким образом, биологические препараты оказывают положительное влияние на уровне «Хинозола» на выход первосортных прививок.

Выводы

Эффективность обработки прививок при стратификации микробными препаратами в концентрации 0,1 % «КБП-1» и 0,1 % «КБП-2» находилась на уровне обработки «Хинозолом» в концентрации 0,5 %. Прививки без признаков поражения при визуальном обследовании составили 77,3–78,3 %, тогда как в контроле этот показатель снизился до 57,2 % при НСР₀₅ = 3,4 %.

Степень распространенности болезней у исследуемых препаратов составила 21,3–22,7 %, в контроле – до 43,8 % при НСР₀₅ = 7,8 %.

Применение микробных препаратов способствует увеличению выхода первосортных прививок после стратификации и сопоставимо с действием химического антисептика.

Биологические препараты по эффективности подавления развития фитопатогенов во время стратификации виноградных прививок приближаются к эффективности химического препарата «Хинозол».

Литература

1. Авидзба А. М., Борисенко М. Н., Ялонецкий А. Я., Якушина Н. А., Матчина И. Г. Программа развития виноградарства и виноделия Республики Крым до 2025 года. Симферополь, 2015. 58 с.
2. Володин В. А. Экологизация элементов защитных мероприятий на этапе получения привойно-подвойных комбинаций винограда в условиях Крыма. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Ялта:

ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», 2016. 22 с.

3. Странишевская Е. П., Володин В. А. Использование биофунгицидов Гуапсин и Триходермин при производстве привитого посадочного материала на этапе стратификации привитых черенков винограда // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 121 (07). С. 1–10.

4. Клименко О. Е., Клименко Н. И., Каменева И. А., Куликова Т. Д., Клименко Н. Н. Воздействие микробных препаратов на рост и развитие плодовых саженцев // Труды международной конференции «Генетическая интеграция прокариот и эукариот: фундаментальные исследования и современные агротехнологии». СПб: НЦ РАН, 2015. С. 79.

5. Клименко Н. Н. Изучение приживаемости штамма *Agrobacterium radiobacter* 204 в ризосфере виноградного растения // Труды международной конференции «Генетическая интеграция прокариот и эукариот: фундаментальные исследования и современные агротехнологии». СПб: НЦ РАН, 2015. С. 80.

6. Клименко Н. Н., Клименко О. Е., Клименко Н. И., Чайковская Л. А., Каменева И. А. Элементы агротехнологии выращивания привитого винограда // Материалы VIII Московского международного конгресса «Биотехнология состояние и перспективы». М.: «ЗАО Экспо-биохим-технологии», Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева. 2015. С. 92.

7. Vance C. P. Symbiotic nitrogen fixation and phosphorous acquisition. Plant nutrition in the world of declining renewable resources // Plant Physiology. 2001. No. 127. P. 390–397.

8. Гольдин Е. Б. Биологическая защита растений в свете проблем XXI века // Научные труды Крымского государственного аграрного университета. Серия «Геополитика и экогеодинамика регионов». 2014. № 2 (13). С. 99–107.

9. Zarmaev A. A. Ecological Trends in the Development of Viticulture // Winemaking: Theory and Practice. 2016. Vol. 1. Is. (2). P. 27.

10. Яшалова Н. Н. Стимулирование устойчивого эколого-экономического развития региона. Автореф. дисс. ... д-ра эконом. наук. М.: ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», 2015. 38 с.

11. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве // Под ред. Долженко В. И. СПб: ВИЗР – Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, 2009. 378 с.

References

1. Avidzba A. M., Borisenko M. N., Yalonetskiy A. Ya., Yakushina N. A., Matchina I. G. Program for the development of viticulture and winemaking in the Republic of Crimea until 2025. Simferopol, 2015. 58 p.

2. Volodin V. A. Ecologization of elements of protective measures at a stage of reception root–and–scion combination of grapes under the conditions of the Crimea. Authors abstract ... Cand. Sc. (Agr.). Yalta: All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking “Magarach” of the Russian Academy of Sciences”, 2016. 22 p.

3. Stranishevskaya E. P., Volodin V. A. Application of biofungicides called Guapsin and Trihodermin during the period of production of grafted planting material at the stage of stratification of grafted grapes cutting // Scientific journal of the KubSAU. 2016. No. 121 (07). P. 1–10.

4. Klimenko O. E., Klimenko N. I., Kameneva I. A., Kulikova T. D., Klimenko N. N. Influence of microbial preparations on growth and development of fruit seedlings // Proceedings of the International Conference “Genetic integration of prokaryotes and eukaryotes: fundamental research and modern agrotechnologies”. Saint-Petersburg: SC RAS, 2015. P. 79.

5. Klimenko N. N. A study of the survival of the strain *Agrobacterium radiobacter* 204 in the rhizosphere of a grape plant // Proceedings of the International Conference “Genetic integration of prokaryotes and eukaryotes: fundamental research and modern agrotechnologies”. Saint-Petersburg: SC RAS, 2015. P. 80.

6. Klimenko N. N., Klimenko O. E., Klimenko N. I., Chaikovskaya L. A., Kameneva I. A. Elements of agrobiotechnology growing grafted grapes // Proceedings of the VIII Moscow International Congress “Biotechnology Status and Prospects”. Moscow: Closed Joint-stock company “Expo-biochim technologies”, D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, 2015. P. 92.

7. Vance C. P. Symbiotic nitrogen fixation and phosphorous acquisition. Plant nutrition in the world of declining renewable resources // Plant Physiology. 2001. No. 127. P. 390–397.

8. Gol'din E. B. Biological protection of plants in the light of the problems of the XXI century // Scientific works of the Crimean State Agrarian University. Series “Geopolitics and ecogeodynamics of regions”. 2014. No. 2 (13). P. 99–107.

9. Zarmaev A. A. Ecological trends in the development of viticulture // Winemaking: theory and practice. 2016. Vol. 1. Is. (2). P. 27.

10. Yashalova N. N. Stimulation of sustainable ecological and economic development of the region. Authors' abstract ... Dr. Sc. (Econ.). Moscow: Lomonosov Moscow State University, 2015. 38 p.

11. Methodical instructions on registration tests of fungicides in agriculture / Ed. by Dolzhenko V. I. Saint-Peterburg: VIZR – All-Russian Institute of Plant Protection, 2009. 378 p.

UDC 634.8.03:[632.95:631.541.1]

Ivanchenko V. I., Zotikov A. Yu., Melnichuk T. N., Kameneva I. A., Yakubovskaya A. I.

**INFLUENCE OF COMPLEXES OF MICROBIAL PREPARATIONS ON
THE DEVELOPMENT OF PHYTOPATHOGENS DURING THE
GRAFTED GRAPES STRATIFICATION**

Summary. *The biological efficacy of new complexes of microbial preparations based on “Diazophyte”, “Phosphoenterin”, “Biopolitside”, “Aurill” and “Azotobacterin” for the grafted grapes protection from mold microorganisms during the stratification was studied. The main purpose of the research was to compare the effect of microbial complexes and traditional antiseptic “Hinozol” on the spread and intensity of disease development during the grafted grapes stratification. Observations and studies were carried out in the grafting complex of the Department of fruit growing and viticulture of the Academy of Bioresources and Environmental Management (Academic Unit) of V. I. Vernadsky Crimean Federal University” in 2017. It has been established that “CBP-1” and “CBP-2” had protective properties against fungal diseases of grapes during the stratification at a concentration of 1:10. Grafted grapes without signs of lesion in a visual examination were 77.3–78.3 %, in the control variant this indicator decreased to 57.2 %. The highest effectiveness of suppressing the development of pathogens was noted using “CBP-2”, which was confirmed by the minimum rates of grafted grape damage at the level of 4 points. The number of such grafted grapes was 6.3 %. When treated with “Hinozol”, this indicator increases to 15.5 %, and in the control variant - 28.9 %. Calculations carried out on the prevalence of (P) diseases showed that after treatment with the studied preparations the prevalence of diseases was 21.3–22.7 %, while in control it reached 43.8 %. The intensity of disease development was directly proportional to their prevalence. The biological efficacy of preparations in case of inhibition (P) diseases compared to control was the same, within 50 %.*

Keywords: *microbial preparations, “Diazophyte”, “Phosphoenterin”, “Biopolitside”, “Aurill”, “Azotobacterin”, “Hinozol”, stratification of grapes.*

Иванченко Вячеслав Иосифович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры плодового и виноградарства Академии биоресурсов и природопользования ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»; 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, ул. Научная, 1; e-mail: magarach.iv@mail.ru.

Зотиков Антон Юрьевич, аспирант кафедры плодового и виноградарства, Академия биоресурсов и природопользования ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»; 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь п. Аграрное ул. Научная, 1; e-mail: urjevich@list.ru.

Мельничук Татьяна Николаевна, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, главный научный сотрудник лаборатории молекулярной и клеточной биологии ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: melnichuk7@mail.ru.

Каменева Ирина Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией физиологии и экологии микроорганизмов, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: irina.kameneva.7@mail.ru.

Якубовская Алла Ивановна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологии и экологии микроорганизмов ФГБУН «Научно-исследовательский институт

сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: yakubovskaya_alla@mail.ru.

Ivanchenko Vyacheslav Iosifovich, Dr. Sc. (Agr.), Professor, Professor of the Department of fruit growing and viticulture of the Academy of Bioresources and Environmental Management (Academic Unit) of V. I. Vernadsky Crimean Federal University»; 1, Naychnaya str., vill. Agrarnoe, Simferopol, Republic of the Crimea, 295492, Russia; e-mail: magarach.iv@mail.ru.

Zotikov Anton Yuryevich, post-graduate student of the Department of fruit growing and viticulture of the Academy of Bioresources and Environmental Management (Academic Unit) of V. I. Vernadsky Crimean Federal University»; 1, Naychnaya str., vill. Agrarnoe, Simferopol, Republic of the Crimea, 295492, Russia; e-mail: urjevich@list.ru.

Melnichuk Tatyana Nikolaevna, Dr. Sc. (Agr.), senior researcher, chief researcher of the Laboratory of molecular and cellular biology of FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea"; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: melnichuk7@mail.ru.

Kameneva Irina Alekseevna, Cand. Sc. (Agr.), head of the Laboratory of microbiology and physiology of microorganisms of FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea"; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: irina.kameneva.7@mail.ru.

Yakubovskaya Alla Ivanovna, Cand. Sc. (Biol.), senior researcher of the Laboratory of physiology and ecology of microorganisms of FSBSI "Scientific Research Institute of Agriculture of Crimea", 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: yakubovskaya_alla@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 01.08.2018.

Дата принятия к печати – 05.09.2018.

Колесник Ю. Н., Юрина Н. А., Данилова А. А.

**ФИТОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ДОБАВКА В РАЦИОНЕ
ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ**

ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии»

Реферат. Цель исследований – изучить влияние скармливания хвойной энергетической добавки (ХЭД) на продуктивность и клинические показатели коров в условиях повышенной температуры воздуха. Опыт проводили на базе сельскохозяйственного производственного кооператива (СПК) «Лиманский» Щербиновского района Краснодарского края. В среднем температура воздуха составляла $32,7 \pm 0,6$ °С в тени в июле-августе, порой доходила до отметки 42 °С. Первая (контрольная) группа животных потребляла рацион без добавления энергетических кормовых добавок. Вторая группа коров за 15 дней до отела и месяц после получала ХЭД в дозировке 150 г на голову. Третья группа коров получала дополнительно к основному рациону за 15 дней до отела и месяц после ХЭД 200 г на голову, а четвертая группа – ОР (основной рацион) + за 15 дней до отела и месяц после ХЭД 300 г на голову. Опыт продолжался до достижения 90 дней лактации. Коров кормили по принятой в хозяйстве схеме использования однотипного круглогодичного кормления моносмесями. В первый месяц лактации, несмотря на повышенную температуру воздуха, среднесуточный удой возрос на 1,8–5,7 %, так как за счет включения энергетической хвойной добавки лучше происходит использование питательных веществ корма, за счет активации секретной функции отделов желудка коров. Также скармливание ХЭД подопытным коровам способствовало снижению их чувствительности к негативному воздействию теплового и послеотельного стресса, что позволило сохранить высокие показатели продуктивности. Так, у коров третьей и четвертой групп установлена тенденция к снижению температуры тела на 0,1–0,2 °С. Наблюдалось некоторое снижение частоты пульса на 4,3–5,0 %. Количество жевательных движений у животных возросло на 0,3–4,3 %.

Ключевые слова: глубокостельная корова, лактирующая корова, тепловой стресс, продуктивность, хвойная энергетическая добавка.

Введение

Ведущая роль молочного скотоводства – обеспечение людей качественным цельным молоком и молочными продуктами. При выращивании скота молочных пород необходимо учитывать все факторы, которые могут повлиять на снижение удоя, а именно: приспособленность животных к определенным климатическим зонам, возраст, условия содержания и кормления. На Кубани в настоящее время сформирован ценный генофонд животных молочного направления продуктивности, адаптированных к южному климату [1–3].

На сегодняшний день в нашей стране молочный и мясной скот в больших объемах ввозят из-за рубежа. При этом ввоз молочных пород скота в разы выше мясного, и около 90 % говядины в России получают за счет откормочного скота и выбракованных коров молочных пород. Следует учитывать, что требования современного потребителя к качеству продукции довольно высоки. Это должна быть не только пища, отвечающая вкусовым предпочтениям, но и экологически безопасная продукция. Поэтому в последнее время все большее внимание обращено на энергетические кормовые добавки на основе природных компонентов, которые

позволяют повышать адаптационную способность организма к окружающей среде, увеличить сопротивляемость организма и поднять продуктивность [4–6].

Основным источником энергии для животных служат углеводы, поступающие с кормом. При недостаточном количестве углеводов в рационе синтез глюкозы замедляется, нарушаются обменные процессы. Следствием этого является возникновение кетозов. Снижается масса и продуктивность животных. При недостатке углеводов в печени снижается синтез глюкозы, и тогда в обменные процессы включаются резервы организма. Вследствие этого снижается упитанность и продуктивность коров, компонентный состав молока меняется в худшую сторону, сбивается половой цикл, увеличивается время сервис-периода. Кетоз молочных коров ведет за собой ощутимый экономический ущерб предприятию. При данной патологии снижается срок использования высокопродуктивных коров до трех-четырех лет, продуктивность падает на 30–50 %, диагностируется бесплодие или негативное воздействие на потомство, как следствие, коровы выбраковываются [7].

Генетический потенциал высокопродуктивных коров молочного направления способен полностью реализоваться при нормальной работе желудочно-кишечного тракта и нормального течения обменных процессов. Вследствие недостатка энергии, связанного с особенностями физиолого-биологических процессов организма, в предтельный и послетельный периоды необходимо обогащение рационов дополнительными источниками энергии [8].

При недостатке витаминов в рационе особое внимание необходимо обратить на хвою, так как она по питательной ценности превосходит зеленую массу трав. Хвоя включает в свой состав каротин, хлорофилл, ксантофилл, витамины С, В₂, К, Е, Р. Хвоя сосны и ели содержит железо, марганец, медь, цинк, кобальт, калий, натрий, кальций, а также смолистые вещества, эфирные масла и фитонциды, оказывающие бактериостатическое действие на микрофлору кишечника. Переваримость органического вещества натуральной сосновой хвои варьирует в пределах от 33 до 80 %, что характеризует ее как высокопитательный и легкоусвояемый продукт. На основе хвои создана хвойная энергетическая добавка (ХЭД), производимая ООО «Научно-техническим центром “Химинвест”» (г. Нижний Новгород) [9].

Мишуриным с соавторами установлено, что при применении ХЭД в зимне-стойловый период на двух группах коров-аналогов голштинизированной чернопестрой породы, подобранных по продуктивности и лактации, при нехватке витаминов возросла молочная продуктивность. Валовой удой увеличился на 8,7 %. Общее количество летучих жирных кислот и высокоценного энергопластического материала на 8,7 % было выше у коров, получавших ХЭД, по сравнению с контрольной группой. Выявлено значительное снижение количества соматических клеток под влиянием ХЭД, что могло быть обусловлено бактериостатическим действием хвойного экстракта в ее составе [10].

Вышеизложенное делает актуальными дальнейшие исследования кормовых добавок на глубокостельных и лактирующих коровах в условиях повышенной температуры воздуха Краснодарского края в летний период.

Цель исследований – изучить влияние скармливания хвойной энергетической добавки (ХЭД) на продуктивность и клинические показатели коров в условиях повышенной температуры воздуха.

В работе поставлены следующие задачи:

1. Определить поедаемость кормосмеси, потребление и затраты на производство продукции питательных веществ рациона коровами при добавлении изучаемой кормовой добавки.

2. Проанализировать влияние скармливания ХЭД на молочную продуктивность, содержание жира и белка в молоке коров по месяцам лактации новотельного периода.

3. Изучить клинические показатели коров (частоту пульса, количество дыхательных и жевательных движений за одну минуту, число сокращений рубца при изучении скармливания ХЭД при повышенной температуре воздуха).

Материалы и методы исследований

Опыт выполнен в 2017 г. в СПК «Лиманский» Щербиновского района Краснодарского края в условиях повышенной температуры воздуха (в июле–августе до 42 °С в тени, в среднем $32,7 \pm 0,6$ °С) на глубокостельных и лактирующих коровах по десять голов в каждой группе, аналогичных по продуктивности, молочной продуктивности за 305 дней предыдущей лактации, величине среднесуточного удоя и жира в молоке, возрасту, живой массе, количеству отелов, а также даты плодотворного осеменения согласно методики А. И. Овсянникова [11]. Подопытных животных содержали в одинаковых условиях. В СПК «Лиманский» поголовье фуражных коров составляет 650 голов голштиinizированного типа с высокой молочной продуктивностью (около 7000 кг молока в среднем за лактацию). Верхней критической температурой, выше которой снижается скорость метаболизма дойных коров, является 22 °С.

Исследовали хвойную энергетическую добавку (ХЭД) производимую ООО НТЦ «Химинвест» (г. Нижний Новгород). Хвойно-энергетическую добавку получают экстракцией древесной зелени глицерином с последующим выделением экстракта.

Хвойно-энергетическая добавка:

- изготовлена из древесной зелени экологически безопасным способом;
- по внешнему виду представляет собой однородную вязкую жидкость с хвойным запахом;
- применяется для повышения продуктивности крупного рогатого скота;
- полностью совместима со всеми компонентами корма;
- предназначена для сокращения восстановительного периода после отела.

В состав ХЭД входит глицерин дистиллированный медицинский (ГОСТ 6824-96 (1-, 2-, 3- пропантриол)), а также натуральный носитель – биологически активный компонент, состоящий из суммы экстрактивных веществ древесной зелени сосны обыкновенной. После экстракции глицерин остается в продукте в качестве консерванта и биологически активного компонента, повышающего энергетическую ценность добавки [9]. Опыт проведен согласно схемы исследований (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта на коровах (n = 10) (2017 г.)

Группа	Условия кормления
Первая (контроль)	основной рацион (ОР)
Вторая	ОР + за 15 дней до отела и месяц после ХЭД 150 г на голову
Третья	ОР + за 15 дней до отела и месяц после ХЭД 200 г на голову
Четвертая	ОР + за 15 дней до отела и месяц после ХЭД 300 г на голову

Первая группа животных – контроль. Коровы данной группы потребляли основной рацион без добавления энергетических кормовых добавок. Вторая группа коров за 15 дней до отела и месяц после ХЭД 150 г на голову.

Третья группа коров получала дополнительно к основному рациону за 15 дней до отела и месяц после ХЭД 200 г на голову, а четвертая группа – ОР + за 15 дней до отела и месяц после ХЭД 300 г на голову.

Механизм действия ХЭД заключается в следующем: глицерин быстро и полностью всасывается в желудочно-кишечном тракте жвачных животных и в

значительной степени доступен для промежуточного метаболизма в качестве глюкопластического вещества. Используется для синтеза глюкозы и для непосредственной выработки энергии в организме животного, нормализует энергетический баланс.

Опыт продолжался до достижения 90 дней лактации. Коров кормили по принятой в хозяйстве схеме использования однотипного круглогодичного кормления моносмесями (таблица 2).

Таблица 2 – Состав и питательность кормосмеси для коров в первую фазу лактации

Компонент кормосмеси	Количество, кг	
Силос кукурузный	17,0	
Сенаж люцерновый	6,0	
Кукурузный глютенный корм	2,4	
Сено люцерновое	1,0	
Жмых соевый	1,7	
Кукурузная дерть	3,5	
Пшеничная дерть	1,6	
Ячменная дерть	3,0	
Шрот подсолнечный	1,5	
Премикс RU 04412025	0,2	
Мел	0,17	
Соль	0,1	
Содержание в рационе всего:	Норма	
Сухое вещество, кг	22,15	22,00
Обменная энергия, МДж	249,83	242,00
Энергия (ЧЭЛ), МДж	155,23	154,00
Сырой протеин, г	3490,02	3520,00
Переваримый протеин, г	2379,55	2400,00
Сырая клетчатка, г	3739,62	3885,00
Кальций, г	173,40	144,00
Фосфор, г	88,03	90,80
Содержание в расчете на 1 кг сухого вещества:	Норма	
ОЭ, МДж	11,28	11,00
Энергия (ЧЭЛ), МДж	7,01	7,00
Сырой протеин, г	157,58	160,00
Сырая клетчатка, г	168,85	150–180
Баланс азота в рубце, г	1,07	1,00–2,50
Кальций, г	7,83	6,50
Фосфор, г	3,97	4,10
Транзитный крахмал, г	65,70	45,00
Крахмал + сахар, г	240,11	250,00

В ходе исследований определяли следующие показатели:

1. Поедаемость кормосмеси коровами групповым методом путем взвешивания заданного корма и его остатков;
2. Затраты питательных веществ на продукцию с учетом фактической питательности кормосмеси и валового надоя за опытный период;
3. Молочную продуктивность коров: среднесуточный удой – методом проведения периодических контрольных доек, валовой надой – за расчетный период;
4. Массовую долю белка и жира в молоке определяли на приборе «Лактан»;
5. Количество молочного жира и белка: валовой удой за период умножали на массовую долю жира или молока;
6. Температуру тела животных измеряли специальным ветеринарным термометром в прямой кишке (через задний проход); пульс – наложением пальца на

бедренную артерию; частоту дыхания – по движению грудной клетки, по толчкам выдыхаемого воздуха, ощущаемым подставленной около ноздрей ладонью;

7. Число сокращений рубца за две минуты определяли методом пальпации; количество жевательных движений – путем подсчета их количества за одну минуту.

Результаты исследований обработаны биометрическим методом вариационной статистики [12].

Результаты и их обсуждение

Скармливание изучаемой кормовой добавки положительно повлияло на фактическую поедаемость кормосмеси коровами (таблица 3).

Таблица 3 – Фактическая поедаемость кормосмеси в расчете на одну голову

Показатель	Группа			
	первая (контроль)	вторая	третья	четвертая
Поедаемость моносмеси, %	94,10 ± 1,57	94,70 ± 1,75	95,10 ± 1,69	95,70 ± 1,23
Поедаемость моносмеси, кг	35,90 ± 0,59	36,11 ± 0,66	36,27 ± 0,63	36,52 ± 0,46
Потребление:				
Сухого вещества, кг	20,83 ± 0,34	20,96 ± 0,38	21,05 ± 0,37	21,19 ± 0,26
Обменной энергии, МДж	234,96 ± 3,85	236,38 ± 4,29	237,38 ± 4,15	239,04 ± 2,99
Сырого протеина, г	3282,35 ± 53,75	3302,12 ± 59,96	3316,07 ± 57,97	3339,34 ± 41,72
Переваримого протеина, г	2237,96 ± 36,65	2251,43 ± 40,88	2260,95 ± 39,52	2276,81 ± 28,45
Сырой клетчатки, г	3517,10 ± 57,59	3538,28 ± 64,25	3553,23 ± 62,11	3578,16 ± 44,7
Кальция, г	163,08 ± 2,67	164,06 ± 2,98	164,76 ± 2,88	165,91 ± 2,07
Фосфора, г	82,79 ± 1,36	83,29 ± 1,51	83,64 ± 1,46	84,23 ± 1,05

Стресс любой этиологии, а особенно тепловой, может способствовать снижению потребления корма. Применение хвойной энергической добавки позволяет стимулировать потребление корма на физиологическом уровне.

Эффект от применения ХЭД основан на улучшении промежуточного метаболизма. Наиболее тесная взаимосвязь между потреблением корма и молочной продуктивностью наблюдается в первую фазу лактации (до 150 дней после отела), соответственно применение ХЭД в этом временном интервале позволяет получить максимальный продуктивный эффект.

Во второй группе коровы за весь опытный период потребили кормосмеси на 0,6 % больше, в третьей – на 1,0 %, в четвертой – на 1,6 %. При этом потребление питательных веществ корма пропорционально возросло согласно группам.

Первый месяц лактации – самый критический период недостаточности потребления энергии корма, проходил при повышенных температурах воздуха. Коровы, получившие стресс после отела, подвергались дополнительно климатическому стресс-фактору. Современные коровы обладают сверхинтенсивным обменом веществ. Из-за этого происходит выделение большого количества тепла. Если из-за высоких температур организм коровы не имеет возможности отдать это тепло наружу, животное страдает от теплового стресса. Также коровы подвержены нагрузкам при повышенной влажности воздуха, что часто проявляется летом в условиях Щербиновского района Краснодарского края, что обусловлено близостью Ейского лимана и Таганрогского залива.

Учет молочной продуктивности вели согласно данным проведения контрольных доек коров по месяцам лактации (таблица 4).

В первый месяц лактации от коров контрольной группы получено 16,91 кг молока в среднем за сутки. Этот показатель у животных второй группы был выше на 1,8 %, третьей – на 3,3 % и четвертой – на 5,7 %.

Таблица 4 – Продуктивность подопытных коров за первый месяц лактации

Показатель	Группа			
	первая (контроль)	вторая	третья	четвертая
Суточный удой, кг	16,91 ± 0,23	17,21 ± 0,26	17,46 ± 0,36*	17,87 ± 0,36*
В % к контролю	100,0	101,8	103,3	105,7
Массовая доля жира, %	3,81 ± 0,06	3,88 ± 0,04	3,94 ± 0,06*	4,03 ± 0,02**
Массовая доля белка, %	3,19 ± 0,02	3,20 ± 0,01	3,21 ± 0,01	3,23 ± 0,01
Надой за месяц, кг	507,3 ± 6,9	516,3 ± 7,9	523,8 ± 10,7	536,1 ± 10,8*
Молочный жир, кг	19,31 ± 0,42	20,04 ± 0,38	20,65 ± 0,61*	21,60 ± 0,48***
В % к контролю	100,0	103,8	107,0	111,9
Молочный белок, кг	16,16 ± 0,25	16,52 ± 0,28	16,83 ± 0,35*	17,33 ± 0,30**
В % к контролю	100,0	102,2	104,2	107,2
Корректировка удоя по 4 %-му молоку, кг	492,8	507,0	519,1	538,5
В % к контролю	100,0	102,9	105,3	109,3

Примечание. * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

При этом наблюдалась тенденция к повышению содержания жира в молоке коров, при скармливании 150 г ХЭД во второй группе – на 0,07 %, 200 г ХЭД в третьей группе коров – на 0,13 % ($P < 0,05$) и 300 г ХЭД в четвертой группе – на 0,22 % ($P < 0,01$). Показатели по содержанию белка в молоке коров практически не отличались между контролем и опытными группами, однако также наблюдалась тенденция к увеличению данной величины на 0,01–0,04 %. За счет повышения валового надоя молока за первый месяц лактации повысилось количество молочного жира в молоке коров второй группы на 3,8 %, третьей – на 7,0 % ($P < 0,05$), четвертой – на 11,9 % ($P < 0,001$), а также молочного белка на 2,2 и 4,2 % ($P < 0,05$) и 7,2 % ($P < 0,01$) соответственно. При корректировке удоя по 4 %-му молоку, скармливание ХЭД позволило повысить надой молока во второй группе животных на 2,9 %, третьей – на 5,3 % и в четвертой – на 9,3 %.

Наблюдалась та же динамика повышения продуктивности коров в опытных группах во второй и третий месяц лактации, что свидетельствует о пролонгированном действии изучаемой кормовой добавки, даже с учетом того, что повышенная температура воздуха в условиях Краснодарского края наблюдается вплоть до сентября (третий месяц опыта) (таблица 5).

Таблица 5 – Продуктивность коров за второй месяц лактации

Показатель	Группа			
	первая (контроль)	вторая	третья	четвертая
Суточный удой, кг	20,69 ± 0,29	21,18 ± 0,41	22,38 ± 0,33***	22,77 ± 0,42***
В % к контролю	100,0	102,4	108,2	110,1
Массовая доля жира, %	3,84 ± 0,06	3,89 ± 0,04	3,95 ± 0,06	4,00 ± 0,04*
Массовая доля белка, %	3,22 ± 0,01	3,24 ± 0,01	3,21 ± 0,01	3,23 ± 0,01
Надой за месяц, кг	620,7 ± 8,81	635,4 ± 12,19	671,4 ± 9,88***	683,1 ± 12,47***
Молочный жир, кг	23,84 ± 0,36	24,71 ± 0,45	26,51 ± 0,66**	27,35 ± 0,56***
В % к контролю	100,0	103,6	111,2	114,7
Молочный белок, кг	19,98 ± 0,30	20,55 ± 0,36	21,58 ± 0,35**	22,08 ± 0,36***
В % к контролю	100,0	102,9	108,0	110,5
Корректировка удоя по 4 %-му молоку, кг	605,80	624,92	666,4	683,10
В % к контролю	100,0	103,2	110,0	112,8

Примечание. * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Во второй месяц лактации от коров контрольной группы получено 20,69 кг молока в среднем за сутки. Этот показатель у животных второй группы был выше на

2,4 %, третьей – на 8,2 % и четвертой – на 10,1 %. При этом наблюдалась динамика к повышению содержания жира в молоке коров, при скармливание 150 г ХЭД во второй группе – на 0,05 %, 200 г ХЭД в третьей группе коров – на 0,11 % и 300 г ХЭД в четвертой группе – на 0,16 % ($P < 0,05$).

Показатели по содержанию белка в молоке коров практически не отличались между контролем и опытными группами, однако также наблюдалась тенденция к увеличению данной величины на 0,01–0,02 % во второй и четвертой группах соответственно. За счет повышения валового надоя молока за первый месяц лактации отмечена тенденция к повышению количества молочного жира в молоке коров второй группы на 3,6 %.

В третьей и четвертой опытных группах содержание молочного жира достоверно возросло на 11,2 % ($P < 0,01$) и 14,7 % ($P < 0,001$) соответственно. Также возросло количество молочного белка на 2,9; 8,0 % ($P < 0,01$) и 10,5 % ($P < 0,001$) соответственно. При корректировке удоя по 4 %-му молоку, скармливание ХЭД позволило повысить надой молока во второй группе животных на 3,2 %, третьей – на 10,0 % и в четвертой – на 12,8 %. Ниже приведены данные продуктивности коров за третий месяц лактации (таблица 6).

Таблица 6 – Продуктивность коров за третий месяц лактации

Показатель	Группа			
	первая (контроль)	вторая	третья	четвертая
Суточный удой, кг	20,31 ± 0,47	20,96 ± 0,67	22,17 ± 0,67*	22,93 ± 0,66**
В % к контролю	100,0	103,2	109,2	112,9
Массовая доля жира, %	4,00 ± 0,03	4,01 ± 0,04	4,02 ± 0,05	4,06 ± 0,05
Массовая доля белка, %	3,43 ± 0,06	3,48 ± 0,04	3,47 ± 0,06	3,49 ± 0,03
Надой за месяц, кг	609,3 ± 14,2	628,8 ± 20,2	665,1 ± 20,1*	687,9 ± 19,9**
Молочный жир, кг	24,37 ± 0,64	25,18 ± 0,73	26,77 ± 0,98*	27,92 ± 1,00**
В % к контролю	100,0	103,3	109,8	114,6
Молочный белок, кг	20,89 ± 0,65	21,87 ± 0,74	23,09 ± 0,86*	24,05 ± 0,81**
В % к контролю	100,0	104,7	110,5	115,1
Корректировка удоя по 4%-му молоку, кг	609,30	629,74	667,10	694,09
В % к контролю	100,0	103,3	109,5	113,9

Примечание. * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

В третий месяц лактации коровы контрольной группы дали 20,31 кг молока в среднем за сутки. Этот показатель у животных второй группы был выше на 3,2 %, третьей – на 9,2 % и четвертой – на 12,9 %. При этом наблюдалась тенденция к повышению содержания жира в молоке коров при скармливание 150 г ХЭД во второй группе – на 0,1 %, 200 г ХЭД в третьей группе коров – на 0,2 % и 300 г ХЭД в четвертой группе – на 0,6 %. Показатели по содержанию белка в молоке коров практически не отличались между контролем и опытными группами, однако также наблюдалась тенденция к увеличению данной величины на 0,04–0,07 % во второй и четвертой группах соответственно. За счет повышения валового надоя молока за первый месяц лактации отмечена тенденция к повышению количества молочного жира в молоке коров второй группы на 3,3 %. В третьей и четвертой опытных группах содержание молочного жира достоверно возросло на 9,8 % ($P < 0,05$) и 14,6 % ($P < 0,01$) соответственно. Также возросло количество молочного белка на 4,7; 10,5 % ($P < 0,05$) и 15,1 % ($P < 0,01$) соответственно. При корректировке удоя по 4 %-му молоку, скармливание ХЭД позволило повысить надой молока во второй группе животных на 3,3 %, третьей – на 9,5 % и в четвертой – на 13,9 %. Энергетическая

хвойная добавка стимулирует секреторную функцию отделов желудка, что способствует более полному использованию питательных веществ корма (таблица 7).

Таблица 7 – Клинические показатели подопытных животных через месяц после отела

Показатель	Группа			
	первая (контроль)	вторая	третья	четвертая
Температура тела, °С	38,2 ± 0,12	38,2 ± 0,10	38,1 ± 0,13	38,0 ± 0,12
Частота пульса, ударов в мин.	64,5 ± 1,06	61,7 ± 1,33	62,2 ± 1,24	61,4 ± 1,17*
Количество дыхательных движений, раз в мин.	23,0 ± 0,60	23,1 ± 0,69	22,4 ± 0,59	22,6 ± 0,60
Число сокращений рубца, раз за две мин.	2,8 ± 0,13	3,0 ± 0,15	3,1 ± 0,18	3,3 ± 0,21*
Количество жевательных движений, раз в мин.	63,5 ± 0,64	63,7 ± 0,36	65,4 ± 0,54*	66,2 ± 0,35**

Примечание. * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

Выявлено, что затраты питательных веществ на один кг молока кормосмеси коровами при проведении эксперимента снизились, по сравнению с контролем, во второй группе животных на 2,5 % в третьей – на 7,4 % в четвертой группе – на 9,9 %.

Летний климат с высокими температурами часто является непризнанной проблемой, особенно для высокопродуктивных животных, и она приводит к экономическим потерям. По поведению коров можно определить степень теплового стресса (см. таблицу 7).

На основании мониторинга клинических показателей можно сделать заключение, что скармливание ХЭД подопытным коровам способствовало снижению их чувствительности к негативному воздействию теплового и послеотельного стресса, что позволило сохранить высокие показатели продуктивности. Так, у коров третьей и четвертой групп была тенденция к снижению температуры тела на 0,1–0,2 °С.

Наблюдалось некоторое снижение частоты пульса: у коров во второй группе – на 4,3; в третьей – на 3,6; и в четвертой – на 5,0 % ($P < 0,05$). Проявилась некоторая тенденция к снижению количества дыхательных движений животных третьей и четвертой групп на 1,8–2,7 % и повышению сокращений рубца во второй группе на 7,1; в третьей – на 10,7 и в четвертой – на 17,9 %. Количество жевательных движений у животных возросло во второй группе на 0,3 %, в третьей – на 3,0 % ($P < 0,05$) и в четвертой – на 4,3 % ($P < 0,01$).

Выводы

При скармливании ХЭД повысилось потребление корма коровами после отела на 0,6–1,6 %, увеличилась молочная продуктивность на 5,7–12,9 %, возросло количество молочного жира на 11,9–14,7 %, молочного белка – на 7,2–15,1 %, затраты питательных веществ на один кг молока кормосмеси коровами снизились на 2,5–9,9 %.

У коров опытных групп улучшились клинические показатели: прослеживалась тенденция к снижению температуры тела на 0,1–0,2 °С, количества дыхательных движений – на 1,8–2,7 %, частоты пульса – на 4,3–5,0 % и повышению сокращений рубца на 7,1–17,9 %, количества жевательных движений – на 0,3–4,3 %.

Улучшение всех вышеперечисленных показателей можно объяснить тем, что в период особой потребности в энергии в глубокостельный и послеотельный период за счет скармливания ХЭД необходимая энергия восполняется. Наилучшие показатели были отмечены в четвертой группе, следовательно, дозировка ХЭД 300 г на голову является оптимальной.

Литература

1. Коцаев А. Г., Усенко В. В., Лихоман А. В. Здоровье животных – основной фактор эффективности животноводства // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 99. С. 201.

2. Кощаев А. Г., Щукина И. В. Зоотехнические особенности ремонтного молодняка крупного рогатого скота в Краснодарском крае // Ученые записки Учреждения образования «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». 2017. Т. 53. № 1. С. 227–231.
3. Тузов И. Н., Ташпеков К. Ю. Состояние молочного скотоводства в Краснодарском крае // Инновации в повышении продуктивности сельскохозяйственных животных: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ. Краснодар: Кубанский ГАУ, 2017. С. 211–216.
4. Ратошный А. Н., Солдатов А. А., Богданов В. К. Продуктивность новотельных коров при использовании в рационах кормовой добавки для профилактики нарушений обмена веществ // Зоотехния. 2013. № 7. С. 15–16.
5. Ратошный А. Н., Солдатов А. А., Кононенко С. И. Профилактика нарушений обмена веществ у новотельных коров // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 136. С. 211–222.
6. Тузов И. Н. Сравнительная характеристика продуктивности мясных пород скота // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам 72-й научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2016 г. Краснодар: Кубанский ГАУ. 2017. С. 271–272.
7. Аникин А., Некрасов Р. Моделирование рационов: современный подход // Животноводство России. 2018. № 5. С. 41–44.
8. Некрасов Р., Вареников М., Чабаяев М., Анисова Н., Аникин А., Писарев В., Турчина В. Восполнение уровня обменной энергии в рационах высокопродуктивных коров в начале лактации // Молочное и мясное скотоводство. 2013. № 3. С. 9–13.
9. Заманбеков Н. А., Кошкинбай Б. А., Сиябеков С. Т., Омарбекова Г. К., Оспангали Д. С. Влияние хвойно-энергетической добавки (ХЭД) на некоторые биохимические показатели крови дойных коров // Актуальные проблемы ветеринарной медицины: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора В. А. Киршина. Казань, ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической радиационной и биологической безопасности», 2018. С. 301–304.
10. Мишуров А. В., Боголюбова Н. В., Романов В. Н. Комплекс дополнительного энергетического питания в рационах коров // Вестник АПК Верхневолжья. 2017. № 4 (40). С. 35–38.
11. Овсянников А. И. Основы опытного дела в животноводстве. Учебное пособие. М.: Колос, 1976. 304 с.
12. Лакин Г. Ф. Биометрия: учебное пособие для студентов биологических специальностей вузов (4-е издание, переработанное и дополненное). М.: Высшая школа, 1990. 351 с.

References

1. Koshchaev A. G., Usenko V.V., Likhoman A. V. Animal health – critical factors of the livestock // Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2014. No. 99. P. 201.
2. Koshchaev A. G., Shchukina I. V. Zootechnical features of repair young cattle in the Krasnodar region // Scientific notes of the educational institution of Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine. 2017. Vol. 53. No. 1. P. 227–231.
3. Tuzov I. N., Tashpekoy K. Yu. The state of dairy cattle breeding in the Krasnodar region // Innovations in raising the productivity of farm animals: materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 95th anniversary of the Kuban State Agrarian University. Krasnodar: KubSAU, 2017. P. 211–216.
4. Ratoshnyy A. N., Soldatov A. A., Bogdanov V. K. Productivity of newcalved cows on use in diet the food supplement for prophylaxis of metabolism disturbances // Zootechniya. 2013. No. 7. P. 15–16.
5. Ratoshnyy A. N., Soldatov A. A., Kononenko S. I. Prevention of violations of metabolism in fresh cows // Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2018. No. 136. P. 211–222.
6. Tuzov I. N. Comparative characteristics of the productivity of meat breeds of livestock // Scientific provision of the agro-industrial complex: collection of articles on the materials of the 72nd Scientific and Practical Conference of teachers on the basis of research work for 2016. Krasnodar: KubSAU. 2017. P. 271–272.
7. Anikin A., Nekrasov R. Diet simulation: modern approach // Zhyvotnovodstvo Rossii (Cattle Breeding in Russia). 2018. No. 5. P. 41–44.
8. Nekrasov R., Varenikov M., Chabaev M., Anisova N., Anikin A., Pisarev V., Turchina V. Balancing of the metabolic energy level in the high productive cow rations during the early lactation // Journal of Dairy and Beef Cattle Farming. 2013. No. 3. P. 9–13.
9. Zamanbekov N. A., Koshkinbay B. A., Siyabekov S. T., Omarbekova G. K., Ospangali D. S. Influence of the coniferous-energy additive (CEA) on some biochemical indicators of the blood of dairy cows // Actual problems of veterinary medicine: materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of Professor V. A. Kirshin. Kazan: FSBSI “Federal Center for Toxicological Radiation and Biological Safety”, 2018. P. 301–304.

10. Mishurov A. V., Bogolyubova N. V., Romanov V. N. A complex of additional power supply in diets of cows // Bulletin of the agrarian and industrial complex of the Upper Volga Region. 2017. No. 4 (40). P. 35–38.
11. Ovsyannikov A. I. The basics of an experienced case in animal husbandry. Tutorial. Moscow: Kolos, 1976. 304 p.
12. Lakin G. F. Biometrics: textbook for students of biological specialties for universities (4th edition, revised and updated). Moscow: Vysshaya shkola, 1990. 351 p.

UDC 636.083/.084

Kolesnik Yu. N., Yurina N. A., Danilova A. A.

PHYTOENERGY SUPPLEMENT IN THE DIET OF HIGH-PRODUCING COWS

Summary. *The purpose of this work was to study the effect of the coniferous energy supplement (CES) on the productivity and clinical parameters of cows under high-temperature conditions. The experiment was carried out at the agricultural production cooperative "Limansky" (Shcherbinovsky district, Krasnodar Territory). The average air temperature in July-August was 32.7 ± 0.6 degrees centigrade in the shade, sometimes reaching 42°C . The first group of animals served as a control and had the diet without the energy supplement (feeding additives). The second group of cows received CES at the rate of 150 g per head for 15 days before calving and a month after. The third group of cows in addition to the basic diet received 200 g of CES per head within 15 days before calving and a month after, and the fourth group – BD (basic diet) + 300g of CES per head within 15 days before calving and a month after. The experiment lasted until reaching 90 days of lactation. Cows were fed according to the scheme adopted in the household using single-type year-round feeding with mono-mixtures. Thus, in the first month of lactation, despite the high air temperature, the average daily milk yield increased by 1.8–5.7 %, because after adding coniferous energy supplement the nutrients were used in a better way activating the secret function of the cows' stomach. Furthermore, feeding experimental cows with CES contributed to reducing their sensitivity to the negative effects of heat and post-calving stress. This allowed maintaining high rates of productivity. Therefore, there was a tendency to decrease in body temperature by $0.1\text{--}0.2^{\circ}\text{C}$ among cows of the third and fourth groups. There was a slight decrease in the pulse rate by 4.3–5.0 %. The number of chewing movements increased by 0.3–4.3 %.*

Keywords: *down-calving cow, lactating cow, heat stress, productivity, coniferous energy supplement.*

Колесник Юрий Николаевич, аспирант ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Россия, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191; e-mail: bozd92@mail.ru.

Юрина Наталья Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии»; 350055, Россия, г. Краснодар, п. Знаменский, ул. Первомайская, 4; e-mail: naden8277@mail.ru.

Данилова Александра Александровна, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии»; 350055, Россия, г. Краснодар, п. Знаменский, ул. Первомайская, 4; e-mail: aledana2207@mail.ru.

Kolesnik Yuriy Nikolaevich, post-graduate student of Maikop State Technological University; 191, Pervomaiskaya Str., Maikop, Republic of Adygeya, 385000, Russia; e-mail: bozd92@mail.ru.

Yurina Natalia Aleksandrovna, Dr. Sc. (Agr.), leading researcher of Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine; 4, Pervomaiskaya Str., vill. of Znamensky, Krasnodar, 350055, Russia; e-mail: naden8277@mail.ru.

Danilova Aleksandra Aleksandrovna, junior researcher of Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine; 4, Pervomaiskaya Str., vill. of Znamensky, Krasnodar, 350055, Russia; e-mail: aledana2207@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 17.07.2018.

Дата принятия к печати – 01.08.2018.

Корзин В. В.

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА НА ЦВЕТЕНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ АБРИКОСА (ARMENIACA VULGARIS LAM.)

ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»

Реферат. Цель работы – оценка влияния абиотических и биотических факторов на продуктивность растений абрикоса сортов *Nagykorosi Orias* и *Хурмаи* в условиях Южного берега Крыма. На основе анализа многолетних данных (1984–2017 гг.) воздействия факторов на развитие растений изучаемых сортов абрикоса определены благоприятные и неблагоприятные годы для их цветения. В неблагоприятные годы наблюдали значительные перепады температуры воздуха. Среднесуточная температура воздуха во время цветения сорта *Nagykorosi Orias* в среднем не превышала 8 °С. Минимальные температуры воздуха составляли от –1,5 до –5,2 °С, максимальные – 11,5–19,2 °С. Это привело к снижению, а в отдельные годы – и к полной потере урожая абрикоса. В условиях Южного берега Крыма в течение 34 лет во время цветения отмечали поражение растений абрикоса монилиозом (*Monilia cinerea* Bon.). В среднем за десятилетний период наблюдалось четыре эпифитотийных года. Из общего срока изучения с урожайностью более 10 кг/дер. выявлено 12 (36 %) лет. Растения сорта *Хурмаи* зацветали в более поздние сроки, чем деревья сорта *Nagykorosi Orias*. Во время цветения растений сорта *Хурмаи* отмечали повышение среднесуточных температур воздуха (в среднем на 1–2 °С) и снижение количества выпавших осадков (в среднем на 2–5 мм). Поэтому цветение растений этого сорта протекало в более благоприятных погодных условиях. Учет поражаемости растений сорта *Хурмаи* монилиозом показал, что в целом она была слабой (от единичной до двух баллов), лишь в отдельные годы отмечали очень сильное (эпифитотийное) развитие патогена (3–5 баллов). Значительное поражение отмечали в среднем два раза за десятилетний период. Погодные условия (температура, осадки) в период созревания плодов у изучаемых сортов были сходными. Выявлена различная реакция растений этих сортов абрикоса на воздействие изученных факторов в зависимости от происхождения и их биологических особенностей.

Ключевые слова: абрикос *Armeniaca vulgaris* Lam., абиотические и биотические факторы, продуктивность, фенология, Южный берег Крыма, *Monilia cinerea* Bon.

Введение

Современные требования, предъявляемые к культуре абрикоса (*Armeniaca vulgaris* Lam.), предусматривают постоянное обновление его сортимента. Решение этой задачи зависит от создания новых сортов и расширения районов их выращивания. При переносе растений в новую среду обитания они по-разному реагируют на изменение условий возделывания (меняются сроки цветения, созревания плодов, урожайность и т.д.). Изучая сроки прохождения отдельных фенологических фаз в зависимости от погодных условий года и места наблюдения, можно установить потребность того или иного сорта в тепле, влаге и других условиях среды на различных этапах вегетационного периода и на основании этого выявить степень приспособленности его к местным условиям [1, 2]. Используя полученные

сведения, можно подобрать ценные для юга России сорта с высокими адаптивными свойствами, регулярной урожайностью и высокими товарными качествами плодов. Работы в данном направлении ведут как в нашей стране [3–5], так и за рубежом [6–9].

Цель исследований – оценка влияния абиотических и биотических факторов на продуктивность растений абрикоса сортов Nagykorosi Orias и Хурмаи в условиях Южного берега Крыма.

Материалы и методы исследований

Объекты исследований – два сорта абрикоса: Nagykorosi Orias и Хурмаи, высаженные на коллекционном участке Никитского ботанического сада (Южный берег Крыма – ЮБК) по схеме 5 × 3 м. Подвой – сеянцы абрикоса. Агротехнические мероприятия – общепринятые.

Сорт Nagykorosi Orias венгерской селекции. Дерево среднерослое с раскидистой кроной. Плоды созревают рано (третья декада июня – первая декада июля), среднего размера (50 г), округлые. Окраска кожицы ярко оранжевая, с красным румянцем от 25 до 50 % поверхности плода. Мякоть светло-оранжевая, слитная. Дегустационная оценка свежих плодов – 4,2 балла. Косточка составляет 6,2 % от массы плода, хорошо отделяется от мякоти. Семя сладкое. Сорт отличается повышенной устойчивостью к кластероспориозу, частично самофертилен. Урожайность средняя.

Сорт Хурмаи – основной промышленный сухофруктовый сорт Средней Азии. Дерево сильнорослое, образует мощную густую крону, с тонкими длинными ветвями, вступает в пору плодоношения поздно (на пятый-шестой год). Цветение позднее. Цветковые почки выносливы к весенним заморозкам и резким колебаниям зимних температур. Сорт устойчив к поражению кластероспориозом и монилиозом, требует подсадки сортов-опылителей.

Плоды средних размеров (около 40 г), ассиметричной овальной формы, с заметно сжатыми боками, прочно прикреплены к ветвям, очень ценны для сушки. Созревание плодов позднее (конец июля). Кожица слабо опушенная, слегка блестящая, оранжевая, с малиново-красным румянцем, занимающим до половины поверхности плода. Мякоть оранжевая, плотная, сладкая, с небольшой приятной кислотой. Косточка большая, плоская, заполняет всю полость, от мякоти отделяется удовлетворительно. Семя сладкое.

Фенологические наблюдения, оценку признаков и исследования, связанные с учетом и контролем урожайности растений различных сортов абрикоса, вели в соответствии с общепринятыми методами [10–12]. Для большей достоверности изучаемых зависимостей в анализ включены данные наблюдений за растениями, полученные сотрудниками плодового отдела в 1984–2005 гг.

Многолетние показатели климата взяты из метеорологических бюллетеней за 1984–2017 гг. (Агрометеорологическая станция «Никитский сад»).

Учитывая важность влияния на процесс оплодотворения относительной влажности и среднесуточной температуры воздуха в период цветения, рассмотрели параметры этих признаков, вычисленные за пять суток до и десять суток после даты массового цветения (16 суток). Кроме того, в схему анализа включили максимальную и минимальную температуры воздуха (°C), сумму осадков в период цветения (мм), степень поражения *Monilia cinerea* Wop. (в баллах) и урожайность растений (кг/дер.).

Результаты и их обсуждение

В исследование включены два сорта различного срока цветения (средний, поздний) и созревания плодов (раннее, позднее). На графике представлена среднесуточная температура воздуха и сумма осадков в период цветения растений сорта Nagykorosi Orias (рисунок 1). На основе анализа многолетних данных по воздействию этих абиотических факторов на развитие изучаемых растений абрикоса

определены годы неблагоприятные для их цветения (1987, 1998, 1999, 2001, 2002, 2004, 2007, 2008, 2011, 2012, 2014, 2015 гг.). В эти годы отмечали значительные перепады температуры воздуха в данный период. Средняя температура воздуха не превышала 8 °С. Минимальные температуры составляли от –1,5 до –5,2 °С, а максимальные – 11,5–19,2 °С, что и привело к снижению урожайности растений абрикоса.

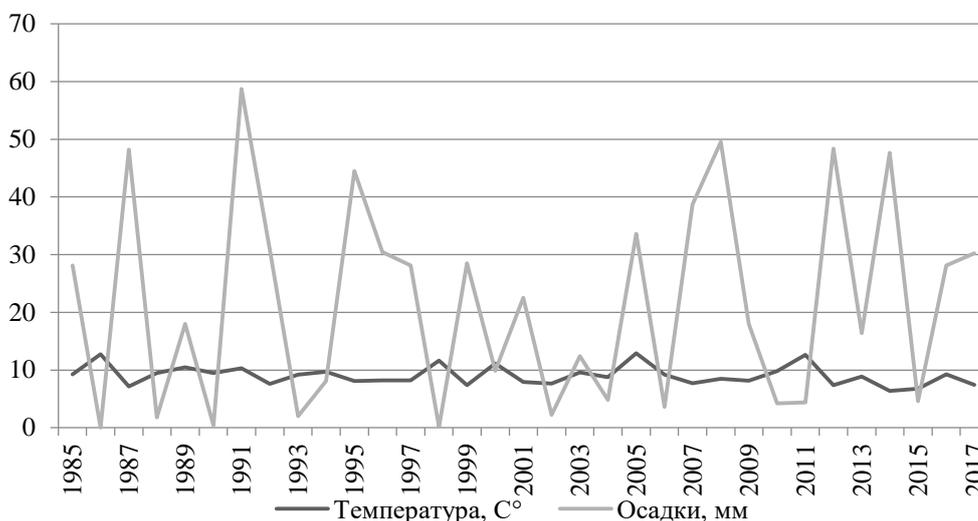


Рисунок 1 – Погодные условия в период цветения абрикоса сорта Nagykorosi Orias (1985–2017 гг.)

Наблюдения за метеоусловиями 2017 г. позволили сделать вывод, что год был благоприятен для цветения абрикоса. Так, минимальная температура воздуха не опускалась ниже 5,4 °С, а среднесуточная составила 7,4 °С. Осадков за период цветения выпало 30,2 мм. Основное их количество (20,3 мм) отмечено в начале цветения. Средняя относительная влажность воздуха в это время составляла 74 %.

Выполнен учет заболеваний изучаемых растений абрикоса монилиозом. Сильное развитие болезни во время цветения отмечено в 1995–1997, 1999, 2003–2005, 2007–2009, 2011–2013, 2015 гг. Поражение генотипов до трех–пяти баллов составило 14 (42 %) лет. В это время наблюдалась высокая влажность, что и привело к сильному развитию монилиоза (*Monilia cinerea* Wop.) (см. рисунок 1). В 1985, 1987, 2014, 2016 годах на деревьях абрикоса наблюдалась слабая сила цветения (она составляла от единичных цветков на дереве до двух баллов). В эти годы сильного проявления болезни не отмечено.

Общий урожай с деревьев сорта Nagykorosi Orias за годы изучения составил 279,2 кг/дер. Урожайность нерегулярная. Из 33-х лет изучения с урожайностью более 10 кг/дер. выявлено 12 (36 %) лет.

На основе анализа многолетних данных воздействия абиотических факторов на развитие изучаемых растений абрикоса определены неблагоприятные для созревания плодов сорта Nagykorosi Orias годы (1985–1987, 1991, 1995–1997, 1999, 2001, 2002, 2004, 2007–2009, 2011–2013, 2016 гг.). В эти годы отмечено выпадение осадков ниже средней многолетней нормы (в мае осадков выпадает обычно 33 мм, а в июне – 42 мм) (рисунок 2). Это привело к снижению урожайности растений абрикоса.

В 1987 и 1999 гг. осадков выпало выше нормы, но урожай был низкий. Возможно, это связано с резким понижением температуры до 13 °С в период

образования завязей или с засухой в предшествующем году в период дифференциации почек.

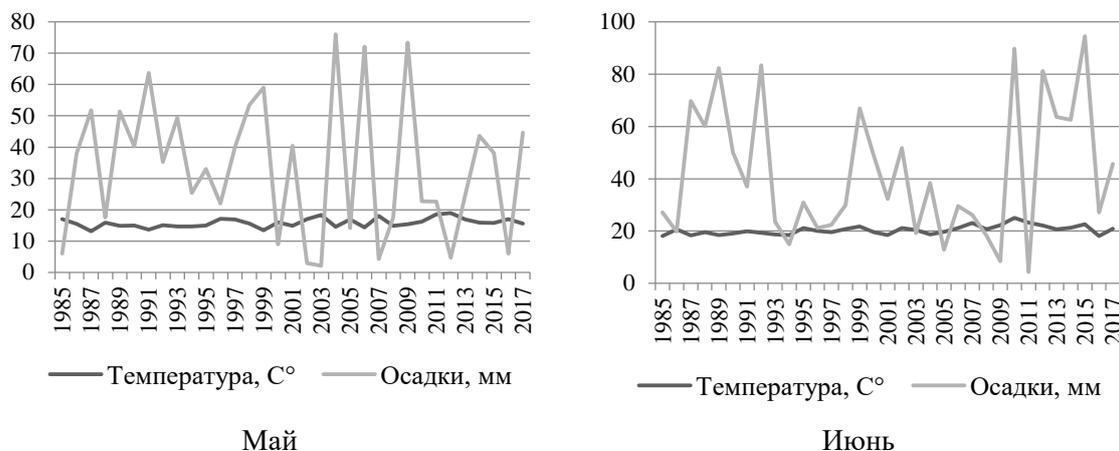


Рисунок 2 – Погодные условия в период созревания абрикоса сорта Nagykorosi Orias (1985–2017 гг.)

Определены неблагоприятные для цветения растений сорта Хурмаи годы (1991, 1998, 1999, 2001, 2007, 2009, 2011, 2012). В эти годы наблюдали значительные перепады температуры воздуха во время цветения. Среднесуточная температура воздуха была около 8 °С (рисунок 3). Минимальные температуры составляли –1,5; –5,4 °С, а максимальные – 10,6–23,6 °С, что также привело к снижению урожайности растений абрикоса этого сорта.

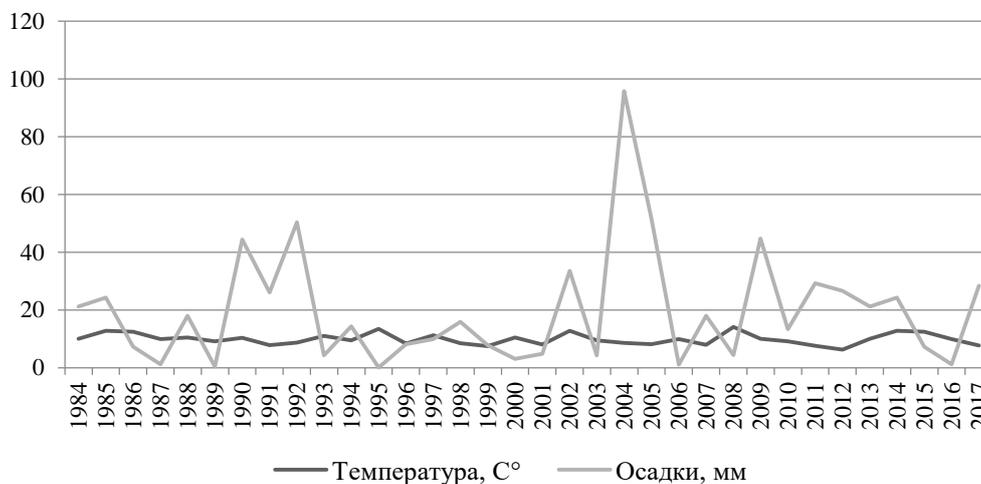


Рисунок 3 – Погодные условия в период цветения абрикоса сорта Хурмаи (1984–2017 гг.)

Наблюдения за погодными условиями 2017 г. позволили сделать вывод о том, что по метеопараметрам год был благоприятен для цветения абрикоса. Так, минимальная температура воздуха составила 5,4 °С, а средняя – 7,7 °С. Осадков за период цветения выпало 28,4 мм. Основное их количество (18,5 мм) отмечали в начале цветения. Средняя относительная влажность воздуха в период цветения составила 72 %.

Сорт Хурмаи зацветает в более поздние сроки, чем Nagykorosi Orias. В это время отмечено повышение среднесуточных температур воздуха (в среднем на 1–2 °С) и снижение суммы осадков (в среднем на 2–5 мм). Поэтому цветение протекает в более благоприятных погодных условиях.

Учет поражаемости сорта монилиозом в условиях ЮБК за 1984–2017 гг. показал, что в целом она была слабой 24 (73 %) года (от единичной до двух баллов). Однако в отдельные годы отмечали очень сильное (эпифитотийное) развитие патогена (три–пять баллов). Значительное поражение монилиозом во время цветения отмечено в 1998, 2003, 2005, 2006, 2008, 2009, 2011–2013 и 2015 гг. В это время определена повышенная влажность, что и привело к сильному развитию монилиоза (см. рисунок 3). Исключение составили годы (1990, 1992), когда отмечено превышение норм среднемесячного выпадения осадков, но развития патогена не наблюдали. Возможно, это объясняется слабым цветением изучаемых растений (один-два балла).

Определены неблагоприятные годы для плодоношения абрикоса сорта Хурмаи (1984, 1985, 1988, 1990–1996, 1998, 1999, 2001, 2002, 2004–2006, 2008, 2009, 2011–2016). В эти годы отмечено выпадение осадков ниже средней многолетней нормы (рисунок 4).

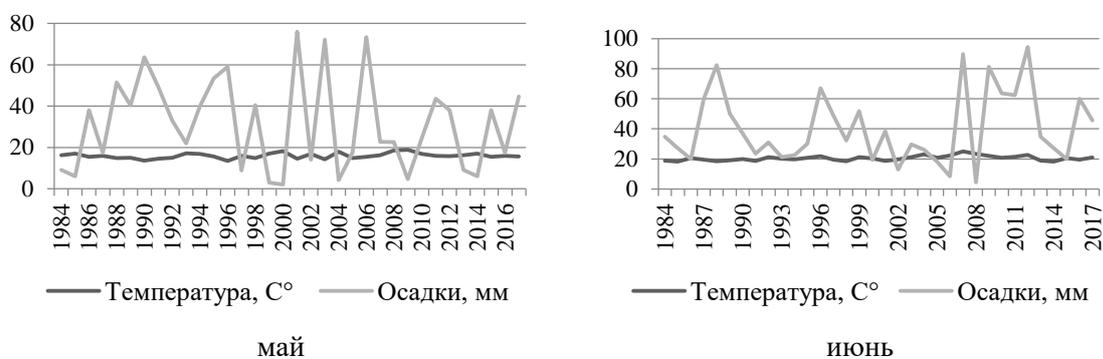


Рисунок 4 – Погодные условия в период созревания абрикоса сорта Хурмаи (1984–2017 гг.)

Исключение составляют 1988 и 1996 годы, когда осадков выпало выше нормы, но урожай был низкий. В эти годы зафиксировано понижение температуры до 13–14 °С в период образования завязей. Установлено, что общий урожай за все годы изучения у растений сорта Хурмаи составил 172,2 кг/дер., что на 107,0 кг меньше, чем у сорта Nagykorosi Orias. Урожайность также нерегулярная. Из 34 лет изучения с урожайностью более 10 кг/дер. у сорта Хурмаи выявлено восемь (25 %) лет, в то время как у второго изучаемого образца – 12 (38 %).

Выводы

На сорта абрикоса, цветущие в средние сроки, согласно проведённому анализу метеофакторов, негативно влияет резкое колебание суммы осадков, что отражается на процессах цветения и опыления, увеличивает риск поражения патогенами (за десятилетний период наблюдалось четыре эпифитотийных года) и как следствие снижается урожайность. У сортов, цветущих в поздние сроки, сумма осадков более выровнена по годам. Поэтому цветение протекает в более благоприятных условиях. Сильное поражение таких сортов монилиозом в период цветения в условиях ЮБК отмечали в среднем два раза за десятилетний период.

Погодные условия (температура, осадки) в период созревания плодов у сортов разного срока плодоношения в условиях ЮБК похожи. Выявлена различная реакция изученных сортов абрикоса на воздействие этих факторов в зависимости от происхождения и их биологических особенностей. Так, у сорта Хурмаи отмечена слабая закладка генеративных почек под урожай будущего года, в плодоношение он вступает на два-три года позже Nagykorosi Orias. Деревья сорта Хурмаи

самообесплодны. В результате общая урожайность у этого сорта была ниже на 60 % и составила 172,2 кг/дер.

Наиболее приспособленным к условиям Южного берега Крыма оказался сорт Nagykorosi Orias.

Литература

1. Ерёмин Г. В. Общая и частная селекция и сортоведение плодовых и ягодных культур. Москва: Мир, 2004. 422 с.
2. Корзин В. В. Влияние факторов окружающей среды на продуктивность растений абрикоса // Бюллетень ГНБС. 2017. Вып. 125. С. 128–132.
3. Авдеев В. И., Горина В. М. Фенофазы и гипотермическая адаптация у южных сортов абрикоса // Проблемы устойчивости биоресурсов: теория и практика: Материалы IV Международной научно-практической конференции. Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет, 2013. С. 3–9.
4. Ахматова З. П., Карданов А. Р. Абрикос и значение экологических факторов при его выращивании. Нальчик: «Полиграфсервис и Т», 2008. 164 с.
5. Драгавцева И. А. Экологические основы оптимального размещения абрикоса на Северном Кавказе. Дисс. ... д-ра сельскохозяйственных наук. Мичуринск: Плодоовощной институт имени В. И. Мичурина, 1991. 366 с.
6. Bassi D., Audergon J. M. Apricot breeding: update and perspectives // Acta Hort. 2006. No. 701. P. 279–294.
7. Polat A. A., Caliskan O. Yield and fruit characteristics of various apricot cultivars under subtropical climate conditions of the mediterranean region in Turkey // International Journal of Agronomy. 2013. No. 5. [Электронный ресурс]. Точка доступа: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/687345> (дата обращения 1.08.2018).
8. Ledbetter C. A. Apricot breeding in North America: Current status and future prospects // Acta Hort. 2010. No. 862. P. 85–91.
9. Krška B., Vachůn Z. and Nečas T. The Apricot breeding programme at the horticulture faculty in Lednice. // Acta Hort. 2006. No. 717. P 290–295.
10. Денисов В. П., Ломакин Э. Н., Корнейчук В. А. Международный классификатор СЭВ рода *Armeniaca* Scop. Л: ВИР, 1990. 37 с.
11. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Абрикос (*Prunus armeniaca* L.). №12-06/57 от 20.12.2007 г. 12 с. [Электронный ресурс]. Точка доступа: <http://www.gossort.com> (дата обращения 1.08.2018).
12. Седов Е. Н., Огольцова Т. П. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 300–350.

References

1. Eremin G. V. General and private selection and sorting of fruit and berry crops. Moscow: Mir, 2004. 422 p.
2. Korzin V. V. Influence of environmental factors on the productivity of apricot plants // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. 2017. No. 125. P. 128–132.
3. Avdeev V. I., Gorina V. M. Phenophases and hypothermic adaptation in southern apricot varieties // Problems of sustainability of bioresources: theory and practice: Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference. Orenburg: Orenburg State Agrarian University, 2013. P. 3–9.
4. Akhmatova Z. P., Kardanov A. R. Apricot and the importance of environmental factors in its cultivation. Nalchik: "Poligrafservis i T", 2008. 164 p.
5. Dragavtseva I. A. Ecological basis for the optimal apricot location in the North Caucasus. Thesis ... Dr. Sc. (Agr.). Michyrinsk: Michurinsk State Agrarian University, 1991. 366 p.
6. Bassi D., Audergon J. M. Apricot breeding: update and perspectives // Acta Hort. 2006. No. 701. P. 279–294.
7. Polat A. A., Caliskan O. Yield and fruit characteristics of various apricot cultivars under subtropical climate conditions of the mediterranean region in Turkey // International Journal of Agronomy. 2013. No. 5. [Electronic resource]. Access point: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/687345> (reference's date 01.08.2018).
8. Ledbetter C. A. Apricot breeding in North America: Current status and future prospects // Acta Hort. 2010. No. 862. P. 85–91.
9. Krška B., Vachůn Z. and Nečas T. The Apricot Breeding Programme at the Horticulture Faculty in Lednice // Acta Hort. 2006. No. 717. P 290–295.
10. Denisov V. P., Lomakin E. N., Korneychuk V. A. International classifier of the SMEA for the genus *Armeniaca* Scop. L.: The N. I. Vavilov All-Russian Institute of plant genetic resources, 1990. 37 p.

11. Method of testing for distinctness, uniformity and stability. Apricot (*Prunus armeniaca* L.). №12-06/57. Dated 20.12.2007. 12 p. [Electronic resource]. Access point: <http://www.gossort.com>. (reference's date 01.08.2018).

12. Sedov E. N., Ogoltsova T. P. Program and methodology of cultivar strain testing of fruit, berry and nut crops. Orel: All-Russian Research Institute of Fruit Crop Selection, 1999. 608 p.

UDC 634.21:551.58

Korzin V. V.

INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON FLOWERING AND PRODUCTIVITY OF DIFFERENT APRICOT (*ARMENIACA VULGARIS* LAM.) VARIETIES UNDER CONDITIONS ON THE SOUTH COAST OF THE CRIMEA

Summary. *The aim of the work was to assess the influence of abiotic and biotic factors on the productivity of two apricot varieties 'Nagykorosi Orias' and 'Hurmai' under conditions of the southern coast of the Crimea. Phenological observations and the evaluation of the characteristics had been done in accordance with the generally accepted methodology. The analysis of long-term (1984–2017) data of factors' effects on the plants development of studied apricot varieties allowed identifying favorable and unfavorable years for their flowering. Significant changes in air temperature were observed in adverse years. The average daily air temperature during the flowering 'Nagykorosi Orias' variety, on average, did not exceed 8 °C. The minimum air temperatures were –1.5 to –5.2 °C, the maximum temperatures were 11.5–19.2 °C above zero. This led to a decrease and, in some years, to a complete loss of the apricot yield. Under the conditions of the southern coast of the Crimea for 34 years during the flowering, apricot plants were affected by monilias (*Monilia cinerea* Bon.). On average over the 10-year period, there were four epiphytotic years. From the total study period, 12 (36 %) years were found to be with a yield of more than 10 kg per tree. Plants of the 'Hurmai' variety blossomed later than the trees of the variety 'Nagykorosi Orias'. During the 'Hurmai' flowering, an increase in the average daily air temperatures (an average of 1–2 °C) and a decrease in the amount of precipitation (an average of 2–5 mm) were noted. Therefore, the flowering of plants of this variety was under more favorable weather conditions. The accountability of 'Hurmai' varieties with moniliasis showed that it was weak (from one to two units), only in a few years there was a very strong (epiphytotic) development of the pathogen (3–5 points). Significant damage was noted on average twice over a 10-year period. Weather conditions (temperature, precipitation) during the fruit ripening for the studied varieties were similar. Different reaction of plants of these apricot varieties to the influence of the studied factors had been revealed depending on the origin and their biological features.*

Keywords: *apricot *Armeniaca vulgaris* Lam., abiotic and biotic factors, productivity, phenology, the South Coast of the Crimea, *Monilia cinerea* Bon.*

Корзин Вадим Валерьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»; 209648, Россия, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита, ул. Никитский Спуск, 52; e-mail: korzinv@rambler.ru.

Korzin Vadim Valerievich, Cand. Sc. (Agr.), senior researcher of Federal State-Funded Institution of Science "The Labor Red Banner Order Nikita Botanical Gardens – National Scientific Center of Russian Academy of Sciences"; 52, Nikitskiy Spusk Str., urban vill. Nikita, Yalta, Republic of Crimea, 298648, Russia; e-mail: korzinv@rambler.ru.

Дата поступления в редакцию – 01.06.2018.

Дата принятия к печати – 01.07.2018.

DOI: 10.25637/TVAN.2018.03.08.

УДК 633.111.1 «324» 631.526.32

Косенко С. В., Долженко Д. О.

НОВЫЙ СОРТ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НИМФА

ФГБУН «Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»

Реферат. В ФГБНУ «Пензенский НИИСХ» проводят исследования по селекции озимой мягкой пшеницы, цель которых – создание зимостойких, высокоурожайных, неполегающих сортов озимой пшеницы с высокими технологическими качествами зерна. Одним из результатов исследований является новый сорт Нимфа. Сорт получен методом внутривидовой гибридизации сортов Самарянка и Казанская 560 с последующим индивидуальным отбором из гибридной популяции F₆. Скрещивание исходных родительских форм проведено в 2001 г. Элитное растение выделено в 2007 г. Конкурсное сортоиспытание проведено в 2013–2015 гг. Условия вегетации в годы исследований различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков. 2013 г. следует считать умеренно увлажнённым (ГТК = 1,1), 2014 и 2015 гг. – засушливыми (ГТК = 0,5 и 0,7 соответственно). В среднем за три года новый сорт сформировал урожайность по чистому пару на удобренном фоне 4,06 т/га, что на 0,88 т/га больше, чем урожайность сорта-стандарта Безенчукская 380. Сорт Нимфа обладает высокой зимостойкостью (в среднем 84%), высокой регенерационной способностью (4,5 балла), устойчивостью к полеганию (9 баллов), скороспелостью, в слабой степени поражается снежной плесенью (степень поражения 1%). Качество зерна у нового сорта на уровне ценной пшеницы. Он стабильно формирует выполненное зерно (натура зерна 787–825 г/л), содержание сырого протеина в зерне составляет 13,4–17,6%, клейковины – 26,2–33,4% с качеством клейковины 55–70 ед. ИДК (I группа). Экономический эффект возделывания сорта Нимфа по сравнению к стандартному сорту Безенчукская 380 составил 2555 р./га. Уровень рентабельности возделывания нового сорта составляет 123%. Таким образом, создан новый сорт озимой мягкой пшеницы, превосходящий стандарт по ряду показателей и соответствующий современным требованиям сельскохозяйственного производства. Внедрение в производство нового сорта экономически оправдано.

Ключевые слова: пшеница мягкая озимая, селекция, сорт, урожайность, зимостойкость, устойчивость к полеганию, качество зерна.

Введение

Условия Средневолжского региона, в том числе Пензенской области благоприятствуют получению высоких урожаев зерна озимой пшеницы. Озимая пшеница в Пензенской области занимает около 25 % пахотных земель и до 50 % от общей площади посева зерновых культур. Однако площади посевных площадей и показатели урожайности озимой пшеницы в период с 1995 по 2015 год варьировали по годам (от 135,8 тыс. га до 351,2 тыс. га и 0,97 т/га до 2,93 т/га соответственно) [1], что обусловлено как нарушениями технологии возделывания культуры, так и недостаточным уровнем адаптации возделываемых сортов к почвенно-климатическим условиям региона.

В получении высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур при хорошем качестве продукции большую роль играют сорта, приспособленные к местным условиям возделывания [2], что определяет важную роль селекции в конкретных почвенно-климатических условиях.

Важными лимитирующими факторами в лесостепной зоне Среднего Поволжья являются особенности осенне-зимне-весеннего периода. Это повышение температуры воздуха в первой-второй декадах ноября и обильное увлажнение, ослабляющие процесс закаливания растений; низкие температуры воздуха в конце ноября и начале декабря на фоне малоснежного покрова или же отсутствия снега; оттепель в январе, способствующая образованию ледяной корки; выпревание и поражение снежной плесенью; ранний сход снега с последующим понижением температуры воздуха. В связи с этим основным требованием к сортам озимой пшеницы для региона является высокий уровень морозозимостойкости.

Помимо зимостойкости, для озимой пшеницы важны и другие биологические особенности, такие как устойчивость к полеганию и показатели качества зерна. Поэтому **цель исследований** – создание зимостойких, высокоурожайных, неполегающих сортов озимой пшеницы с высокими технологическими качествами зерна.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2001–2015 гг. на опытном поле ФГБНУ «Пензенский НИИСХ», расположенном в лесостепной зоне Среднего Поволжья. Климат зоны умеренно-континентальный. Почвы опытного участка – чернозём выщелоченный среднетяжелый среднетяжелый, мощность пахотного горизонта 35–40 см. Среднее содержание гумуса в пахотном слое – 6,52 % (по Тюрину), легкогидролизуемых форм азота – 6,57; P_2O_5 – 15,72; K_2O – 17,6 мг/100 г почвы. Реакция почвенного раствора слабокислая, pH = 5,5.

Закладку питомника конкурсного сортоиспытания проводили в 2013–2015 гг. в первой декаде сентября по предшественнику чистый пар на неудобренном фоне сеялкой СН-10Ц. Площадь делянки – 10 м², повторность опыта шестикратная. Норма высева 5,5 млн всхожих зёрен/га. В качестве стандарта использовали районированный сорт озимой мягкой пшеницы Безенчукская 380.

Условия вегетации в годы исследований различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков. 2013 г. следует считать умеренно увлажнённым (ГТК = 1,1). Засуху наблюдали в 2014 и 2015 гг. (ГТК = 0,5 и 0,7 соответственно).

Оценку зимостойкости, фенологические наблюдения, анализ структуры урожая проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [3] и методическим указаниям ВИР [4]. Оценку поражения растений болезнями проводили по методике ВНИИФ [5]. Физико-химические показатели качества зерна определяли стандартными методами: массу 1000 зерен – по ГОСТ 10842-89 [6]; натуру зерна – по ГОСТ 10840-64 [7]; количество и качество клейковины – по ГОСТ 54478–2011 [8]; стекловидность – по ГОСТ 10987-76 [9]. Содержание белка в зерне определяли в химико-аналитической лаборатории ФГБНУ «Пензенский НИИСХ» по методу Кьельдаля [10]. При статистической обработке полученных данных применяли дисперсионный анализ [11].

Результаты исследований и их обсуждение

Сорт озимой мягкой пшеницы Нимфа создан в ФГБНУ «Пензенский НИИСХ» методом внутривидовой парной гибридизации с последующим индивидуальным отбором из гибридной популяции F₆ Самарянка/Казанская 560. Скрещивание исходных родительских форм проведено в 2001 г., элитное растение выделено в 2007 г.

Разновидность – эритроспермум. Колос белый, остистый, неопушённый. Ости до 6,5 см длиной, расположены под острым углом к оси колоса. Колос пирамидальный, длиной 7,7–8,6 см, средней плотности (17–20 члеников на 10 см стержня). Колосковая чешуя удлинённо-овальной формы, средней величины, с

хорошо выраженной нервацией и сильно выраженным килем. Зубец колосковой чешуи слегка изогнут, короткий. Плечо колосковой чешуи узкое, приподнятое. Зерно по размерам среднее, яйцевидной формы, бороздка средняя. Масса 1000 зёрен 35,4–41,5 г.

Форма куста в период кущения полупрямостоячая. Соломина полая. Результаты конкурсного сортоиспытания приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика нового сорта озимой мягкой пшеницы Нимфа на момент передачи на Государственное сортоиспытание (2013–2015 гг.)

Наименование признаков и свойств	Сорт			
	Нимфа		Безенчукская 380 (St.)	
	min.–max.	среднее	min.–max.	среднее
Урожайность, т/га*	3,61–4,71	4,06	3,47–3,83	3,62
Прибавка к стандарту, т/га	0,14–0,88	0,44	–	–
Зимостойкость, %	72–95	84	71–91	80
Регенерационная способность, балл	4,5	4,5	4,0–4,5	4,2
Устойчивость к полеганию, балл	9	9	7–9	8
Высота растения, см	84–111	90,3	96–119	99,8
Период отрастание – колошение, суток	44–50	46	48–53	50
Поражение мучнистой росой, балл, %	5–10	–	1–5	–
Поражение бурой ржавчиной, тип, %	5–10	–	5	–
Поражение снежной плесенью, балл	1	–	1–3	–
Масса 1000 зёрен, г	35,4–41,5	38,5	34,7–42,1	38,5
Стекловидность, %	78–88	84	80–82	81
Натура, г/л	787–825	807	770–805	787
Содержание клейковины в зерне, %	26,2–33,4	29,3	28,5–31,2	29,5
Качество клейковины в зерне, ед. ИДК	55–70	60	55–70	60
Содержание сырого протеина, %	13,4–17,6	15,1	14,9–17,0	15,7

Примечание. * НСР₀₅ – 0,11.

Урожайность зерна сорта Нимфа составила в среднем за три года исследований 4,06 т/га при средней урожайности сорта-стандарта Безенчукская 380 – 3,62 т/га. Все прибавки урожая нового сорта к стандарту были статистически достоверными на уровне значимости 5 %. Максимальную урожайность новый сорт сформировал в условиях 2013 г. (4,71 т/га), что на 0,88 т/га выше сорта-стандарта Безенчукская 380. Сорт хорошо адаптирован к условиям лесостепи Среднего Поволжья, что, в первую очередь, обусловлено высокой морозозимостойкостью (в среднем 84 %), обладает высокой регенерационной способностью (4,5 балла).

Высота стебля по годам варьирует от 84 до 111 см (в среднем на 9,5 см ниже стандарта Безенчукская 380). Устойчивость к полеганию высокая (9 баллов). В слабой степени поражается снежной плесенью (степень поражения 1 %), выколашивается в среднем на четверо суток раньше стандарта. Сорт Нимфа стабильно формирует выполненное зерно (натура зерна 787–825 г/л). Содержание сырого протеина в зерне составляет 13,4–17,6 %, клейковины – 26,2–33,4 % с качеством клейковины 55–70 ед. ИДК (I группа).

Исходя из рыночной стоимости продукции, производственных затрат, урожайности, определён экономический эффект возделывания сорта Нимфа (таблица 2).

Экономический эффект возделывания сорта Нимфа по сравнению к стандартному сорту Безенчукская 380 составил 2555 р./га. Уровень рентабельности возделывания нового сорта выше на 22 % чем у стандарта.

Таблица 2 – Экономическая эффективность внедрения сорта озимой мягкой пшеницы Нимфа (в среднем за 2013–2015 гг.)

Показатель	Сорт	
	Безенчукская 380 (St.)	Нимфа
Урожайность, т/га	3,62	4,06
Прибавка урожайности, т/га	–	0,44
Средняя цена зерна, р./т	6000	6000
Стоимость продукции, р./га	21720	24360
Производственные затраты, р./га	10820	10905
Себестоимость зерна, р./т	2989	2686
Уровень снижения себестоимости, %	–	10,1
Условно чистый доход, р./га	10900	13455
Уровень рентабельности, %	101	123

Выводы

Проведённые исследования позволили получить новый сорт озимой мягкой пшеницы, превосходящий стандарт по многим показателям и соответствующий современным требованиям сельскохозяйственного производства. Сорт озимой мягкой пшеницы Нимфа сочетает высокую продуктивность (в среднем 4,06 т/га) с высокой зимостойкостью (84 %) и устойчивостью к полеганию (9,0 баллов), обладает качеством зерна на уровне ценных сортов пшеницы. Внедрение в производство нового сорта экономически оправдано.

Литература

1. Сайт Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://gks.ru> (дата обращения 30.08.2018).
2. Алабушев А. В. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 2 (6). С. 47–51.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры // Под ред. Федина М. А. М., 1989. 194 с.
4. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале: методические указания ВИР // Под ред. Мережко А. Ф. СПб., 1999. 82 с.
5. Захаренко В. А., Медведев А. М., Ерохина С. А., Коваленко Е. Д., Добровольская Г. В., Михайлов А. А. Методика по оценке устойчивости сортов полевых культур к болезням на инфекционных и провокационных фонах. М., 2000. 70 с.
6. ГОСТ 10842–89. Зерно зерновых и бобовых культур. Метод определения массы 1000 зёрен или 1000 семян. М.: Стандартинформ, 2009. 4 с.
7. ГОСТ 10840–64 Зерно. Методы определения натуры. М.: Стандартинформ, 2009. 3 с.
8. ГОСТ Р 54478–2011. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. М.: Стандартинформ, 2013. 23 с.
9. ГОСТ 10987–76. Зерно. Методы определения стекловидности. М.: Стандартинформ, 2009. 4 с.
10. ГОСТ 26889–86. Продукты пищевые и вкусовые. Общие указания по определению содержания азота методом Кьельдаля. М.: Стандартинформ, 2010. 8 с.
11. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. Federal State Statistics Service of Russian Federation. [Electronic resource]. Access point: <http://gks.ru> (reference's date 30.08.2018).
2. Alabushev A. V. Adaptive potential of varieties of cereal crops // Legumes and groat crops (Zernobobovye i krupyanye kul'tury). 2013. No. 2 (6). P. 47–51.
3. The method of state cultivar testing of agricultural crops: cereals, groats, legumes, corn and fodder crops // Ed. by Fedin M. A. Moscow, 1989. 194 p.
4. Replenishment, preservation in a living form and study of the world collection of wheat, aegilops and triticale: methodical instructions of VIR // Ed. by Merezko A. F. Saint-Petersburg, 1999. 82 p.

5. Zakharenko V. A., Medvedev A. M., Erokhina S. A., Kovalenko E. D., Dobrovolskaya G. V., Mikhailov A. A. Method for assessing the resistance of cultivars of field crops to diseases on infectious and provocative backgrounds. Moscow, 2000. 70 p.
6. GOST 10842–89. Cereals, pulses and oilseeds. Method for determination of 1000 kernels or seeds weight. Moscow: Standartinform, 2009. 4 p.
7. GOST 10840–64. Grain. Methods for determination of hectolitre weight. Moscow: Standartinform, 2009. 3 p.
8. GOST R 54478–2011. Grain. Methods for determination of quantity and quality of gluten in wheat. Moscow: Standartinform, 2009. 23 p.
9. GOST 10987–76. Grain. Methods for determination of vitreousness. Moscow: Standartinform, 2009. 4 p.
10. GOST 26889–86. Food-stuffs and food additives. General directions for determination of nitrogen content by the Kjeldahl method. Moscow: Standartinform, 2010. 8 p.
11. Dospikhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.

UDC 633.111.1 «324» 631.526.32

Kosenko S. V., Dolzhenko D. O.

NEW CULTIVAR OF WINTER SOFT WHEAT 'NYMPHA'

Summary. *Research on the selection of winter soft wheat is carried out in the Penza Research Institute of Agriculture. The purpose of these studies is to create winter-hardy, high-yielding, resistant to lodging cultivars with high technological qualities of grain. One of the research results is the new cultivar 'Nympha'. The new cultivar was bred by intraspecific hybridization of cultivars 'Samaryanka' and 'Kazanskaya 560' with subsequent individual selection from a hybrid population F₆. The crossing of the original parental forms was carried out in 2001. The elite plant was selected in 2007. Competitive variety trials were conducted in 2013–2015. The conditions of vegetation during the years of research differed in the temperature regime and in the amount of precipitation. 2013 should be considered as moderate in terms of precipitation (hydrothermal index was 1.1), 2014 and 2015 – arid (hydrothermal index was 0.5 and 0.7, respectively). On average for three years, the new cultivar 'Nympha' produced a grain yield on an unfertilized fallow background of 4.06 t/ha, which was 0.88 t/ha more than the yield of check cultivar 'Bezenchukskaya 380'. The new cultivar has a high winter hardiness (on average 84 %), high regeneration capacity (4.5 grades), lodging resistance (9 grades), early maturity, slightly affected by snow mold (1 % damage degree). 'Nympha' has the grain quality at the level of valuable wheat; it stably forms the filled grain (grain nature 787–825 g/l), the content of crude protein in the grain is 13.4–17.6 %, gluten – 26.2–33.4 % with gluten deformation index 55–70 units (1st quality group). The economic effect of cultivating the cultivar 'Nympha' in comparison to the check 'Bezenchukskaya 380' amounted to 2555 rubles/ha. The level of profitability of cultivating a new cultivar was 123 %. Thus, as a result of the research, a new cultivar of winter soft wheat had been created, superior the check in a number of parameters and corresponding to modern requirements of agricultural production. The introduction of a new cultivar into agribusiness is economically justified.*

Keywords: *winter soft wheat, breeding, cultivar, grain yield, winter hardiness, lodging resistance, grain quality.*

Косенко Светлана Валентиновна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции зерновых культур, ФГБНУ «Пензенский НИИСХ»; 442731, Пензенская область, р.п. Лунино, ул. Мичурина, 1 Б; e-mail: kosenkosv@mail.ru.

Долженко Дмитрий Олегович, кандидат сельскохозяйственных наук, врио директора ФГБНУ «Пензенский НИИСХ»; 442731, Пензенская область, р.п. Лунино, ул. Мичурина, 1 Б; e-mail: ddolzhenko75@yandex.ru.

Kosenko Svetlana Valentinovna, Cand. Sc. (Agr.), leading researcher of the Department of grain crops breeding, FSBSI “Penza Research Institute of Agriculture”; 1 B, Michurina str., vill. Lunino, Penza Region; e-mail: kosenkosv@mail.ru.

Dolzhenko Dmitriy Olegovich, Cand. Sc. (Agr.), Acting Director, FSBSI “Penza Research Institute of Agriculture”; 1 B, Michurina str., vill. Lunino, Penza Region; e-mail: ddolzhenko75@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию – 22.06.2018.

Дата принятия к печати – 29.08.2018.

DOI: 10.25637/TVAN.2018.03.09.

УДК: 631.5:631.42

Мнатсаканян А. А., Чуварлеева Г. В., Васюков П. П., Быков О. Б.
**СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ КАК ФАКТОР ВОСПРОИЗВОДСТВА
ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко»

Реферат. *Необоснованная огромная распаханность кубанских черноземов нерациональна ни с экологической, ни с экономической точек зрения. Цель исследований – изучить влияние систем основных обработок почвы на изменение показателей почвенного плодородия и дать им агроэкологическую оценку. В 2015–2017 гг. в стационарном опыте при использовании традиционной (вспашка) и минимальных мульчирующих систем обработки выявлены различные изменения физико-химических и биологических показателей почвы, определяющих ее состояние и плодородие, а также продуктивность культур севооборота. Обработка почвы, оказывая воздействие на верхний, наиболее биологически активный слой, существенно влияет на ход физических, химических и биологических процессов. Регулярный оборот пласта, происходящий при вспашке, усиливает процессы минерализации гумуса, что способствует существенному снижению содержания органического вещества в почве. При системе минимальных мульчирующих обработок содержание органического вещества в почве постоянно увеличивается: от 3,57 % (2008 г.) до 3,72 % (2015 г.) и 3,78 % (2017 г.). Благоприятные показатели плотности сложения почвы отмечены на минимальной мульчирующей с разуплотнением системе обработки – 1,21 г/см³, на 4 % этот показатель выше на традиционной системе обработки и на 5,6 % – на минимальной мульчирующей. Пористость почвы составила на минимальной мульчирующей с разуплотнением системе обработки 56,8 %, на других обработках данный показатель был ниже. Почва обладает оптимальной пористостью на всех обработках, что благоприятно влияет на рост и развитие сельскохозяйственных культур. Водопрочность агрегатов за последние три года сформировалась на минимальной мульчирующей с разуплотнением обработке почвы – 74,9 %. В среднем за три года исследований выявлено, что на 30-й день учета интенсивность разложения полотна на минимальной мульчирующей с разуплотнением выше, чем на других изучаемых обработках – на 3,2–7,3 %. На 75-й день эта тенденция сохранилась. Урожайность сельскохозяйственных культур в севообороте определяется погодными условиями, существенно не зависит от системы обработки почвы и изменяется в пределах ошибки опыта.*

Ключевые слова: *система обработки почвы, плодородие, мониторинг, физические, химические и биологические свойства почвы, целлюлозоразлагающая способность, урожайность.*

Введение

Наиболее действенным и самым доступным средством повышения культуры земледелия является правильная система обработки почвы. За последнее десятилетие в сельскохозяйственном производстве ведущих стран мира произошли принципиальные изменения технологий возделывания основных сельскохозяйственных культур [1]. Сущность их заключается в замене отвальной вспашки на минимальную обработку без оборота пласта в сочетании с мульчированием почвы пожнивными остатками.

Различные системы обработки почвы оказывают неоднозначное воздействие

на верхний, наиболее биологически активный слой, существенно влияют на ход почвенных физических, химических и биологических процессов и поэтому во многом определяют состояние и плодородие почвы [2]. Способы обработки почвы зависят от многих факторов, но всегда направлены на повышение продуктивности возделываемых сельскохозяйственных культур. Обработку почвы надо рассматривать как элемент ресурсосбережения и защиты почвы от разрушающего антропогенного влияния, повышения урожайности и плодородия почвы [3, 4].

Значительная роль в повышении плодородия почв принадлежит биологическим процессам, активность которых определяется условиями, создаваемыми обработкой почвы. При уменьшении интенсивности и глубины рыхления почв, применении мелкой или поверхностной обработки снижается активность почвенной микрофлоры и замедляются процессы разложения гумусовых веществ, которые находятся в тесной взаимосвязи. Поэтому при разработке мероприятий по регулированию агрофизических свойств почвы важно обращать внимание не только на способы ее обработки, но и на создание таких условий, при которых процесс гумусообразования будет превалировать над минерализацией гумуса. Этому способствует минимализация обработки почвы и применение мульчирующих систем обработок [5].

Нынешняя необоснованная огромная распаханность кубанских черноземов нерациональна ни с экологической, ни с экономической точек зрения. При этом нарушается водный и термический режим территории, увеличивается действие эрозии, снижается продуктивность земель и устойчивость земледелия [6].

В связи с этим проблема изучения изменений почвенного плодородия и продуктивности сельскохозяйственных культур при воздействии различных систем основной обработки почвы в севообороте является актуальной.

Цель исследований – изучить влияние систем основных обработок почвы на изменение показателей почвенного плодородия и дать им агроэкологическую оценку.

Для достижения этой цели необходимо решение следующих задач:

1. Изучить влияние систем основной обработки почвы на агрофизические, агрохимические и биологические показатели плодородия;
2. Определить влияние систем основной обработки почвы на продуктивность и качество основной продукции культур севооборота;
3. Прогнозировать на основе полученных данных позитивные и негативные последствия систем основных обработок почвы.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили в агротехнологическом отделе ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко», расположенном в центральной зоне Краснодарского края в 2015–2017 гг.

С 2008 г. на третьем поле стационара шестипольного зернопропашного севооборота проводят ежегодные наблюдения за изменениями показателей почвенного плодородия в зависимости от применяемых систем обработки.

Севооборот включает чередование следующих культур: 1) озимая пшеница; 2) кукуруза на зерно; 3) озимая пшеница; 4) соя; 5) озимая пшеница; 6) подсолнечник.

Схема опыта представлена тремя системами обработки почвы (под пропашные):

- традиционная система обработки, предусматривающая вспашку в качестве основного способа обработки почвы на глубину 22–25 см;
- система мульчирующей минимальной обработки почвы с разуплотнением, предусматривающая разуплотнение почвы чизелем на глубину 30–32 см;
- система мульчирующей минимальной обработки, которая исключает

глубокие обработки почвы.

Под посев озимой пшеницы проведено дисковое лущение на 6–8 см.

Опыт занимает площадь – 10,2 га, площадь одного поля – 1,3 га, элементарного участка (по способу обработки почвы) – 0,43 га.

Системы питания и защиты растений в опыте общепринятые для центральной зоны Краснодарского края.

Почвы представлены черноземом выщелоченным малогумусным сверхмощным, характеризуются большой мощностью гумусового горизонта при относительно невысоком содержании гумуса даже в верхнем слое. К особенностям условий почвообразования этих черноземов можно отнести малое промерзание почв зимой, длительное активное функционирование почвенной микрофлоры и фауны, наличие благоприятных водно-физических свойств почвообразующих пород.

Содержание физической глины в черноземе выщелоченном варьирует от 62–72 до 80 %, илистых частиц – 39–42 %, что ухудшает их физические свойства, придает им высокую связность и способность к заплыванию, уплотнению после выпадения осадков.

В 2015 г. осень была влажной и теплой: температура воздуха и количество выпавших осадков находилось в пределах среднегодовой нормы. Нарастание температуры воздуха и недобор осадков отмечены во второй половине ноября. Декабрь и январь были умеренно теплыми и влажными. С февраля происходило понижение температуры воздуха до $-9,8^{\circ}\text{C}$ в первой декаде и потепление во второй и третьей декадах. Апрель – холодный и дождливый, май характеризовался равномерным нарастанием температуры воздуха с обильным выпадением осадков в третьей декаде месяца. В июне при высокой температуре воздуха количество осадков превышало среднегодовую норму в 1,7 раза. Жарким и сухим был июль.

Отсутствие осадков в 2016 сельскохозяйственном году наблюдали в первой декаде октября, а во второй и третьей декадах выпало 82,9 мм осадков, средняя температура воздуха была на $0,8^{\circ}\text{C}$ ниже среднегодовой нормы. Теплым и сухим был декабрь. Холодной погодой и обильными осадками, особенно в первую декаду, когда температура воздуха опускалась до минус $6,9^{\circ}\text{C}$, характеризовался январь. Февраль – теплый и влажный, март и апрель – теплый и сухой. В мае температура воздуха была близка к среднегодовой, осадки – равномерно распределены в течение месяца и их выпало больше нормы на 14,1 мм. Июнь и июль жаркие и сухие: температура воздуха на $1,9^{\circ}\text{C}$ выше нормы, недобор осадков – 44,5 мм.

В первой декаде октября 2017 г. потеплело, дожди прекратились. Во второй и третьей декадах температура воздуха опустилась на 2,4 и $3,6^{\circ}\text{C}$ ниже среднегодовой нормы. Холодным и дождливым был ноябрь. Декабрь и январь – умеренно холодные, с недобором осадков. Характерной чертой февраля являлось понижение температуры воздуха во второй декаде и резкое потепление в третьей. Осадков выпало ниже нормы. Март был теплым и влажным. Апрель – прохладным и дождливым. В мае первая декада характеризовалась теплой погодой. Однако вторая и третья декады были холодными и дождливыми, выпало более двух норм осадков. Погода в июне была близкой к среднегодовой. Июль жаркий и влажный. Очень жарким и сухим был август: температура воздуха была на $4,3^{\circ}\text{C}$ превышала среднегодовую.

Погодные условия в годы исследований в целом сложились благоприятно для роста и развития сельскохозяйственных культур.

Учёты и наблюдения в наших исследованиях проводили согласно общепринятым методикам:

- отбор проб для определения плотности почвы производили патроном

объёмом 200 см³ в пятикратной повторности на глубину 0,6 м;

– агрегатный состав определяли методом сухого фракционирования образцов по методу Н. И. Савинова. Общую пористость и степень аэрации определяли расчётным путём [7];

– определение интенсивности распада льняной ткани проводили по методике Е. Н. Мишустина [8];

– содержание органического вещества в почве проводили по ГОСТ 26213-91 [9];

– водопрочность определяли по методике Андрианова–Качинского [10];

– уборку урожая проводили прямым комбайнированием комбайном «Сампо-500» в фазу полной спелости зерна с последующей очисткой и приведением зерна к стандартной влажности и 100 % чистоте.

Статистическую обработку результатов исследований проводили с помощью дисперсионного анализа по методу Б. А. Доспехова [11].

Разработка новых технологий возможна лишь на основе накопления и обобщения целенаправленного доброкачественного научно-экспериментального материала, полученного на основе реализации унифицированной программы, обеспечивающей системный интегрированный подход к исследованию основных блок-компонентов агроэкосистемы. Такой системой регулярных наблюдений состояния окружающей среды, в частности почвы в пространстве и во времени является мониторинг, проводимый в нашем стационаре. За основу нашей работы взяты данные, полученные в период с 2015 по 2017 гг.

Результаты и их обсуждение

Органическое вещество почвы является основой плодородия, служит своеобразным резервом необходимых растениям питательных веществ, оказывает большое влияние на структуру почвы, служит источником энергии многих полезных микроорганизмов. Основным источником органического вещества пахотных почв – пожнивных и корневых остатки возделываемых культур.

Наши исследования показали, что на содержание органического вещества влияет система основной обработки почвы и культура севооборота (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание органического вещества в 0-30 см слое почвы в зависимости от культур севооборота и систем основной обработки почвы, %

Система обработки почвы	Исходное содержание органического вещества, 2007 г.	Культура севооборота			Среднее по обработкам почвы
		озимая пшеница	кукуруза на зерно	озимая пшеница	
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	
Традиционная	3,57	3,55	3,68	3,30	3,53
Минимальная мульчирующая с разуплотнением		3,72	3,67	3,77	3,72
Минимальная мульчирующая		3,84	3,80	3,75	3,78

Наблюдения показали, что в 2015 г. на традиционной системе обработки почвы при использовании впоследствии отвальной вспашки на озимой пшенице содержание органического вещества составило 3,55 %, что на 4,8 % (относительная величина) и 8,2 % (относительная величина) ниже, чем на минимальной мульчирующей с разуплотнением и на минимальной мульчирующей.

В 2016 г. при размещении на мониторинговом поле кукурузы на зерно, количество органического вещества на традиционной и минимальной мульчирующей обработке с разуплотнением было одинаковым, в то время как на минимальной мульчирующей – на 0,13 % оно было выше.

В 2017 г. изменения в содержании органического вещества в зависимости от систем обработки почвы аналогичны изменениям в 2015 г.

Анализ данных по количеству органического вещества в среднем за три года в сравнении с 2008 г., показал, что его содержание на традиционной системе обработки осталось на прежнем уровне, но наблюдается тенденция его снижения. На минимальных мульчирующих системах произошло его накопление и содержание органического вещества увеличилось на 0,15–0,21 %, что существенно для повышения плодородия почвы. Следовательно, минимальные мульчирующие обработки обеспечивают более благоприятное соотношение процессов минерализации и гумификации органического вещества в почве, чем вспашка.

Возделываемые культуры для хорошего роста и развития требуют определенной структуры почвы, которая иногда очень близка к природной. Большинство зерновых и других культур не требуют рыхления на глубину пахотного слоя, а лишь поверхностного, для заделки удобрений и посева.

Исследования по изучению влияния основных систем обработки на изменения физического состояния почвы показали, что к началу второй ротации севооборота произошли изменения в структурно-агрегатном составе (рисунок 1).

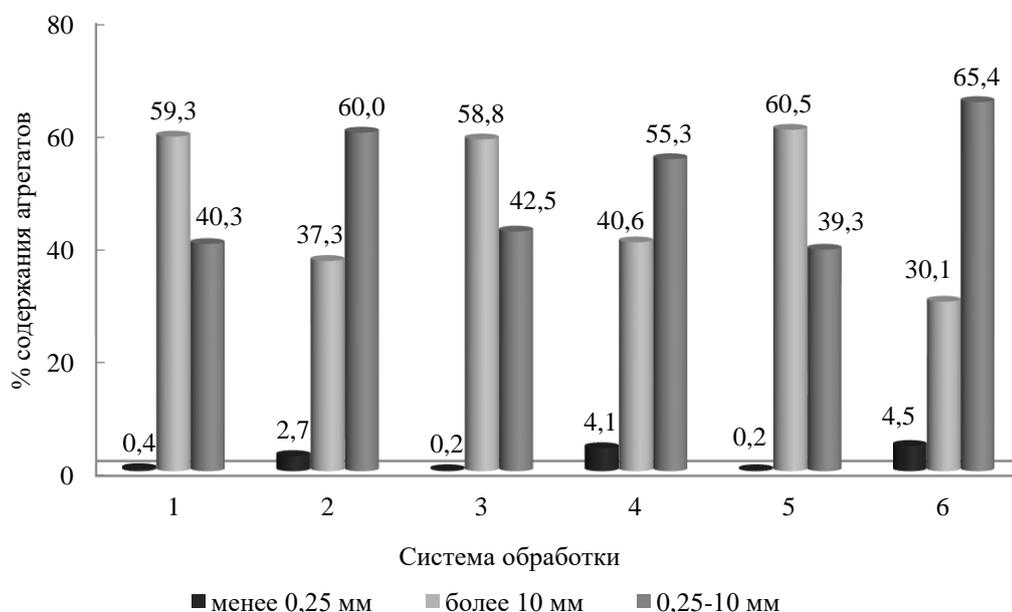


Рисунок 1 – Изменение структурно-агрегатного состава чернозема выщелоченного в 0–30 см слое в зависимости от систем основной обработки почвы

Примечание. 1. Традиционная система, начало первой ротации севооборота (2008 г.); 2. Традиционная система, вторая ротация севооборота (2016 г.); 3. Минимальная мульчирующая с разуплотнением, начало первой ротации (2008 г.); 4. Минимальная мульчирующая с разуплотнением, вторая ротация (2016 г.); 5. Минимальная мульчирующая, начало первой ротации (2008 г.); 6. Минимальная мульчирующая, вторая ротация (2016 г.).

Проанализировав результаты структурно-агрегатного состава следует отметить, что на традиционной системе содержание глыбистых агрегатов снизилось до 37,3 %, а содержание агрономически ценных агрегатов (размерами 0,25–10 мм) увеличилось до 60,0 %, по сравнению с исходными данными, также произошло увеличение почвенных агрегатов (размерами менее 0,25 мм). Аналогичные изменения наблюдали и на мульчирующей минимальной с разуплотнением системе

обработки. На минимальной мульчирующей произошло снижение глыбистой фракции в два раза по сравнению с первоначальным, а количество агрономически ценных агрегатов увеличилось на 26,1 %.

Дана оценка структурного состояния почвы в зависимости от систем обработки. К 2016 г. коэффициент структурности увеличился независимо от системы основной обработки. Следует отметить, что на минимальной мульчирующей он увеличился в 2,9 раз, в то время как на традиционной – в 2,2 раза (таблица 2).

Таблица 2 – Коэффициент структурности чернозема выщелоченного в зависимости от систем основной обработки почвы ко второй ротации севооборота, 0–30 см

Система основной обработки почвы	Год	
	2008	2016
Традиционная (вспашка)	0,7	1,56
Минимальная мульчирующая с разуплотнением	0,7	1,28
Минимальная мульчирующая	0,7	2,00

Минимальные мульчирующие обработки следует отнести к системам, улучшающим структурообразование почвы.

Наблюдения за изменениями агрофизического состояния почвы показали его зависимость от изучаемых систем основной обработки (таблица 3).

Таблица 3 – Изменение агрофизических свойств почвы в слое 0–30 см, в зависимости от системы обработки (в среднем за 2015–2017 гг.)

Система обработки почвы	Плотность сложения, г/см ³	Пористость, %	Водопрочность, %
Традиционная	1,26	51,9	60,4
Минимальная мульчирующая с разуплотнением	1,21	56,8	74,9
Минимальная мульчирующая	1,28	50,5	65,8

Одним из показателей агрофизического состояния почвы является плотность, характеризующая взаимное расположение почвенных частиц и агрегатов.

В наших исследованиях наиболее благоприятные показатели плотности сложения имеет почва на минимальной мульчирующей с разуплотнением системе обработки – 1,21 г/см³, несколько выше она на традиционной системе обработки – 1,26 г/см³ и минимальной мульчирующей – 1,28 г/см³. Эти значения близки между собой и не оказывают отрицательного действия на возделываемые культуры в севообороте.

Формирование пористости проходит в результате действия различных факторов, в том числе образования и разрушения структуры, упаковке и переупаковке почвенных частиц, микро- и макроагрегатов, а также других факторов, которые зависят от системы обработки почвы.

Исследования показали, что пористость почвы в 0–30 см слое составила на традиционной системе обработки 51,9 %, на минимальной мульчирующей с разуплотнением – на 4,9 % больше, а на минимальной мульчирующей – на 1,4 % ниже. Следует отметить, что независимо от способа обработки, почва обладает оптимальной пористостью, что благоприятно влияет на рост и развитие сельскохозяйственных культур.

Водопрочность агрегатов – это способность почвы противостоять разрушающему действию воды. Почвы, не имеющие водопрочной структуры, быстро заплывают, становятся непроницаемыми для воды и воздуха, а при высыхании

растворяются на крупные глыбы.

Анализ полученных данных показал, что в среднем за последние три года наибольшее количество водопрочных агрегатов сформировалось на минимальной мульчирующей с разуплотнением обработке почвы – 74,9 %, что на 14,5 % больше, чем на традиционной обработке и на 9,1 % больше, чем на минимальной мульчирующей.

Успешное ведение мульчирующих систем обработки почвы требует высокой биологической активности почвы. Только тогда органические вещества, попадающие в почву, могут действительно использоваться.

Показателем общей биологической активности непосредственно в природе является деятельность целлюлозоразрушающих микроорганизмов, определяемая степенью распада и убыли сухой массы льняной ткани, выдержанной в почве определенный период времени.

Для изучения биологической активности почвы в наших исследованиях применяли метод льняных полотен (таблица 4).

Таблица 4 – Интенсивность распада льняного полотна в зависимости от систем основной обработки почвы, %

Система обработки почвы	Год учета						Среднее за 2015–2017 гг.	
	2015		2016		2017			
	день учета							
	30-й	75-й	30-й	75-й	30-й	75-й	30-й	75-й
Традиционная	7,5	55,9	8,3	36,4	12,1	67,6	9,3	53,3
Минимальная мульчирующая с разуплотнением	6,1	56,3	18,6	56,7	12,9	55,8	12,5	56,2
Минимальная мульчирующая	2,9	57,4	5,5	41,0	7,1	65,6	5,2	54,6
НСР ₀₅							2,7	3,3

Наблюдения за распадом льняных полотен в посевах озимой пшеницы в 2015 и 2017 гг. показали, что на 30-й день учета наиболее интенсивно этот процесс проходил на традиционной и минимальной мульчирующей с разуплотнением обработках почвы и значительно медленнее – на минимальной мульчирующей. Однако к концу вегетации озимой пшеницы интенсивность распада льняного полотна при различных системах обработки почвы выравнивалась и на 75-й день учета составила 55,8–67,6 % в зависимости от погодных условий.

В 2016 г. наблюдения за распадом льняных полотен на посевах кукурузы на зерно показали, что наиболее интенсивно он проходил на мульчирующей минимальной с разуплотнением системе обработки почвы: степень разложения на 75-й день учета составила 56,7 %, что на 20,3 % выше, чем на традиционной и на 15,7 % выше, чем на минимальной мульчирующей системе. В среднем за три года исследований выявлено, что на 30-й день учета интенсивность разложения полотна на минимальной мульчирующей с разуплотнением выше, чем на других изучаемых обработках на 3,2–7,3 %. При учете на 75-й день эта тенденция сохранилась, но различия в интенсивности распада полотна в зависимости от обработок почвы значительно меньше.

Одним из важных показателей эффективности того или иного приема агротехники является урожайность (таблица 5). В 2015 г. урожайность озимой пшеницы незначительно зависела от системы основной обработки почвы. Следует отметить, что на мульчирующей минимальной обработке урожайность на 0,2–0,3 т/га ниже, чем на традиционной и мульчирующей с разуплотнением.

Таблица 5 – Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от системы обработки почвы, т/га

Система обработки почвы	Возделываемые культуры		
	озимая пшеница	кукуруза на зерно	озимая пшеница
	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Традиционная	7,9	4,4	5,9
Минимальная мульчирующая с разуплотнением	8,0	4,2	6,6
Мульчирующая минимальная	7,7	4,0	6,3
НСР ₀₅	0,20	0,35	0,22

На традиционной системе обработки почвы урожайность составила 4,4 т/га, на мульчирующей с разуплотнением – на 0,2 т/га меньше, что незначительно, и на мульчирующей минимальной – на 0,4 т/га меньше.

Урожайность озимой пшеницы в 2017 г. зависела от системы основной обработки почвы: снижение урожайности озимой пшеницы на традиционной системе обработки почвы на 0,4–0,7 т/га по сравнению с другими изучаемыми обработками, обусловлено полеганием посевов на этой обработке.

Выводы

Минимальные мульчирующие системы обработки почвы обеспечивают более благоприятное состояние процессов минерализации и гумификации органического вещества в почве, относительно традиционной системы обработки почвы (вспашка).

Минимальные мульчирующие обработки почвы следует отнести к системам, улучшающим ее структурообразование.

Изучаемые системы обработки почвы не оказывают отрицательного действия на плотность сложения, которая варьирует в пределах 1,21–1,28 г/см³ и на пористость почвы, которая оптимальная для роста и развития культур севооборота. Водопрочность агрегатов выше на минимальной мульчирующей с разуплотнением обработки почвы на 9,1–14,5 % по сравнению с другими изучаемыми способами.

Биологическая активность микроорганизмов зависит от возделываемой культуры и прямого воздействия системы основной обработки почвы. На 30-й день она была наименьшей на минимальной мульчирующей системе обработки почвы. Но на 75-й день учета интенсивность распада льняного полотна составила 53,3; 56,2; 54,6 % соответственно в 2015, 2016, 2017 гг.

Урожайность озимой пшеницы незначительно зависит от обработки почвы, лишь особые условия (ветер, дождь в фазу созревания) способствовали полеганию и снижению урожайности на традиционной системе обработки. Разница урожайности других культур севооборота была в пределах ошибки опыта.

Литература

1. Кузыченко Ю. А., Кулинцев В. В., Кобозев А. К. Оптимизация систем основной обработки почвы в полевых севооборотах на различных типах почв Центрального и Восточного Предкавказья // Земледелие. 2017. № 4. С. 19–23.
2. Плещачёв Ю. Н., Кошечев И. А., Кандыбин С. С. Влияние способов основной обработки почвы на урожайность зерновых культур // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 1 (99). С. 23–27.
3. Глазунова Н. Н., Романенко Е. С., Шипуля А. Н., Дергунова Е. В. Способы обработки почвы и комплекс патогенных микромицетов в агроценозе озимой пшеницы // Земледелие. 2012. № 4. С. 31–33.
4. Петрова Л. Н. Ресурсосбережение в земледелии // Земледелие. 2008. № 4. С. 7–9.
5. Агроэкология. Учебник для вузов // Под ред. Черникова В. А., Чекереса А. И. М.: Колос, 2001. 536 с.
6. Цыганков В. И. Системы обработки почвы при возделывании озимой пшеницы в северной

зоне Краснодарского края // Научные основы совершенствования элементов технологии возделывания озимых зерновых колосовых культур на Кубани. Краснодар, 2007. С. 44.

7. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.

8. Методы почвенной микробиологии и биохимии: учебное пособие // Под ред. Звягинцева Д. Г. М.: изд-во МГУ, 1991. 304 с.

9. ГОСТ 26213-94. Почвы. Методы определения органического вещества. Государственный стандарт союза ССР. М.: изд-во стандартов, 1991. 8 с.

10. Качинский Н. А. Физика почвы. Часть 1. М.: Высшая школа, 1965. 257 с.

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

References

1. Kuzychenko Yu. A., Kulintsev V.V., Kobozev A. K. Optimization of basic tillage systems in field crop rotations on different soil types in Central and Eastern Ciscaucasia // Zemledele. 2017. No. 4. P. 19–23.

2. Pleskachev Yu. N., Koscheev I. A., Kandybin S. S. The influence of methods of basic soil cultivation on the yield of grain crops // Bulletin of Altai State Agricultural University. 2013. No. 1 (99). P. 23–27.

3. Glazunova N. N., Romanenko E. S., Shipulya A. N., Dergunova E. V. Ways of soil' treatment and complex of pathogenic micromycetes in agrocoenosis of winter wheat // Zemledele. 2012. No. 4. P. 31–33.

4. Petrova L. N. Resource saving in agriculture // Zemledele. 2008. No. 4. P. 7–9.

5. Agroecology. Textbook for high schools // Ed. by Chernikov V. A., Chekeres A. I. Moscow: Kolos, 2001. 536 p.

6. Tsygankov V. I. Soil cultivation systems for the cultivation of winter wheat in the northern zone of the Krasnodar Territory // Scientific bases of perfection of elements of technology of cultivation of winter grain cereal crops in Kuban. Krasnodar, 2007. P. 44.

7. Vadyunina A. F., Korchagina Z. A. Methods for studying the physical properties of soils. Moscow: Agropromizdat, 1986. 416 p.

8. Methods of soil microbiology and biochemistry: manual // Ed. by Zvyagintsev D. G. Moscow: Publishing house of Moscow State University (MSU), 1991. 304 p.

9. GOST 26213-94. Soils. Methods for determination of organic matter. State standard of the USSR. Moscow: Publishing house of standards, 1991. 8 p.

10. Kachinskiy N. A. Physics of soil. Part 1. Moscow: Vysshaya skola, 1965. 257 p.

11. Dospekhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results) Moscow: Agropromizdat, 1985. 352 p.

UDC: 631.5:631.42

Mnatsakanyan A. A., Chuvarleeva G. V., Vasyukov P. P., Bykov O. B.

SOIL CULTIVATION SYSTEM AS A FACTOR OF IMPROVEMENT OF SOIL FERTILITY ON CHERNOZEMS LEACHED IN KRASNODAR REGION

Summary. The unreasonable plowing of the Kuban chernozems is not rational either from an ecological or economic point of view. The aim of the research was to study the influence of the basic tillage systems on the changes in soil fertility indicators and to assess them in the agroecological context. Our studies were conducted over the period from 2015 to 2017. Various changes in the physical-and-chemical and biological indicators of the soil that determine its condition and fertility, as well as productivity of the crops in the rotation were revealed in the stationary experiment using traditional (plowing) and minimal mulching tillage practices. Tillage method, affecting the top layer that is the most biologically active, significantly influences the physical, chemical and biological processes in the soil. Agroecological monitoring observations in the stationary experiment showed that the regular turnover of the soil layer during plowing increased the mineralization of humus, which in turn contributed to a significant decrease in the organic matter content in the soil. The content of organic matter in the soil was constantly increasing from 3.57 % (2008) to 3.72 % (2015) and 3.78 % (2017) when using the system of minimum mulching. Studies have shown that favorable indicators of the density of the soil were identified on the minimum mulching tillage system with decompaction –

1.21 g/cm³. This figure was 4 % higher on the traditional tillage system and 5.6 % on the minimum mulching. The porosity of the soil was 56.8 % applying the minimal mulching system with decompaction, on other tillage practices this indicator was lower. Despite this, the soil had an optimal porosity level applying all tillage practices, which had a positive effect on the growth and development of crops. The water stability of the soil aggregates for the last three years was formed at a rate of 74.9 % on the field plots where the minimal mulching system with decompaction was applied. On average, over three years of research, it was found that on the 30th day of recording, the intensity of the decomposition of the linen fabric on a minimum mulching system with decompaction was higher than in other studied variants of tillage by 3.2–7.3 %. This trend continued on the 75th day, too. And very important in this case was that the crop yield in the rotation was not significantly dependent on the tillage method and varied within the experimental error.

Keywords: soil cultivation system, fertility, monitoring, physical, chemical and biological properties of soil, cellulose-decomposing ability, productivity.

Мнатсаканян Арсен Аркадьевич, младший научный сотрудник агротехнологического отдела, ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко»; 350012, Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, Центральная Усадьба КНИИСХ; e-mail: newagrotech2015@mail.ru.

Чуварлеева Галина Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель руководителя агротехнологического отдела, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко»; 350012, Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, Центральная Усадьба КНИИСХ; e-mail: newagrotech2015@mail.ru.

Васюков Павел Петрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, руководитель технологического центра, руководитель агротехнологического отдела, ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко»; 350012, Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, Центральная Усадьба КНИИСХ; e-mail: newagrotech2015@mail.ru.

Быков Олег Борисович, научный сотрудник агротехнологического отдела, ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко»; 350012, Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, Центральная Усадьба КНИИСХ; e-mail: newagrotech2015@mail.ru.

Mnatsakanyan Arsen Arkadievich, junior researcher of the agrotechnological Department, FSBSI “National center of grain named after P. P. Lukyanenko”; Central Homestead of Krasnodar Research Institute of Agriculture (KNIISKh), Krasnodar, Krasnodar region, 350012, Russia; e-mail: newagrotech2015@mail.ru.

Chubarleeva Galina Vladimirovna, Cand. Sc. (Agr.), deputy head of agrotechnology Department, leading researcher, FSBSI “National center of grain named after P. P. Lukyanenko”; Central Homestead of Krasnodar Research Institute of Agriculture (KNIISKh), Krasnodar, Krasnodar region, 350012, Russia; e-mail: newagrotech2015@mail.ru.

Vasyukov Pavel Petrovich, Dr. Sc. (Agr.), Professor, Head of the Technology Centre, head of the agrotechnological Department, FSBSI “National center of grain named after P. P. Lukyanenko”; Central Homestead of Krasnodar Research Institute of Agriculture (KNIISKh), Krasnodar, Krasnodar region, 350012, Russia; e-mail: newagrotech2015@mail.ru.

Bykov Oleg Borisovich, researcher of the agrotechnological Department FSBSI “National center of grain named after P. P. Lukyanenko”; Central Homestead of Krasnodar Research Institute of Agriculture (KNIISKh), Krasnodar, Krasnodar region, 350012, Russia; e-mail: newagrotech2015@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 15.08.2018.

Дата принятия к печати – 10.10.2018.

УДК 582.998.16:635.92

Пидгайная Е. С., Репецкая А. И., Маркина Л. А., Решетникова Л. Ф.

**МЕТОДИКА СОРТООЦЕНКИ ХРИЗАНТЕМЫ САДОВОЙ
С УЧЕТОМ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»

Реферат. Сравнительная сортооценка и отбор перспективных сортов для декоративного цветоводства является завершающим этапом при изучении коллекционных фондов цветочно-декоративных культур. При комплексной оценке сортикета ведущая роль принадлежит выявлению признаков максимальной декоративности растений, оценка их адаптационного потенциала, а также выявление направлений использования новых сортов. Цель исследований – создание метода комплексной сортооценки мелкоцветковых сортов хризантемы садовой с учетом направлений использования. Предлагаемая методика апробирована в Предгорной зоне Крыма на основе коллекции хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) Ботанического сада имени Н. В. Багрова Таврической академии КФУ имени В. И. Вернадского. Предложен оригинальный двухэтапный метод комплексной сортооценки мелкоцветковых сортов хризантемы садовой. На первом этапе оценивали декоративные и хозяйственно-биологические признаки. Стандартный набор признаков дополнен такими характеристиками, как аромат, продолжительность массового цветения и засухоустойчивость. На наш взгляд, последний признак имеет особое значение в аридных условиях региона. Значимость признака усиливалась «переводным коэффициентом». По итогам первого этапа 100-балльной комплексной оценки, сорта, которые набрали 80 баллов и выше, отнесены к высокоперспективным, от 60 до 80 баллов – к перспективным, а менее 60 – к неперспективным. Преимуществом двухэтапного метода комплексной сортооценки мелкоцветковых сортов хризантемы садовой является выделение на основе объективного количественного оценивания приоритетного направления использования сорта. Результаты позволяют не только сформировать перспективный для региона сортикет, но и облегчают производственные задачи декоративного цветоводства и озеленения населенных мест.

Ключевые слова: хризантема садовая *Chrysanthemum morifolium* Ramat., сортооценка, направление использования, декоративность.

Введение

Создание и изучение коллекционных фондов цветочно-декоративных культур является предпосылкой перехода к следующему этапу интродукционной работы – сравнительной комплексной сортооценке и отбору перспективных сортов для декоративного цветоводства.

При комплексной оценке сортикета ведущая роль принадлежит выявлению признаков максимальной декоративности растений, которая часто является следствием субъективного впечатления [1]. Ни качественные критерии – «окраска», «изящество формы», «аромат» цветков и соцветий, ни количественные признаки – «число цветков в соцветии», «диаметр соцветия», «длина цветоноса» не могут быть исключительно определяющими при выборе перспективных сортов. В связи с этим применяют критерии, выявляющие декоративные достоинства и указывающие на адаптивный потенциал растений [2]. Для этого прибегают к помощи различного рода оценочным шкалам [3–6], в которых проявление отдельных признаков выражено в баллах или степенях [7].

Хризантема – одна из наиболее популярных и распространенных культур, как для частного садоводства, так и для широкого применения в цветочном оформлении.

Работы по интродукции и селекции хризантем давно ведут в отечественных учреждениях: Никитском ботаническом саду – НБС ННЦ (г. Ялта) [8–10], Южно-Уральском Ботаническом саду (г. Уфа) [11], Ботаническом Саду-Институте ДВО РАН (г. Владивосток) [12], Центральном Сибирском Ботаническом саду СО РАН (г. Новосибирск) [13], Главном ботаническом саду имени Н. В. Цицина (г. Москва) [14], Белгородском государственном университете (г. Белгород) [15, 16]. В ближайшем зарубежье наиболее активно сорта хризантем изучали в Донецком ботаническом саду [17], Ботаническом саду НАН Беларуси (г. Минск) [18], НБС НАН Украины (г. Киев) [19], Ботаническом саду АН Республики Молдова (г. Кишенев) [20].

Цель исследований – создание метода комплексной сортооценки мелкоцветковых сортов хризантемы садовой с учетом направлений использования.

Материалы и методы исследований

Сортооценка, предложенная В. Н. Быловым [3, 4] для семейства Asteraceae, базируется на декоративных качествах. Согласно «Методике государственного сортоиспытания» [6] учитывается и хозяйственно-биологическая ценность. В обеих методиках принадлежность хризантем к различным садовым группам не принимается во внимание. Мы также не учитывали этот фактор, поскольку считаем, что более важным при сортооценке хризантем является хозяйственное использование сортов.

Оценивание происходит в два этапа: первый – выявление наиболее декоративных и устойчивых сортов, второй – определение перспективного направления использования каждого из них.

Предлагаемая методика апробирована в Предгорной зоне Крыма на основе коллекции хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) Ботанического сада имени Н. В. Багрова Таврической академии КФУ имени В. И. Вернадского.

Результаты и их обсуждение

Первый этап. Выявление перспективных сортов хризантемы садовой для использования в регионе. На первом этапе использовали стандартные декоративные и хозяйственно-биологические признаки [3, 4, 6] с нашим дополнением (таблица 1). Не все признаки равноценны и оцениваются разным количеством баллов с учетом «переводного коэффициента значимости».

При оценке декоративности в первую очередь учитывают общий вид куста. Хризантемы выгодно отличаются от многих других многолетников тем, что они декоративны не только во время цветения, но и в течение остального вегетационного периода – с весны до поздней осени. Максимальную оценку в пять баллов получают сорта с компактной формой и расположением соцветий на поверхности. Раскидистые растения с соцветиями, расположенными внутри куста, – один балл. Учитывая весомость признака, коэффициент значимости составляет 3.

Сорта, листья которых обладают высоким декоративным эффектом за счет размера, формы, насыщенного цвета, наличия воскового блеска оценены в пять баллов. Максимальную оценку получили также сорта, обладающие несколькими вариантами листа на особи.

Декоративность соцветия (корзинки) определяли по совокупности признаков: яркость, чистота и интенсивность окраски, аттрактивность бутона, оригинальность формы и гармоничная колористика у многоцветных сортов. Окраске соцветия уделяется большое внимание. По этому признаку наиболее высоко оцениваются сорта с чистой, яркой или очень нежной и оригинальной окраской, устойчивой к выгоранию. По форме предпочтение отдается сортам с красивыми строгими корзинками независимо от того, к какому типу они относятся – простому,

полумахровому, махровому или анемоновидному. Признак оценивается от пяти до 15 баллов с учетом переводного коэффициента – 3.

Во многих шкалах при оценке декоративности игнорирован запах. Мы считаем целесообразным рассматривать этот признак, учитывая особый неповторимый аромат предзимья, свойственный хризантемам. У большинства он выражен довольно хорошо, лишь у некоторых сортов запах неприятный. Переводной коэффициент равен единице, максимальный балл – пять.

Однородность особей – важная характеристика стабильности сорта. Определяется в период массового цветения по габитусу, срокам цветения, размерам и форме цветка на всех растениях выборки. Максимально однородные по перечисленным признакам сорта оценивают в пять баллов.

Не менее важен такой показатель как «обилие цветения», под которым мы понимаем число одновременно раскрытых соцветий. Зачастую обильноцветущие сорта с более мелкими соцветиями выглядят значительно декоративнее, чем сорта с крупными соцветиями, но разреженным цветением. Максимальная оценка – пять баллов.

Таблица 1 – Шкала оценки декоративных и хозяйственно-биологических признаков мелкоцветковых сортов хризантемы садовой (в баллах)

Признак	Максимальная оценка признака		
	по пятибалльной шкале	переводной коэффициент значимости	по 100-балльной шкале
Декоративные признаки			
Декоративность куста	1–5	3	15
Декоративность листьев	1–5	1	5
Декоративность соцветия (корзинки)	1–5	3	15
Аромат*	1–5	1	5
Однородность сорта	1–5	1	5
Обилие цветения	1–5	1	5
Хозяйственно ценные признаки			
Продуктивность цветения	1–5	2	10
Продолжительность массового цветения*	1–5	1	5
Засухоустойчивость*	1–5	1	5
Зимостойкость	1–5	2	10
Устойчивость к болезням и вредителям	1–5	1	5
Устойчивость к неблагоприятным метеоусловиям	1–5	2	10
Интенсивность вегетативного размножения	1–5	1	5
Общая оценка сорта			100

Примечание. * дополненные нами признаки.

Максимальная оценка декоративности сортов хризантем составляет 50 баллов, ровно столько же может набрать сорт по хозяйственно ценным признакам.

При оценке продуктивности цветения учитывали его ремонтантность. Для большинства сортов хризантем свойственно однократное цветение за сезон. Повторно могут зацвести некоторые ранние сорта, что продлевает их декоративность. Максимальная оценка – пять баллов.

В декоративном цветоводстве важную роль играет длительность периода массового цветения культуры. Его определяют от распускания бутонов до полной потери декоративности. В связи с этим считаем целесообразным включение данной

биологической характеристики при отборе перспективных сортов для производственного использования.

Необходимо отметить, что хризантемы в целом характеризуются продолжительным, асинхронным цветением. Разновременность зацветания ранних и поздних сортов обеспечивает длительный декоративный эффект, повышая привлекательность культуры в озеленении.

Лето на юге России, в том числе и в Крыму, весьма засушливо. В Предгорной зоне осадки могут отсутствовать месяц и более, с повышением температуры и падением относительной влажности воздуха ниже 33 % от пяти до десяти дней [21]. Культивирование цветочных многолетников невозможно без полива. Существенным представляется устойчивость сортов хризантем к атмосферной засухе. Она вызывает два типа повреждений: «запал», который обнаруживается через некоторое время в виде некротических пятен на листьях и «захват» – листья просто высыхают, лишь слегка изменяя свою зеленую окраску [22]. Последний характерен для хризантем. Засухоустойчивость сорта является существенным свойством, зачастую определяющим возможность использования в аридных регионах. Поэтому данная характеристика включена нами в сортооценку на первом этапе. При повреждении менее 20 % листьев сорт получает пять баллов, свыше 80 % – один балл.

Одним из наиболее важных качеств для включения культур и сортов в перспективный ассортимент является способность растений переживать зимний период с минимальными повреждениями или без них. Если исходить из усредненных показателей, то Предгорный Крым находится в весьма благоприятных условиях – средняя температура самого холодного месяца (января) составляет +0,2 °С, средний абсолютный минимум равен –10,3 °С [21]. Однако дополнительный комплекс факторов значительно ужесточает условия перезимовки растений. Во-первых, отсутствует устойчивый снежный покров, который характерен лишь для 20 % зим. Среднее значение дней со снегом составляет 41–43 [22]. В сочетании с частыми холодными северо-восточными ветрами отсутствие снежной защиты повышает угрозу вымерзания травянистых многолетников, зимующие почки которых располагаются вблизи поверхности почвы, а у многих сортов побеги будущего года начинают отрастать с осени. Во-вторых, в феврале-марте в предгорной зоне полуострова отмечается чередование оттепелей и заморозков. Резкие потепления на фоне длинного светового дня провоцируют начало сокодвижения и отрастания у растений. Последующие низкие температуры вызывают повреждение молодых побегов, что сказывается на дальнейшем развитии, снижает декоративность и устойчивость к патогенам.

Наличие вышеназванных особенностей становится препятствием для нормального прохождения цикла развития многих видов, потенциально перспективных для интродукции. В связи с этим чрезвычайно важным представляется оценка зимостойкости для сортов хризантем. Если гибель маточников составляет от 0 до 10 %, то признак оценен в пять баллов, 10–30 % – четыре балла, 30–50 % – три балла, 50–70 % – два балла, свыше 70 % – один балл. С учетом переводного коэффициента 2, максимально сорт может получить десять баллов за зимостойкость.

Основные заболевания изучаемой культуры провоцируются, с одной стороны, продолжительной прохладной погодой с частыми дождями – серая гниль и мучнистая роса, с другой стороны, действием жары и суховея – фузариоз, септориоз, альтернариоз. Из вредителей хризантемы поражаются слизнями и тлей [23]. Соблюдение агротехнических приемов позволяет уменьшить повреждения. Выявление наиболее устойчивых к болезням и вредителям сортов является важной хозяйственной задачей. Максимальная оценка составляет пять баллов.

Снизить декоративность хризантем в период массового цветения могут неблагоприятные метеоусловия: ветер ломает стебли, дождь вызывает намокание корзинок, под тяжестью которых полегают растения. Устойчивые к названным факторам сорта оцениваются в пять баллов, при повреждении до 20 % – в четыре балла, до 40 % – три балла, до 60 % – два балла, свыше 80 % – один балл.

Интенсивность вегетативного размножения находится в прямой зависимости от скорости отрастания, что имеет значение не только в производственных целях, но и отражает потенциал растений после повреждения заморозками. Максимальная оценка признака составляет пять баллов.

По итогам 100-балльной комплексной оценки сорта, которые набрали 80 баллов и выше, отнесены к высокоперспективным, от 60 до 80 баллов – к перспективным, а менее 60 – к неперспективным.

Второй этап. Выявление перспективного направления использования мелкоцветковых сортов хризантемы садовой. Высокая декоративность сорта на фоне соответствующих условиям местности эколого-биологических качеств является основополагающим для его внедрения в зеленое строительство региона. Однако встает вопрос о направлении использования сорта. Для хризантем выделяют три варианта: срезочные, контейнерные и садовые. На втором этапе предлагается оценить отобранные перспективные и высокоперспективные сорта по шкале, в которой учтены основные требования, предъявляемые к растениям определенного направления использования (таблица 2).

Таблица 2 – Шкала оценки мелкоцветковых сортов хризантемы садовой по направлениям использования (в баллах)

Признак	Максимальная оценка признака		
	по пятибалльной шкале	переводной коэффициент значимости	по 50-ти балльной шкале
Срезочные хризантемы			
Доля цветоносов экстра- и первого товарного сорта	1–5	4	20
Прочность цветоноса	1–5	3	15
Размер сложного соцветия	1–5	2	10
Характер группировки корзинок на цветоносе	1–5	1	5
Общая оценка сорта			50
Контейнерные хризантемы			
Компактность и плотность куста	1–5	4	20
Способность к ветвлению	1–5	3	15
Плотность облиствления побега	1–5	2	10
Продолжительность общей декоративности	1–5	1	5
Общая оценка сорта			50
Садовые хризантемы			
Прочность побегов	1–5	4	20
Продолжительность общей декоративности	1–5	3	15
Устойчивость к осенним заморозкам	1–5	2	10
Интенсивность ранневесеннего отрастания	1–5	1	5
Общая оценка сорта			50

Сорт оценивают по комплексу признаков, значимому для каждой группы. Более высокая сумма баллов служит показателем наилучшего применения сорта.

Важнейший признак для срезочных хризантем – доля цветоносов экстра- и первого товарного сорта [24], а также прочность цветоноса. Переводной коэффициент составляет 4 и 3, а максимальный балл – 20 и 15 соответственно. Также для этой

группы имеет значение размер сложного соцветия и характер группировки корзинок на цветоносе. Выше ценят сорта с крупными соцветиями в верхней части побега, расположенными в одной плоскости.

Поскольку на втором этапе в оценку включены только устойчивые к экологическим условиям региона сорта, то отобранные для использования в качестве срезочных, можно рекомендовать к выращиванию вне культивационных помещений. Если речь идет о закрытом грунте, то такие характеристики растений, как засухоустойчивость, зимостойкость значения не имеют и могут быть исключены из сортооценки первого этапа.

Для использования культуры как контейнерной, важную роль играют такие биологические характеристики: компактность и плотность куста, высокая способность к ветвлению, плотность облиствления побега и продолжительность общей декоративности. Под последней подразумеваем привлекательность сорта на протяжении всего сезона. Данный признак оценивается и у садовых хризантем. Необходимо учитывать, что он весьма лабилен, зависит как от погодных условий, так и от агротехники выращивания (в контейнерах или цветниках). Продолжительная общая декоративность важнее для садовых хризантем, используемых в цветочном оформлении открытого грунта, чем при контейнерном применении. В последнем случае замена потерявших декоративность особей много проще и технологичней. В этой связи коэффициент значимости признака для садовых хризантем составляет 3, а для контейнерных – 1.

У садовых хризантем особо ценится устойчивость к осенним заморозкам, что продлевает аттрактивность культуры, и прочность побегов, что позволяет сохранить форму куста без подвязывания. При интенсивном раннем отрастании хризантемы могут служить фоном для весенне-цветущих растений, кроме того, появляется возможность неоднократного съема черенков с одного маточного куста. Интенсивность ранневесеннего отрастания оценивают по количеству молодых побегов и их устойчивости к возвратным холодам. Этот признак не следует путать с хозяйственно-биологической характеристикой – интенсивность вегетативного размножения, которая определяется скоростью отрастания. Не исключен вариант, при котором сорт набирает примерно одинаковое количество баллов в двух группах и может представлять интерес по нескольким направлениям использования. Например, вполне предсказуемо сочетание биологических характеристик, обеспечивающих перспективность сорта для массового озеленения и выращивания для получения срезочной цветочной продукции.

На примере трех сортов коллекции Ботанического сада имени Н. В. Багрова (фото 1–3) продемонстрирован алгоритм двухэтапной сортооценки хризантемы мелкоцветковой по предложенной методике (таблицы 3, 4). Использование общепринятых методов сортооценки на первом этапе позволяет выявить перспективный для региона сортимент. Так, все три сорта (Гурзуфский парк, Ламарк и Адмирал Алферьев) получили примерно одинаковое количество баллов (98, 99 и 100 соответственно), что позволяет отнести их к высокоперспективным для предгорной зоны Крыма. Однако, как показывает второй этап оценивания, они пригодны для совершенно разных групп использования. Сорт Гурзуфский парк обладает высокой долей прочных цветоносов экстра- и первого товарного сорта, с крупными сложными соцветиями, но не компактным кустом со слабо облиствленными побегами, непродолжительной общей декоративностью и относительно невысокой устойчивостью к осенним заморозкам. Будучи перспективным, как срезочная культура (возможно его выращивание в открытом грунте), он уступает другим сортам с точки зрения применения в цветочном оформлении населенных мест и контейнерном озеленении.



Рисунок 1 – *Chrysanthemum morifolium*, сорт Гурзуфский парк



Рисунок 2 – *Chrysanthemum morifolium*, сорт Ламарк



Рисунок 3 – *Chrysanthemum morifolium*, сорт Генерал Алферьев

В противоположность ему сорт Ламарк набрал на втором этапе 46 баллов по признакам, которые имеют значение для контейнерного использования, а сорт Адмирал Алферьев (46 баллов) наиболее перспективен как садовая хризантема.

Таблица 3 – Пример комплексной оценки декоративных и хозяйственно ценных признаков трех мелкоцветковых сортов хризантемы садовой (первый этап)

Признак	Оценка признака, балл		
	сорт Гурзуфский парк	сорт Ламарк	сорт Адмирал Алферьев
Декоративные признаки			
Декоративность куста	15	15	15
Декоративность листьев	4	5	5
Декоративность соцветия (корзинки)	15	15	15
Аромат	4	5	5
Однородность сорта	5	5	5
Обилие цветения	5	5	5
Хозяйственно-биологические признаки			
Продуктивность цветения	10	10	10
Продолжительность цветения	5	4	5
Засухоустойчивость	5	5	5
Зимостойкость	10	10	10
Устойчивость к болезням и вредителям	5	5	5
Устойчивость к неблагоприятным метеоусловиям	10	10	10
Интенсивность вегетативного размножения	5	5	5
Общая оценка сорта	98	99	100

Таблица 4 – Пример тестирования трех мелкоцветковых сортов хризантемы садовой для определения основного направления использования (второй этап)

Признак	Оценка признака, балл		
	сорт Гурзуфский парк	сорт Ламарк	сорт Адмирал Алферьев
Срезочные хризантемы			
Доля цветоносов экстра- и первого товарного сорта	20	12	8
Прочность цветоноса	12	12	15
Размер сложного соцветия	10	10	6
Характер группировки корзинок на цветоносе	3	3	2
Общая оценка сорта	45*	37	31
Контейнерные хризантемы			
Компактность и плотность куста	8	20	12
Способность к ветвлению	12	12	9
Плотность облиствления побега	6	10	6
Продолжительность общей декоративности	3	4	5
Общая оценка сорта	29	46*	32
Садовые хризантемы			
Прочность побегов	12	20	20
Продолжительность общей декоративности	9	12	12
Устойчивость к осенним заморозкам	6	4	10
Интенсивность ранневесеннего отрастания	3	3	4
Общая оценка сорта	30	39	46*

Примечание. * наиболее перспективное направление использования испытываемых сортов.

Выводы

Предложен оригинальный двухэтапный подход к комплексной сортооценке хризантемы садовой. Его преимущество – выделение на основе объективного количественного оценивания приоритетного направления использования сорта. Полученные результаты позволяют не только сформировать перспективный для региона сортимент, но и облегчают производственные задачи декоративного цветоводства и озеленения населенных мест.

Рекомендованный подход универсален, а набор признаков и переводные коэффициенты, учитывающие их значимость, могут быть откорректированы для той или иной почвенно-климатической зоны. Например, засухоустойчивость растений не имеет значения для гумидных регионов и может быть для них исключена из оценки.

Статья публикуется в рамках выполнения госзадания Министерства образования и науки РФ с госбюджетным финансированием № 6.7794.2017/БЧ по теме «Разработка системы рационального использования декоративных фитобиологических ресурсов на территории Крыма».

Литература

1. Тукач С. И. Модификационная 100-балльная шкала оценки представителей рода *Zinnia* L. при интродукции в Предгорном Крыму // Сборник научных трудов ГНБС. 2017. Т. 145. С. 101–109.
2. Интродукционные изучение и основы селекции декоративных растений / Отв. ред. Былов В. Н. М.: Наука, 1989. 190 с.
3. Былов В. Н. Основы сортоизучения и сортооценки декоративных растений при интродукции // Бюллетень Главного ботанического сада. 1971. Вып. 81. С. 69–77.
4. Былов В. Н. Основы сравнительной сортооценки декоративных растений // Интродукция и селекция цветочно-декоративных растений. М.: Наука, 1978. С. 7–32.
5. Куклина Е. А., Оладышкина Г. Л. Первичная интродукция и сортооценка хризантем в ЦСБС // Проблемы дендрологии, цветоводства, плодородства: материалы V международной конференции. Ялта: Никитский ботанический сад, 1997. С. 49–53.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: [Утв. 19/II 1954 г.]. Т. 7. Вып. 6 «Декоративные культуры». М.: издательство Министерства сельского хозяйства СССР, 1968. 224 с.
7. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Хризантема: отдельные виды. RTG 1019 RTG/26/2 от 19.11.2007 г. № 12-06/43 [Электронный ресурс]. Точка доступа: <http://gossort.com/22-metodiki-ispytaniy-na-oos.html> (дата обращения 20.06.2018 г.)
8. Бабкина В. М. Хризантемы на ЮБК // Цветоводство. 1974. № 4. С. 8–9.
9. Смыкова Н. В., Копань Ю. Г., Андриющенко З. П. Хризантемы Никитского ботанического сада. Симферополь, «Н. Орианда», 2013. С. 87.
10. Шолохова Т. А. Наследование количественных признаков у F гибридов хризантемы садовой // Бюллетень ГНБС. 2001. Вып. 82. С. 97–100.
11. Миронова Л. Н., Воронцова А. А., Шипаева Г. В. Итоги интродукции и селекции декоративных травянистых растений в Республике Башкортостан. М.: Наука, 2006. С. 47–48.
12. Недолужко А. И. Хризантемы для Приморья. Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2004. 51 с.
13. Сидорович В. А. Гибридные формы хризантем в ЦСБС // Декоративные растения для зеленого строительства. Новосибирск: Наука, 1986. С. 104–107.
14. Краснова Н. С. Краткие итоги интродукции индийских хризантем в условиях средней полосы СССР // Бюллетень ГБС. 1950. Вып. 5. С. 55–58.
15. Стецович А. С., Сорокопудова О. А. Адаптация видов и сортов хризантем (*Chrysanthemum* L.) при интродукции на юго-запад Черноземья // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2010. № 8. С. 24–28.
16. Карпионовна Р. А., Бочкова И. Ю., Васильева И. В. Культурная флора травянистых декоративных многолетников средней полосы России: атлас. М.: Фитон+, 2011. 432 с.
17. Пирко И. Ф. Некоторые аспекты репродукции хризантемы мелкоцветковой (*Chrysanthemum hortorum* Bailey) на юго-востоке Украины // Промышленная ботаника. 2007. Вып. 7. С. 164–168.
18. Цеханович С. В. Интродукция новых сортов хризантемы корейской (*Chrysanthemum coreanum* Nakaj) в ЦБС НАН Беларуси // Цветоводство: история, теория, практика: материалы VII международной научной конференции. Минск: Национальная Академия наук Беларуси, Центральный Ботанический сад, 2016. С. 231–233.
19. Горобец В. Ф. Селекция мелкоцветковых хризантем открытого грунта // Интродукция и акклиматизация растений. 1994. Вып. 19. С. 48–51.
20. Дворянинова К. Ф. Хризантемы (интродукция, биология и агротехника). Кишинев, «Штиинца», 1982. 167 с.
21. Агрокліматичний довідник по АР Крим (1986–2005 рр.): справочне видання / За ред. Прудко О. І., Адаменко Т. І. Симферополь: Таврида, 2011. 343 с.
22. Генкель П. А. Физиология растений. М.: Просвещение, 1975. С. 135.
23. Трейвас Л. Ю. Болезни и вредители декоративных садовых растений: Атлас-определитель / Вед. ред. Смирнова Т. В. М.: Фитон XXI, 2014. С. 108–112.
24. ГОСТ 18908.2-73 Цветы срезанные. Хризантемы. Технические условия. М.: изд-во стандартов, 1973. С. 10.

References

1. Tukach S. I. Modification 100-ball evaluation scale of species of *Zinnia* L. genus at introduction in the Foothill zone of the Crimea // Works of the State Nikita Botanical Garden. 2017. Vol. 145. P. 101–109.
2. Introduction study and basics of selection of ornamental plants // Executive editor Bylov V. N. Moscow: Nauka, 1989. 190 p.
3. Bylov V. N. Fundamentals of cultivar study and cultivar testing of ornamental plants during introduction. Bulletin of the Main Botanical Garden. 1971. Is. 81. P. 69–77.
4. Bylov V. N. Fundamentals of comparative cultivar testing of ornamental plants // Introduction and breeding of ornamental plants. Moscow: Nauka, 1978. P. 7–32.
5. Kuklina E. A. Oladyshkina G. L. Primary introduction and varietal evaluation of chrysanthemums in the CSBG // Proceedings of the V International Conference “Problems of dendrology, gardening, horticulture”. Yalta: Nikita Botanical Garden, 1997. P. 49–53.
6. Methodology of state strain testing of agricultural crops: [Approved 19 February, 1954]. Vol. 7. Is. 6: “Ornamental crops”. Moscow: Ministry of agriculture of the USSR, 1968. 224 p.
7. Methodology of testing for distinctiveness, uniformity and stability. Chrysanthemum: certain species. RTG 1019 RTG 26/2 dated 19.11.2007. № 12-06/43. [Electronic resource]. Access point: <http://gossort.com/22-metodiki-ispytaniy-na-oos.html> (reference’s date 20.06.2018).
8. Babkina V. M. Chrysanthemums on the southern coast of Crimea // Floriculture. 1974. No. 4. P. 8–9.
9. Smykova N. V., Kopan’ Yu. G., Andryushchenkova Z. P. Chrysanthemum of the Nikitsky Botanical Garden. Simferopol: “N. Orianda”, 2013. P. 87.
10. Sholokhova T. A. Inheritance of quantitative traits in F-hybrids of garden chrysanthemum // Bulletin SNBG. 2001. Is. 82. P. 97–100.
11. Mironova L. N., Vorontsova A. A., Shipaeva G. V. Results of introduction and selection of ornamental grassy plants in the Republic of Bashkortostan. Moscow: Nauka, 2006. P. 47–48.
12. Nedoluzhko A. I. Chrysanthemums for Primorye. Vladivostok: Botanical Garden Institute FEB FAS, 2004. 51 p.
13. Sidorovich V. A. Hybrid forms of chrysanthemums in CSBG // Ornamental plants for green building. Novosibirsk: Nauka, 1986. P. 104–107.
14. Krasnova N. S. Brief results of introduction of Indian chrysanthemums in the middle of the USSR // Bulletin SBG. 1950. Is. 5. P. 55–58.
15. Stetsovich A. S., Sorokopudova O. A. Adaptation of species and cultivars of chrysanthemum (*Chrysanthemum* L.) when introduced in the South-West of the Central Chernozem region // The Bulletin of KrasGAU. 2010. No. 8. P. 24–28.
16. Karpisonova P. A., Bochkova I. Yu., Vasil’eva I. V. Cultural flora of herbaceous ornamental perennials of Central Russia: atlas. Moscow: “Fiton+”, 2011. 432 p.
17. Pirko I. F. Some aspects of small-flowered chrysanthemum (*Chrysanthemum hortorum* Bailey) reproduction biology // Industrial botany. 2007. Is. 7. P. 164–168.
18. Tsekanovich S. V. Introduction of new varieties of Korean chrysanthemum (*Chrysanthemum coreanum* Nakaj) to the CBG of National Academy of Sciences of Belarus // Floriculture: history, theory, Proceedings of the VII International Scientific Conference. Minsk: The National Academy of Sciences of Belarus, Central Botanical Garden, 2016. P. 231–233.
19. Gorobets V. F. Breeding of small-flowered chrysanthemums of open ground // Introduction and acclimatization of plants. 1994. Is. 19. P. 48–51.
20. Dvoryaninova K. F. Chrysanthemums (introduction, biology and agricultural engineering). Kishinev: Shtiintsa, 1982. 167 p.
21. Agroclimatic handbook of the Crimea (1986–2005): reference edition / Ed. by Prytkov A. I., Adamenko T. I. Simferopol: “Taurida”, 2011. 343 p.
22. Genkel P. A. Plant physiology. Moscow: Prosvyashchenie, 1975. P. 135.
23. Treivas L. Yu. Diseases and pests of ornamental garden plants: reference book. Moscow: “Fiton XXI”, 2014. P. 108–112.
24. GOST 18908.2-73 Cut flowers. Chrysanthemums. Specifications. Moscow: Publishing and printing center Izdatelstvo standartov. 10 p.

UDC 582.998.16:635.92

Pidgaynaya E. S., Repetskaya A. I., Markina L. A., Reshetnikova L. F.

METHODS OF VARIETY TESTING FOR THE GENUS *CHRYSANTHEMUM* L. ACCORDING TO THE DIRECTION OF USE

Summary. Comparative variety testing and selection of promising varieties for ornamental floriculture is the final stage in the study of collection funds of floral and ornamental crops. The leading role in case of complex evaluation of the assortment belongs

*to the identification of signs of maximum ornamental quality, assessment of their adaptive potential, as well as the identification of directions for the use. The aim of this work is to create the methodology for the complex variety testing of small-flowered chrysanthemum taking into account their way of use. The proposed methodology was tested on the collection of garden chrysanthemums (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) from N. V. Bagrov Botanical Garden of Taurida Academy of V. I. Vernadsky Crimean Federal University. We offer an original two-stage approach of complex variety testing for small-flowered garden chrysanthemum. At the first stage, decorative and economic-and-biological signs were evaluated. The standard set of features was complemented by such characteristics as aroma, duration of mass flowering and drought tolerance. In our opinion, the drought tolerance characteristic is of particular importance in the arid conditions of the region. The significance of the trait was enhanced by the "conversion factor". According to the results of the first stage of 100-point comprehensive assessment, varieties that scored 80 points and higher were classified as highly promising, from 60 to 80 points - as promising, and less than 60 – as unpromising. The advantage of the two-stage approach of complex variety testing for small-flowered garden chrysanthemum is in allocation the priority direction of use of the variety on the basis of objective quantitative assessment. The findings allow not only to form a new perspective assortment for the region, but also facilitate the production tasks of ornamental floriculture and "greening" of residential areas.*

Keywords: garden chrysanthemums *Chrysanthemum morifolium* Ramat., variety testing, ways of use, ornamentality.

Пидгайна Елена Сергеевна, младший научный сотрудник научного отдела Ботанического сада имени Н. В. Багрова ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»; 295007, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, пр. Вернадского, 4; e-mail: pidgainaja@mail.ru.

Репецкая Анна Игоревна, кандидат биологических наук, доцент, директор Ботанического сада имени Н. В. Багрова, заведующая кафедрой садово-паркового хозяйства и ландшафтного проектирования Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»; 295007, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, пр. Вернадского, 4; e-mail: anna.repetskaya@gmail.com.

Маркина Любовь Александровна, селекционер; e-mail: mark76krym@gmail.com.

Решетникова Лариса Федоровна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник научного отдела Ботанического сада имени Н. В. Багрова, доцент кафедры садово-паркового хозяйства и ландшафтного проектирования Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»; 295007, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, пр. Вернадского, 4; e-mail: l.kirpicheva@mail.ru.

Pidgaynaya Elena Sergeevna, junior researcher of the N. V. Bagrov Botanical Garden V. I. Vernadsky Crimean Federal University; 4, Vernadsky Av., Simferopol, Republic of Crimea, 295007, Russia; e-mail: pidgainaja@mail.ru.

Repetskaya Anna Igorevna, Cand. Sc. (Biol.), associate professor, director of the N. V. Bagrov Botanical Garden, head of the Department of landscape architecture and design of Taurida Academy V. I. Vernadsky Crimean Federal University; 4, Vernadsky Av., Simferopol, Republic of Crimea, 295007, Russia; e-mail: anna.repetskaya@gmail.com.

Markina Lyubov Aleksandrovna, breeder; e-mail: mark76krym@gmail.com.

Reshetnikova Larisa Fedorovna, Cand. Sc. (Biol.), senior researcher of the N. V. Bagrov Botanical garden, associate professor at the Department of landscape architecture and design of Taurida Academy V. I. Vernadsky Crimean Federal University; 4, Vernadsky Av., Simferopol, Republic of Crimea, 295007, Russia; e-mail: l.kirpicheva@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 20.06.2018.

Дата принятия к печати – 20.07.2018.

DOI: 10.25637/TVAN.2018.03.11.

УДК 633.11«324»:631.95

Савиченко Д. Л., Цаценко Л. В., Нещадим Н. Н.

**ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ И
РЕАЛИЗОВАННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ГЛАВНОГО КОЛОСА
КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ,
ОБЛАДАЮЩИХ ПРИЗНАКОМ «МНОГОЦВЕТКОВОСТЬ»**

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

Реферат. Цель исследований – изучение потенциальной и реализованной продуктивности главного колоса коллекционных образцов озимой пшеницы, обладающих признаком «многоцветковость», и сортов краснодарской селекции. В работе рассмотрены коллекционные образцы с признаком «многоцветковость» колоса по показателю «реализация репродуктивного потенциала». Отмечено, что растения озимой мягкой пшеницы в ходе органогенеза способны закладывать до 11 зачатков цветков в колоске, а на момент фазы «цветение» их остается три-четыре. Опыты проводили в 2016–2017 гг. на поле учебного хозяйства «Кубань», находящегося в центральной зоне Краснодарского края. Формы с признаком «многоцветковость» колоса сравнивали с сортами пшеницы краснодарской селекции по нескольким параметрам: количество заложённых цветков в колосе и колоске на VI этапе органогенеза, количество зерновок на XII этапе органогенеза, масса зерна с колоса, количество продуктивных колосков в колосе, масса 1000 зерен. Установлено, что в первый год возделывания коллекционных образцов погодноклиматические условия оказали влияние на реализацию репродуктивного потенциала, процент которого оказался ниже, чем у сортов краснодарской селекции – 54 и 61 % соответственно. Во второй год реализация репродуктивного потенциала была выше – 68 % у коллекционных образцов и 62 % у местных сортов. Показано, что коллекционные образцы Lata и Fenotipo 1 обладают увеличенной потенциальной продуктивностью – 111,15 и 120,95 цветков в колосе соответственно, которая обусловлена повышенным количеством цветков, закладываемых в каждом колоске на VI этапе органогенеза. Несмотря на то, что средняя по годам исследования реализация репродуктивного потенциала варьирует в пределах 54–64 %, за счет увеличенного среднего количества зерновок с одного колоска, значение показателя «количество зерновок с колоса» у образцов Lata и Fenotipo 1 больше контроля на 12,4 и 24,3 соответственно. По данным за два года исследования коллекционные образцы по показателю «масса 1000 зерен» уступали контрольному сорту Васса, но по массе зерен с одного колоса заметно выделился образец Fenotipo 1 – масса составила 3,56 г, превысив контроль на 0,45 г. Исследование коллекционных образцов с признаком «многоцветковость» колоса представляет интерес в предселекционных исследованиях, в том числе в качестве объектов для изучения механизмов реализации репродуктивного потенциала озимой мягкой пшеницы.

Ключевые слова: потенциальная продуктивность, реализация продуктивного потенциала, озимая пшеница Triticum L., многоцветковость колоса.

Введение

В процессе создания сортов озимой мягкой пшеницы параметры индивидуальной продуктивности колоса и густота продуктивного стеблестоя являются ключевыми показателями для селекции, наряду с устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам. В связи с этим актуален поиск новых подходов и методов изучения факторов, влияющих на индивидуальную продуктивность колоса, а также внедрение инновационных приемов в процесс поиска

«доноров» ценных признаков среди малоизученных линий и образцов мягких пшениц, а также современных возделываемых сортов [4, 8, 9].

На данный момент повсеместно применяемые методы селекции представляют собой оценку продуктивности растений озимой мягкой пшеницы в фазе «полная спелость», игнорируя оценку и отбор образцов с повышенным репродуктивным потенциалом, но не реализовавших его из-за недостаточно благоприятных условий возделывания. Потенциальная продуктивность колоса и ее реализация, а также морфогенез колоса пшеницы рассмотрены в работах исследователей: Ф. М. Купермана, Н. Т. Ниловской, З. А. Морозова, Л. В. Цаценко и С. А. Кошкина [5, 8, 9]. Эти исследования посвящены изучению механизмов онтогенеза озимой мягкой пшеницы, вопросам и проблемам реализации репродуктивного потенциала, а также влиянию внешних факторов на физиологические процессы растения.

Пшеница обладает многоцветковыми колосками, которые содержат от трех до пяти цветков. В среднем в колоске закладывается семь–десять зачатков цветков, но большая часть из них останавливается в развитии, в результате чего полностью развивается два–четыре цветка [6]. Однако существует описание разновидностей мягкой пшеницы, имеющих в колоске около пяти–шести фертильных цветков [13]. Наряду с этим обнаружена уникальная форма рода *Triticum* L., колосок которой содержит около четырех колосковых чешуй в колоске и имеет свойство формировать до 25 фертильных цветков.

Под признаком, названным «многоцветковость», понимается генетически детерминированный признак, позволяющий включать его «доноров» в селекционный процесс. Данный признак описан в работах В. С. Арбузова, Т. Т. Ефремова, П. Мартинек, Е. В. Чуманова, О. Б. Добровольской [1, 3, 4]. Они изучили характер наследования признака, а также его корреляционную связь с урожайностью гибридных популяций, полученных с использованием «донора» данного признака. По результатам сравнительного и статистического анализа полученных данных, исследователями сделан вывод об увеличении показателя числа зерен с колоса у гибридных популяций, полученных с использованием «многоцветковой» линии Skle 123-09. [1]. Однако была исследована лишь одна линия с данным признаком, а также не был рассмотрен ее репродуктивный потенциал и влияние на его реализацию внешних факторов. Следовательно, данный признак остается малоизученным.

Описанные выше данные свидетельствуют о существовании форм пшеницы, обладающих повышенной потенциальной продуктивностью, которая способна обеспечить увеличение реальной продуктивности. Однако данные формы изучали только как исходный материал для получения гибридных популяций. Нами было принято решение провести поиск и анализ форм растений мягкой пшеницы, обладающих признаком «многоцветковость» для последующего проведения исследований их репродуктивного потенциала.

В ранних исследованиях, посвященных данному вопросу, предложены критерии оценки репродуктивного потенциала озимой мягкой пшеницы: индекс реализованной продуктивности и озерненность двух верхних колосков главного колоса [11, 12].

Цель исследований – изучение потенциальной и реализованной продуктивности главного колоса коллекционных образцов озимой пшеницы, обладающих признаком «многоцветковость» и сортов краснодарской селекции.

В работе поставлены следующие задачи:

1. Провести анализ признаков индивидуальной продуктивности главного колоса у изучаемых сортов и коллекционных образцов.

2. Рассмотреть влияние погодных условий года возделывания на изучаемые показатели.

3. Выполнить оценку реализации репродуктивного потенциала главного колоса путем анализа связи показателей потенциальной продуктивности на VI этапе органогенеза и реализованной продуктивности на XII этапе органогенеза.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2016–2017 гг. В работе изучали два образца озимой мягкой пшеницы, полученных из коллекции «Федерального исследовательского центра “Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова”», обладающих признаком «многоцветковость» – Fenotipo 1 и Lama. Полученные формы прежде не изучали в условиях Краснодарского края. Для исследования отобраны сорта озимой мягкой пшеницы краснодарской селекции – Васса, Табор и Безостая 1. В качестве контроля выбран сорт Васса (рисунок 1). Сорта Васса и Табор – современной селекции с высоким потенциалом продуктивности. Классический сорт, на основе которого проведено много исследований – Безостая 1, с высокой пластичностью и адаптивностью. В качестве контроля взят сорт Васса, как сорт с высокой потенциальной продуктивностью, допущенный к использованию в Северо-Кавказском регионе.

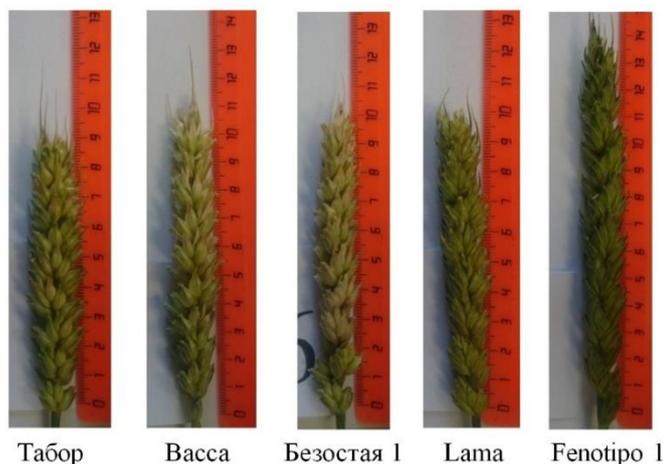


Рисунок 1 – Колосья сортов краснодарской селекции и коллекционных образцов с признаком «многоцветковость»

Двухфакторный лабораторно-полевой опыт в трех повторениях с рендомизированным расположением вариантов заложен на опытном поле учебного хозяйства «Кубань», находящегося в центральной зоне Краснодарского края.

Посев проведен в оптимальные сроки для центральной зоны Краснодарского края. Норма высева – 70 всхожих семян на погонный метр.

Методика оценки репродуктивного потенциала включает изучение растений озимой мягкой пшеницы на VI и XII этапе органогенеза – соответствующие фазе «выход в трубку» и фазе «полная спелость» [9].

Для осуществления оценки потенциальной продуктивности растений озимой мягкой пшеницы на VI этапе органогенеза проводили отборы 15 растений в каждом варианте, по пять в трех повторениях. Отбор осуществляли путем рендомизированного срезания растений с последующим помещением их в емкость с водой. Анализ проведен в лаборатории кафедры генетики селекции и семеноводства Кубанского государственного аграрного университета имени И. Т. Трубилина. Потенциальную продуктивность определяли методом подсчета цветков,

сформировавших пыльники на VI этапе органогенеза. Наблюдения и оценку потенциальной продуктивности проводили с помощью бинокулярного микроскопа МБС-9. Статистическую обработку данных осуществляли согласно методике полевого опыта Б. А. Доспехова с применением пакета программ Microsoft Excel 2013 и программы Statistica 9.0 [14].

Погодно-климатические условия в годы исследований считаются оптимальными для развития растений озимой мягкой пшеницы в климатической зоне проведения эксперимента. Данные по температуре и осадкам за 2016–2017 гг. получены с метеорологической станции Круглик, г. Краснодар (рисунки 2, 3).

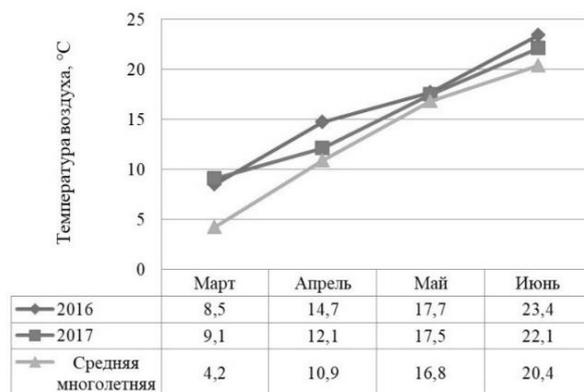


Рисунок 2 – Температура воздуха в период формирования потенциальной и фактической продуктивности

Средняя температура воздуха в 2016 г. в апреле в период формирования потенциальной продуктивности, была на 2,6 °С выше, чем в 2017 г. и на 3,8 °С выше средней многолетней (см. рисунок 2). В фазы «колошение» и «цветение», проходившие у растений озимой мягкой пшеницы в мае, средняя температура воздуха существенно не различалась по годам и незначительно превышала среднюю многолетнюю. В фазу «полная спелость» средняя температура воздуха в 2016 г. была на 1,3 °С выше, чем в 2017 г. и на 3,0 °С превышала среднюю многолетнюю. Перезимовка образцов прошла без повреждений и гибели растений.

Данные показали, что 2016 г. характеризовался меньшим количеством осадков – на 22,4 мм меньше среднемноголетних показателей в период формирования потенциальной продуктивности и аномально высоким количеством осадков в фазу полной спелости – на 108 мм больше среднемноголетних показателей (рисунок 3).

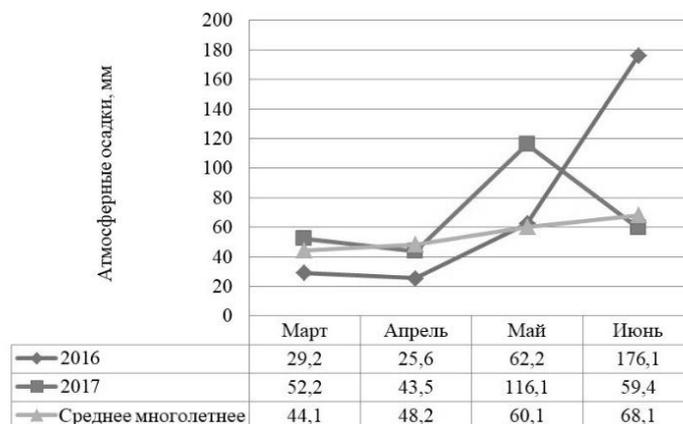


Рисунок 3 – Количество атмосферных осадков в период формирования потенциальной и фактической продуктивности

В 2017 г. количество атмосферных осадков было в пределах среднесуточных показателей, за исключением мая, в период прохождения растениями пшеницы фаз «колошение» и «цветение». Увеличение количества атмосферных осадков от среднесуточных показателей – 56,1 мм.

По мнению многих исследователей, растения мягкой пшеницы реализуют свой репродуктивный потенциал не в полной мере [1, 5, 8, 9, 11]. С целью оценки реализации репродуктивного потенциала мы использовали показатель «реализованная продуктивность», выраженный в процентах. Данный показатель является процентным отношением фактической продуктивности к потенциальной. Под потенциальной продуктивностью озимой мягкой пшеницы подразумевалось количество цветков с колоса на VI этапе органогенеза. Под фактической продуктивностью озимой пшеницы – количество цветков, сформировавших зерновки к XII этапу органогенеза. Для оценки потенциальной и фактической продуктивности проводился анализ усредненных данных количества цветков с колоса на VI этапе органогенеза и количества зерен с колоса в фазе «полная спелость».

Некоторые исследователи отмечают влияние погодных условий года возделывания на период формирования зачаточного колоса. Повышение температуры приводило к сокращению продолжительности данного периода, а ее понижение – к увеличению. Одновременно с этим обнаружена корреляционная связь числа цветков с продолжительностью периода формирования колоса [1, 9]. На основании вышеописанных данных предположено влияние погодных условий года возделывания на формирование потенциальной продуктивности и ее реализации.

Результаты и их обсуждение

С целью изучения влияния погодных условий года исследования на формирование потенциальной и фактической продуктивности проведен дисперсионный анализ данных двухфакторного лабораторно-полевого опыта, заложенного в трех повторениях. Фактором А выступил изучаемый сорт или сортообразец (генотип), фактором В – год исследования (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели потенциальной, фактической и реализованной продуктивности озимой мягкой пшеницы

Сорт, образец (Фактор А)	Количество цветков в колосе на VI этапе органогенеза, шт.			Количество зерновок в колосе на XII этапе органогенеза, шт.			Реализованная продуктивность, %		
	2016 г.	2017 г.	среднее по фактору А	2016 г.	2017 г.	среднее по фактору А	2016 г.	2017 г.	среднее по фактору А
Васса (к)	81,2	83,0	82,10	53,2	52,6	52,9	65,5	63,5	64,5
Безостая 1	82,8	84,2	82,50	44,3	45,4	44,8	54,8	53,8	54,3
Табор	84,6	83,7	84,15	53,3	56,7	55,0	62,8	67,7	65,2
Лата	108,8	113,5	111,15	58,2	72,4	65,3	53,5	63,7	58,6
Реніро 1	123,9	118,0	120,95	68,7	85,7	77,2	55,4	72,6	64,0
Среднее по фактору В	95,86	96,48	–	55,54	62,56	–	58,4	64,3	–
НСР ₀₅	0,75		1,50	0,48		0,98	0,90		0,27
НСР ₀₅ для сравнения частных средних	2,25		–	1,46		–	1,27		–

При анализе полученных данных по показателю «количество цветков с колоса» в среднем по опыту не выявлено достоверного влияния погодных условий года возделывания на формирование цветков на VI этапе органогенеза, однако

установлено повышение данного показателя у коллекционных образцов Fenotipo 1 и Lama, в сравнении с сортами краснодарской селекции, которое составило до 40 %. При анализе средних показателей потенциальной продуктивности отдельного сорта или образца по году исследования не выявлено достоверного влияния погодных условий года возделывания на сорта краснодарской селекции, однако обнаружено влияние данного фактора на коллекционные образцы Fenotipo 1 и Lama. Таким образом, можно сделать предположение о влиянии генотипа на закладку цветков на IV–VI этапах органогенеза и соответственно – на потенциальную продуктивность главного колоса у растений озимой мягкой пшеницы.

По показателю «количество зерновок в колосе» выявлено достоверное влияние погодных условий года возделывания, как в среднем по опыту, так и при анализе средних показателей каждого варианта опыта. Обнаружено значительное увеличение количества зерновок в колосе коллекционных образцов Lama и Fenotipo 1 в 2017 г. по сравнению с данными 2016 г. Также описанные образцы значительно превосходят по данному показателю сорта краснодарской селекции. Однако вариация изучаемого признака в зависимости от погодных условий года возделывания указывает на его лабильность.

Показатель «реализованная продуктивность», рассчитывали отдельно для каждого повторения с математической обработкой (представлен в таблице 1 в виде средних значений). При анализе полученных данных выявлено значительное повышение реализованной продуктивности в зависимости от погодных условий года возделывания в среднем по опыту, а также у сорта Табор и образцов Lama и Fenotipo 1. У сорта-контроля Васса и сорта Безостая 1 значения данного показателя снизились. У коллекционных образцов Lama и Fenotipo 1 выявлено значительное повышение реализованной продуктивности в зависимости от погодных условий года возделывания, с наиболее низких по опыту в 2016 г. до самого высокого показателя в 2017 г. у Fenotipo 1. На основании полученных данных у коллекционных образцов отмечены высокие показатели реализации репродуктивного потенциала, который в первый год был значительно ниже второго года исследования. Тем не менее, показатель реализованной продуктивности у коллекционных образцов Lama и Fenotipo 1 во второй год исследований составил – 63,7, что на уровне среднегодового по опыту, а также сорта-контроля Васса, а у образца Fenotipo 1 превысил данные показатели на 14 %.

Поскольку увеличение количества цветков и зерен с колоса может быть результатом большего количества колосков в колосе, нами использованы такие показатели как: «количество цветков в одном колоске» и «количество зерновок в одном колоске». Данные показатели позволяют проводить изучение потенциальной и фактической продуктивности с учетом разницы в количестве колосков в колосе.

Масса зерна с одного колоса является одним из главных показателей, формирующих биологическую урожайность озимой мягкой пшеницы. Данный показатель напрямую зависит от показателей «масса 1000 зерен» и «количество зерновок с колоса». Поэтому в исследовании были учтены данные показатели (таблица 2).

По показателю «среднее количество цветков в одном колоске» по данным за два года проведения исследований сорта краснодарской селекции показали значения в пределах 3,6–3,8 шт., в то время как коллекционные образцы Fenotipo 1 и Lama – в пределах 4,9–5,2. Показатель «среднее количество зерновок в одном колоске» у сортов краснодарской селекции за два года исследований составлял от 2,3 до 2,7, а у коллекционных образцов данный показатель составил от 3,3 до 4,0 зерновок в одном

колоске. Наибольшие значения по двум показателям принадлежат коллекционному образцу Fenotipo 1.

Таблица 2 – Количественные характеристики изучаемых образцов озимой мягкой пшеницы по элементам продуктивности колоса

Показатель	Год	Сорт, образец					НСР ₀₅
		Васса (st)	Безостая 1	Табор	Lama	Fenotipo 1	
Среднее количество продуктивных колосков в колосе на VI этапе органогенеза, шт.	2016	21,6	21,8	22,2	22,4	24,8	0,57
	2017	22,5	23,0	23,4	22,4	22,5	
	2016–2017	22,0	22,4	22,8	22,4	23,6	
Среднее количество цветков в колосе VI этапе органогенеза, шт.	2016	81,2	82,8	84,6	108,8	123,9	2,25
	2017	83,0	84,2	83,7	113,5	118,0	
	2016–2017	82,1	83,5	84,1	111,1	120,9	
Среднее количество цветков в одном колоске VI этапе органогенеза, шт.	2016	3,8	3,7	3,7	4,9	5,0	0,12
	2017	3,7	3,6	3,6	5,0	5,2	
	2016–2017	3,7	3,6	3,6	4,9	5,1	
Среднее количество продуктивных колосков в фазу полной спелости, шт.	2016	20,6	20,6	17,9	18,8	17,6	0,65
	2017	20,4	21,3	19,8	20,1	21,6	
	2016–2017	20,5	20,9	18,9	19,5	19,6	
Среднее количество зерновок с колоса в фазу полной спелости, шт.	2016	53,2	53,3	44,3	58,2	68,7	1,46
	2017	52,7	56,8	45,4	72,4	85,7	
	2016–2017	52,9	55,0	44,8	65,3	77,2	
Среднее количество зерновок в одном колоске в фазу полной спелости, шт.	2016	2,5	2,5	2,5	3,3	3,7	0,18
	2017	2,6	2,7	2,3	3,6	4,0	
	2016–2017	2,5	2,6	2,4	3,4	3,8	
Масса 1000 зерен, г	2016	58,2	42	51,8	42,8	47,1	1,23
	2017	59,2	44,2	49,7	43,6	48,3	
	2016–2017	58,7	43,1	50,8	43,2	47,7	
Масса зерна с одного колоса, г	2016	3,09	2,23	2,29	2,49	3,23	0,27
	2017	3,12	2,51	2,26	3,01	3,88	
	2016–2017	3,11	2,37	2,28	2,75	3,56	

По показателю «масса 1000 зерен» наибольшее значение имел сорт-контроль Васса в среднем за два года исследования – 58,7 г, а наименьшие – сорт Табор и коллекционный сортообразец Lama – 43,1 и 43,2 соответственно. Сорт Безостая 1 и сортообразец Fenotipo 1 заняли промежуточные значения – 50,8 и 47,7 соответственно.

По массе зерна с одного колоса наибольшее значение имел сортообразец Fenotipo 1, в среднем за два года исследования – 3,6 г, наименьшие – сорт Безостая 1 и Табор – 2,3 и 2,4 соответственно. Промежуточные значения показали сорт-контроль Васса и коллекционный сортообразец Lama – 3,1 и 2,8 соответственно.

Выводы

Таким образом, анализ признаков индивидуальной продуктивности главного колоса у изучаемых сортов и коллекционных образцов показал, что формы с многоцветковым колосом обладают повышенным репродуктивным потенциалом по сравнению с контролем Васса и сортами краснодарской селекции Табор и Безостая 1.

Установлено, что в первый год возделывания коллекционных образцов погодно-климатические условия оказали негативное влияние на реализацию репродуктивного потенциала, процент которого оказался ниже сортов краснодарской селекции 54 и 61% соответственно. Во второй год реализация репродуктивного потенциала была выше – 68 % у коллекционных образцов и 62 % у местных сортов.

Коллекционные образцы Lama и Fenotipo 1 обладают увеличенной потенциальной продуктивностью, которая обусловлена повышенным количеством цветков, закладываемых в каждом колоске на VI этапе органогенеза. Несмотря на то, что средняя по годам исследования реализация потенциала варьирует в пределах 54–64 %, количество зерновок с колоса у коллекционных образцов больше контроля за счет больше среднего количества зерновок с одного колоска. По массе 1000 зерен по данным за два года исследований коллекционные образцы уступали контрольному сорту Васса, но по массе зерен с одного колоса заметно выделен образец Fenotipo 1, превысивший контроль на 0,4 г.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Краснодарского края в рамках научного проекта №17-13-23001-ОГН/18 «Северный Кавказ: традиции и современность».

Литература

1. Арбузова В. С. Добровольская О. Б., Мартинек П., Чуманова Е. В., Ефремова Т. Т. Наследование признака «многоцветковость» у мягкой пшеницы и оценка продуктивности колоса гибридов F2 // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. Т. 20. № 3. С. 355–363.
2. Батыгина Т. Б., Круглова Н. Н., Горбунова В. Ю. Титова Г. Е., Сельдиминова О. А. От микроспоры – к сорту. М.: Наука, 2010. 174 с.
3. Добровольская О. Б., Мартинек П., Адонина И. Г., Бадаева Е. Д., Орлов Ю. Л., Салина Е. А., Лайкова Л. И. Влияние перестроек хромосом 2-й гомеологической группы на морфологию колоса мягкой пшеницы // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18. № 4–1. С. 672–680.
4. Добровольская О. Б., Красников А. А., Попова К. И., Мартинек П., Ватанабе Н. Изучение ранних этапов развития колоса со спиральным расположением колосков линий мягкой пшеницы (*T. aestivum* L.) нестандартного морфотипа SCR // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. Т. 21. № 2. С. 222–226.
5. Куперман Ф. М., Мурашёв В. В., Щербина И. П. Методические рекомендации по определению потенциальной и реальной продуктивности пшеницы. М.: ВАСХНИЛ, 1980. 40 с.
6. Лутова Л. А., Ежова Т. Е., Додуева И. Е., Осипова М. А. Генетика развития растений // Под ред. Инге-Вечтомова С. Г. (второе изд. перераб. и доп.). СПб: ООО «Издательство Н.-Л», 2010. 432 с.
7. Митрофанова О. П. Генетические ресурсы пшеницы в России: состояние и предселекционное изучение // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16. № 1. С. 10–20.
8. Морозова З. А. Морфогенетический анализ в селекции пшеницы. М.: Издательство МГУ, 1983. 213 с.
9. Ниловская Н. Т. Формирование и реализация продуктивности озимой пшеницы в зависимости от азотного питания и погодных условий // Проблемы агрономии и экологии. 2008. № 4. С. 3–6.
10. Носатовский А. И. Пшеница. Биология. М.: Колос, 1965. 586 с.
11. Кошкин С. С., Цаценко Л. В. Изучение продуктивности главного колоса стародавних сортов озимой мягкой пшеницы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского

государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). 2014. № 4 (098). С. 933–942. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/69.pdf> (дата обращения 02.06.2018).

12. Цаценко Л. В., Кошкин С. С. Индекс потенциальной продуктивности и показатель «озерненность 2-х верхних колосков главного колоса», в качестве критериев потенциальной реализации генотипа растений озимой мягкой пшеницы // Труды Кубанского государственного университета. 2015. № 2(53). С.134–140.

13. Martinek P., Bednar J. Changes of spike morphology (multirowspike-MRS, long glumes-LG) in wheat (*Triticum aestivum* L.) and their importance for breeding // Proceedings of International Conference «Genetic collections, isogenic and alloplasmic lines». Novosibirsk, 2001. P. 192–194.

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

References

1. Arbuzova V. S. Dobrovolskaya O. B., Martinek P., Chumanova E. V., Efremova T. T. Inheritance of signs of “manyflowered” common wheat and evaluation of productivity of the spike of F2 hybrids // Vavilov Journal of Genetics and Breeding (Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii). 2016. Vol. 20. No. 3. P. 355–363.

2. Batygina T. B., Kruglova N. N., Gorbunova V. Yu. Titova G. E., Seldimirova O. A. From microspores to varieties. Moscow: Nauka, 2010. 174 p.

3. Dobrovol'skaya O. B., Martinek P., Adonina I. G., Badaeva E. D., Orlov Yu. L., Salina E. A., Lajkova L. I. Effect of rearrangements of homoeologous group 2 chromosomes of bread wheat on spike morphology // Vavilov Journal of Genetics and Breeding (Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii). 2014. Vol. 18. No. 4–1. P. 672–680.

4. Dobrovol'skaya O. B., Krasnikov A. A., Popova K. I., Martinek P., Vatanabe N. Study on early inflorescence development in bread wheat (*T. aestivum* L.) lines with non-standard SCR-morphotype // Vavilov Journal of Genetics and Breeding (Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii). 2017. Vol. 21. No. 2. P. 222–226.

5. Kuperman F. M., Murashyov I. V. Shcherbina V. P. Methodical recommendations for determining the potential and real productivity of wheat. Moscow: VAShNIL, 1980. 40 p.

6. Lutova L. A., Ezhova T. E., Dodueva I. E., Osipova M. A. Genetics of plant development // Ed. by Inge-Vechtomov S. G. (2nd ed. revised and updated). Saint-Petersburg: “Publishing house N.–L. OOO” (Limited Liability Company), 2010. 432 p.

7. Mitrofanova O. P. Wheat genetic resources in Russia: current status and pre-breeding // Vavilov Journal of Genetics and Breeding (Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii). 2012. Vol. 16. No. 1. P. 10–20.

8. Morozova Z. A. Morphogenetic analysis in wheat breeding. Moscow: Publishing house of Lomonosov Moscow State University, 1983. 213 p.

9. Nilovskaya N. T. Formation and realization of potential efficiency of the winter wheat depending on a food by nitrogen and weather conditions // Problems of agronomy and ecology. 2008. No. 4. P. 3–6.

10. Nosatovskiy A. I. Wheat. Biology. Moscow: Kolos, 1965. 586 p.

11. Koshkin S. S., Tsatsenko L. V. Study of productivity of main ear of the landrace varieties of winter wheat // Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2014. No. 4 (098). P. 933–942. [Electronic resource]. Access point: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/69.pdf>. (reference's date 02.06.2018).

12. Tsatsenko L. V., Koshkin S. S. The index of potential productivity and the “average grain number in ear of 2 upper spikelets” index of the chief of the ear, as criteria for potential implementation of the soft winter wheat plants genotype // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2015. No. 2 (53). P. 134–140.

13. Martinek P., Bednar J. Changes of spike morphology (multirowspike-MRS, long glumes-LG) in wheat (*Triticum aestivum* L.) and their importance for breeding // Proceedings of International Conference «Genetic collections, isogenic and alloplasmic lines». Novosibirsk, 2001. P. 192–194.

14. Dospekhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results) Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.

UDC 633.11«324»:631.95

Savichenko D. L., Tsatsenko L. V., Neshchadim N. N.

COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF POTENTIAL AND REAL PRODUCTIVITY OF THE MAIN EAR OF COLLECTION SAMPLES OF WINTER WHEAT HAVING A “MULTIFLOUS EFFECT” FEATURE

Summary. The aim of the work is to study the potential and real productivity of the main ear of collection samples of winter wheat having a “multiflorous effect” feature and varieties of Krasnodar breeding. Collection samples with the sign of “multiflorous” ear,

according to the indicator of reproductive potential realization, are considered in the work. It is noted that plants of winter soft wheat during organogenesis are capable forming 11 buds of flowers in the spikelet, and at the time of the “flowering” phase, only 3–4 are left. The research was conducted in 2016–2017 on the experimental field of the educational enterprise “Kuban”, located in the central zone of the Krasnodar Territory. Studies of wheat forms with the sign of “multiflorous” ear were conducted by means of a comparative analysis with varieties of Krasnodar breeding according to several parameters: the number of formed flowers in the ear and spike at the VI stage of organogenesis, the number of seeds at the XII organogenesis stage, the mass of grain from the ear, number of productive spikes from the ear, 1000-grain mass. During the first year of cultivation, weather and climate conditions had an impact on the realization of reproductive potential, the percentage of which turned out to be lower than in the varieties of Krasnodar breeding – 54 and 61 %, respectively. During the second year, the reproductive potential was higher, 68 % for collection samples and 62 % for local varieties. The collection samples Lama and Fenotipo 1 have an increased potential productivity, 111.15 and 120.95 flowers per ear, respectively, which is due to the increased number of flowers that are formed in each spike at the sixth stage of organogenesis. Despite the fact that the average, over the years of the study, realization of the reproductive potential varied within the range of 54–64 %, due to the increased average number of grains from one spikelet, the value of the indicator “the number of spikelets from the ear” for samples Lama and Fenotipo 1 was greater than for the control 12.4 and 24.3, respectively. According to the 1000-grain weight (data for two years of research), the collection samples were inferior to the control variety Vassa, but by the weight of the grains from one ear sample Fenotipo 1 exceeding the control by 0.45 g. Studying collective samples with the “multiflorous” ear may be of interest for studying mechanisms of realization reproductive potential of soft winter wheat.

Keywords: potential productivity, realization of productive potential, winter wheat *Triticum L.*, “multiflorous” of the ear.

Савиченко Дмитрий Леонидович, аспирант кафедры генетики селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»; 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13; e-mail: d_savichenko@mail.ru.

Цаценко Людмила Владимировна, доктор биологических наук, профессор кафедры генетики селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»; 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13; e-mail: lvt-lemna@yandex.ru

Нешчадим Николай Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»; 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13; e-mail: neshhadim.n@kubsau.ru.

Savichenko Dmitry Leonidovich, postgraduate student of the Department of genetics, breeding and seed growing, FSBEI HE “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”; 13, Kalinina str., Krasnodar, 350044, Russia; e-mail: d_savichenko@mail.ru

Tsatsenko Luidmila Vladimirovna, Dr. Sc. (Biol.), professor of the Department of genetics, breeding and seed growing, FSBEI HE “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”; 13, Kalinina str., Krasnodar, 350044, Russia; e-mail: lvt-lemna@yandex.ru.

Neshchadim Nikolay Nikolaevich, Dr. Sc. (Agr.), professor of the Department of plant growing, FSBEI HE “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”; 13, Kalinina str., Krasnodar, 350044, Russia; e-mail: neshhadim.n@kubsau.

Дата поступления в редакцию – 16.07.2018.

Дата принятия к печати – 29.08.2018.

DOI: 10.25637/TVAN.2018.03.12.

УДК 576.64 + 631.895:633.16

Суслов А. А., Свириденко Д. Г., Пименов Е. П., Васильева Н. А., Морозова А. И.

**ВЛИЯНИЕ «ГЕОТОНА» И МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА
ОЛИГОТРОФНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ В ПРИКОРНЕВОЙ ЗОНЕ
ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии»

Реферат. К перспективным видам удобрений, способных обеспечить агроэкосистему необходимыми питательными веществами, относятся органоминеральные комплексы. Цель исследований – изучить влияние «ГЕОТОНА» и микробных препаратов на численность микроорганизмов олиготрофной экологической ниши (олигонитрофилов, участвующих в процессе деструкции азотистых компонентов гуминовых, фульвокислот гумуса и проведении в почве несимбиотической азотфиксации; олигокарбофилов, обеспечивающих глубокую минерализацию органического вещества почвы и начинающих его гумификацию), в прикорневой зоне ярового ячменя. Исследования проводили в 2015–2017 гг. Установлено, что в период полной спелости растений (варианты совместного использования чистых культур микроорганизмов (штаммы микроорганизмов *Bacillus* sp. 28-2, *Bacillus* sp. 19, *Bacillus* sp. 6H, *Bacillus* sp. 36, являющиеся антагонистами фитопатогенов) с органоминеральным комплексом «ГЕОТОН» в разведении 1:80) численность олигонитрофильных микроорганизмов имела тенденцию к увеличению. В фазе молочной спелости зерна (2015 и 2016 гг.) применение «ГЕОТОНА» в разведении 1:80 с инокуляцией посевного материала показало тенденцию к повышению в почве численности бактерий, вызывающих деструкцию азотистых компонентов гуминовых и фульвокислот гумуса. Зафиксированы максимальные значения численности олигонитрофилов в условиях 2017 г. в период полной спелости – $60\text{--}110 \times 10^6$ КОЕ/г почвы в вариантах применения «ГЕОТОНА» 1:60+микробный препарат и «ГЕОТОН» 1:80 + микробный препарат соответственно, в контроле – 13×10^6 КОЕ/г почвы. Отмечено, что при использовании препарата «Ризоагрин» превышение численности олигокарбофильной микрофлоры в 2015 и 2017 гг. составило 8–10 раз (с $8\text{--}10 \times 10^6$ КОЕ/г почвы в контроле до $70\text{--}80 \times 10^6$ КОЕ/г почвы) в период полной спелости растений.

Ключевые слова: «ГЕОТОН», микробные препараты, яровой ячмень *Hordeum L.*

Ведение

Стабильность и перспективы развития агропромышленного комплекса России, дальнейший рост сельскохозяйственного производства должны быть направлены на воспроизводство плодородия земель. По мнению академиков Иванова А. Л., Сычева В. Г., этого можно достичь в рамках адаптивно ландшафтных систем земледелия, где разрабатываемые агротехнологии должны учитывать почвенно-климатические условия и уровень интенсификации производства [1].

Достижение максимального результата может базироваться на сбалансированном использовании минеральных и органических удобрений, возобновлении известкования кислых почв [2].

В практическом плане выбор применяемого агрохимиката зависит от стоимости, состава макро- и микроэлементов, характера и продолжительности действия. При использовании данных препаратов необходимо учитывать

потребности растений в элементах питания, а также баланс последних в почве. В статье Сычева В. Г. указано, что в последние два десятилетия острый перекокс в сторону отдельных удобрений привел к дисбалансу питательных веществ в почве. К примеру, по данным за 2013 г. средний дефицит азота по России составляет около 1,0 млн т в год [3].

В статье Добровольской Т. Г. с соавторами отмечено, что необратимые нарушения гомеостаза и микробиологических процессов в почве наблюдаются при процессах деградации почвенного покрова. Питательный режим растений изменяется в зависимости от характера дополнительной антропогенной нагрузки. Это может привести к усилению потери элементов питания из корнеобитаемого слоя [4].

В настоящее время разработаны агроприемы рационального использования удобрений, включающие и микроэлементы. Федотова с соавторами установила влияние микроэлементного удобрения «Аквадон-Микро» на растения ячменя сорта Эльф в условиях Северо-Западного региона РФ. Действие заключалось в том, что в условиях окультуренной дерново-подзолистой почве на различных фонах удобренности стабилизировалось содержание нитратов в зеленой массе за счет лучшего усвоения азота из минеральных удобрений [5].

По мнению Думовой В. А. с соавторами, применение различных удобрений определяется как стрессовый фактор, под влиянием которого изменяется микробиом почвы [6]. Коваленко Е. В. и Малахов Н. В. установили, что в деградированных и экстенсивных агроэкосистемах преобладают группы микроорганизмов, усваивающих азот органических соединений, а в сверхинтенсивных – минеральные формы [7].

К перспективным видам удобрений, способных обеспечить агроэкосистему необходимыми питательными веществами, относятся органоминеральные комплексы. Современные препараты на основе гуминовых кислот отличаются качественным составом. В работах Полиенко Е. А. сказано, что предпосевное внесение «ВЮ-Дона» в почву обеспечило значительное повышение численности микроорганизмов основных эколого-трофических групп [8].

В ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии» на основе торфа создан не имеющий аналогов в России органоминеральный комплекс «ГЕОТОН» [9]. На основании «Свидетельства о государственной регистрации пестицида или агрохимиката» №1632 от 07.12.2017 г., в соответствии с Федеральным законом от 19.07.1997 г. №109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» агрохимикат «ГЕОТОН» получил государственную регистрацию № 458-18-1632-1 до 06.12.2027 г. и допускается к обороту на территории Российской Федерации [10]. Он содержит 32–45 % органического вещества, в том числе 9–12 % (22,5–30,0 г/л) гуматов калия, 9–14 % азота (N_2), 23–25 % оксида фосфора (P_2O_5), 23–29 % оксида калия (K_2O). Проведенные авторским коллективом производственные испытания «ГЕОТОНа» доказали значительное повышение продуктивности и качества зерновых культур [11].

По этой причине воздействие органоминерального комплекса, микробных препаратов (на основе азотфиксирующих, фосфатмобилизирующих микроорганизмов и антагонистов-фитопатогенов), штаммов микроорганизмов, а также совместное их влияние на группы основных утилизаторов органического вещества почвы может влиять на микробиоценоз, обеспечивающий растения дополнительными легкодоступными питательными веществами. Изучение олиготрофной части почвенного микробиоценоза дает возможность

дифференцированной оценки переработки промежуточного органического вещества почвы по углероду и азоту, значимым с точки зрения агроэкологических исследований.

Цель исследований – изучить влияние препарата «ГЕОТОН» и микробных препаратов на численность микроорганизмов олиготрофной экологической ниши (олигонитрофилов, участвующих в процессе деструкции азотистых компонентов гуминовых, фульвокислот гумуса и проведении в почве несимбиотической азотфиксации; олигокарбофилов, обеспечивающих глубокую минерализацию органического вещества почвы и начинающих его гумификацию) в прикорневой зоне ярового ячменя.

Материалы и методы исследований

Микрополевые опыты проводили в течение вегетационных сезонов 2015–2017 гг. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая. Площадь делянки – 2,25 м². Повторность опыта – четырехкратная с рендомизированным размещением делянок. Сорт ярового ячменя – Нур.

Агрохимические показатели опытного участка: рН_{КСl} = 4,7; гидролитическая кислотность – 4,12 мг-экв./100 г почвы; содержание гумуса – 1,2 %; содержание подвижного фосфора и обменного калия – 124 и 135 мг/кг почвы, Са и Mg – 1,17 и 0,21 мг-экв./100 г почвы соответственно, сумма поглощенных оснований – 1,80 мг-экв./100 г почвы.

В исследованиях использовали «ГЕОТОН» в разведениях 1:60 и 1:80, а также микробные препараты (разработки ФГБУН «НИИСХ Крыма»): «Ризоагрин» (на основе ассоциативных азотфиксаторов – *Agrobacterium radiobacter* 204), «Фосфоэнтерин» (на основе фосфатмобилизаторов – *Enterobacter nimipressuralis* 32-3), «Биополицид» (на основе антагонистов-фитопатогенов *Paenibacillus polymyxa* П), штаммы микроорганизмов *Bacillus* sp. 28-2, *Bacillus* sp. 19, *Bacillus* sp. 6Н, *Bacillus* sp. 36, являющиеся антагонистами фитопатогенов. Обработку микробными препаратами из расчета 0,3 мл препарата (по весу зерна на делянке) проводили в день посева. Согласно схемы опыта, в данные сроки вносили и органоминеральный комплекс.

Отбор почвенных проб из прикорневой зоны растений проводили в фазы молочной и полной спелости. Смешанную пробу составляли образцы из пяти точечных проб, отобранных методом «конверта» [12]. Варианты опыта следующие:

1. Контроль (вода);
2. «ГЕОТОН» (1:60);
3. «ГЕОТОН» (1:80);
4. «Биополицид»;
5. «Фосфоэнтерин»;
6. «Ризоагрин»;
7. *Bacillus* sp. 28-2;
8. *Bacillus* sp. 19;
9. *Bacillus* sp. 6Н;
10. *Bacillus* sp. 36
11. «ГЕОТОН» (1:60) + «Биополицид»;
12. «ГЕОТОН» (1:80) + «Биополицид»;
13. «ГЕОТОН» (1:60) + «Фосфоэнтерин»;
14. «ГЕОТОН» (1:80) + «Фосфоэнтерин»;
15. «ГЕОТОН» (1:60) + «Ризоагрин»;
16. «ГЕОТОН» (1:80) + «Ризоагрин»;
17. «ГЕОТОН» (1:60) + *Bacillus* sp. 28-2;
18. «ГЕОТОН» (1:80) + *Bacillus* sp. 28-2;

19. «ГЕОТОН» (1:60) + *Bacillus* sp.
20. «ГЕОТОН» (1:80) + *Bacillus* sp.
21. «ГЕОТОН» (1:60) + *Bacillus* sp. 6Н;
22. «ГЕОТОН» (1:80) + *Bacillus* sp. 6Н;
23. «ГЕОТОН» (1:60) + *Bacillus* sp. 36;
24. «ГЕОТОН» (1:80) + *Bacillus* sp. 36.

Чашечным методом посева на твердые питательные среды определяли численность групп почвенного микробоценоза – основных утилизаторов органического вещества на конечной стадии его превращения: олигокарбофиллов (на голодном агаре – ГА) и олигонитрофиллов (на среде Эшби) [13, 14]. Они контролируют процессы превращения органического вещества и отвечают за глубокую минерализацию органического вещества почвы и начало его гумификации, деструкцию азотистых компонентов гуминовых и фульвокислот гумуса и проведение в почве несимбиотической азотфиксации [14]. Повторность микробиологического посева – трехкратная, из предварительно подобранного разведения. Численность микроорганизмов выражали в колониеобразующих единицах на грамм (КОЕ/г) абсолютно сухой почвы. Статистическую обработку проводили по отклонению средних величин [15].

Результаты и их обсуждение

Применение органоминерального комплекса и микробных препаратов в 2015 г. влияло на численность олигонитрофильной группы микроорганизмов почвы корнеобитаемой зоны ярового ячменя (таблица 1). В фазе молочной спелости в вариантах *Bacillus* sp. 36, «ГЕОТОН» (1:80) + *Bacillus* sp. 6Н, «ГЕОТОН» (1:80) + «Биополицид», «ГЕОТОН» (1:80) + «Фосфоэнтерин», «ГЕОТОН» (1:80) + *Bacillus* sp. 28-2, «ГЕОТОН» (1:60) + *Bacillus* sp. 6Н данный показатель находился в пределах $20\text{--}50 \times 10^6$ КОЕ/г почвы относительно контрольного значения – 68×10^6 КОЕ/г почвы. В фазе полной спелости в вариантах использования «ГЕОТОНа» (1:80) + штаммов антагонистов-фитопатогенов значение было на уровне $45\text{--}60 \times 10^6$ КОЕ/г почвы. В варианте «ГЕОТОН» (1:60) + штаммы антагонисты-фитопатогенов количественный показатель олигонитрофилов составил $20\text{--}30 \times 10^6$ КОЕ/г почвы. Можно предположить, что в данном периоде онтогенеза наблюдается усиление процессов деструкции азотистых компонентов гуминовых и фульвокислот гумуса.

В 2016 г. численность олигонитрофильной микрофлоры в прикорневой зоне растений ярового ячменя отличалась в зависимости от применяемых препаратов. В фазе полной спелости в варианте «ГЕОТОН» (1:80) + штамм микроорганизмов значения данного показателя находились в пределах $50\text{--}100 \times 10^6$ КОЕ/г почвы. При использовании «ГЕОТОНа» 1:80 количество деструкторов азотистых компонентов гуминовых и фульвокислот находилось на уровне 30×10^6 КОЕ/г почвы. Таким образом, совместное использование чистых культур микроорганизмов с «ГЕОТОНом» (меньшей концентрации), в период полной спелости растений способствовало усилению процессов деструкции азотистых компонентов гуминовых и фульвокислот гумуса.

В прикорневой зоне ярового ячменя в варианте «ГЕОТОН» 1:80 в фазе молочной спелости численность олигонитрофильной микрофлоры во влажных условиях 2017 г. составила 138×10^6 КОЕ/г почвы. В фазу полной спелости в вариантах совместного применения «ГЕОТОН» (1:80) + «Биополицид», «ГЕОТОН» (1:80) + «Фосфоэнтерин», «ГЕОТОН» (1:80) + «Ризоагрин» значение данного показателя находилось на уровне $70\text{--}110 \times 10^6$ КОЕ/г почвы, относительно контроля – 13×10^6 КОЕ/г почвы.

Таблица 1 – Численность олигонитрофильной микрофлоры в прикорневой зоне ярового ячменя

Вариант	Численность олигонитрофилов в почве, $\times 10^6$ КОЕ/г почвы					
	2015 г.		2016 г.		2017 г.	
	молочная спелость	полная спелость	молочная спелость	полная спелость	молочная спелость	полная спелость
Контроль (вода)	67 \pm 1,7	57 \pm 6,2	40 \pm 2,0	40 \pm 5,0	94 \pm 4,0	13 \pm 1,8
«ГЕОТОН» (1:60)	53 \pm 2,2	23 \pm 1,2	38 \pm 3,6	60 \pm 5,6	107 \pm 8,4	15 \pm 1,5
«ГЕОТОН» (1:80)	75 \pm 5,6	65 \pm 7,5	26 \pm 6,8	28 \pm 1,6	138 \pm 3,5	21 \pm 3,9
«Биополицид»	63 \pm 4,2	44 \pm 2,8	40 \pm 1,5	63 \pm 1,8	74 \pm 3,8	26 \pm 2,6
«Фосфоэнтгерин»	72 \pm 2,1	63 \pm 3,5	46 \pm 1,4	69 \pm 9,3	87 \pm 8,3	35 \pm 3,5
«Ризоагрин»	65 \pm 2,4	59 \pm 5,5	31 \pm 6,9	96 \pm 5,8	81 \pm 1,8	22 \pm 3,5
<i>Bacillus</i> sp. 28-2	46 \pm 1,9	19 \pm 2,6	41 \pm 4,1	63 \pm 5,0	82 \pm 1,1	47 \pm 4,7
<i>Bacillus</i> sp. 19	48 \pm 5,8	39 \pm 4,8	38 \pm 7,8	52 \pm 1,6	94 \pm 1,6	36 \pm 5,3
<i>Bacillus</i> sp. 6H	69 \pm 7,4	29 \pm 4,1	66 \pm 3,8	23 \pm 2,8	57 \pm 5,0	7 \pm 0,3
<i>Bacillus</i> sp. 36	39 \pm 5,9	72 \pm 6,8	91 \pm 1,7	58 \pm 4,9	121 \pm 4,5	110 \pm 3,1
«ГЕОТОН» (1:60) + «Биополицид»	45 \pm 6,5	43 \pm 4,3	84 \pm 1,8	54 \pm 1,1	52 \pm 7,8	106 \pm 1,5
«ГЕОТОН» (1:80) + «Биополицид»	23 \pm 2,4	27 \pm 3,1	42 \pm 4,7	27 \pm 0,9	76 \pm 6,2	70 \pm 1,0
«ГЕОТОН» (1:60) + «Фосфоэнтгерин»	42 \pm 3,9	30,0 \pm 5,5	33 \pm 4,4	58 \pm 7,3	37 \pm 3,9	83 \pm 0,6
«ГЕОТОН» (1:80) + «Фосфоэнтгерин»	30 \pm 1,7	33 \pm 6,5	57 \pm 2,7	73 \pm 1,2	24 \pm 4,8	93 \pm 2,8
«ГЕОТОН» (1:60) + «Ризоагрин»	53 \pm 6,2	50 \pm 9,3	33 \pm 4,7	118 \pm 1,4	72 \pm 7,0	110 \pm 1,0
«ГЕОТОН» (1:80) + «Ризоагрин»	48 \pm 4,6	30 \pm 2,6	44 \pm 7,6	107 \pm 7,1	90 \pm 5,3	100 \pm 2,2
«ГЕОТОН» (1:60) + <i>Bacillus</i> sp. 28-2	42 \pm 14,9	45 \pm 2,1	81 \pm 0,6	38 \pm 1,3	42 \pm 2,5	22 \pm 1,3
«ГЕОТОН» (1:80) + <i>Bacillus</i> sp. 28-2	29 \pm 4,57	46 \pm 1,5	47 \pm 4,0	45 \pm 5,2	32 \pm 2,9	25 \pm 1,1
«ГЕОТОН» (1:60) + <i>Bacillus</i> sp. 19	45 \pm 8,0	30 \pm 2,0	32 \pm 7,1	68 \pm 2,8	27 \pm 1,3	21 \pm 4,8
«ГЕОТОН» (1:80) + <i>Bacillus</i> sp. 19	37 \pm 4,7	45 \pm 2,9	59 \pm 3,7	83 \pm 0,8	53 \pm 2,3	34 \pm 8,7
ГЕОТОН (1:60) + <i>Bacillus</i> sp. 6H	24 \pm 3,4	34 \pm 4,7	68 \pm 2,7	57 \pm 5,8	42 \pm 0,8	43 \pm 2,2
«ГЕОТОН» (1:80) + <i>Bacillus</i> sp. 6H	21 \pm 2,6	51 \pm 2,6	57 \pm 0,9	89 \pm 0,9	38 \pm 5,6	43 \pm 4,6
«ГЕОТОН» (1:60) + <i>Bacillus</i> sp. 36	36 \pm 3,5	23 \pm 2,1	35 \pm 1,8	96 \pm 0,8	60 \pm 7,8	18 \pm 1,5
«ГЕОТОН» (1:80) + <i>Bacillus</i> sp. 36	40 \pm 3,1	57 \pm 2,8	38 \pm 1,5	109 \pm 2,8	37 \pm 3,0	26 \pm 2,7

В фазе молочной спелости (2015 г., прикорневая зона ярового ячменя) в варианте «ГЕОТОН» (1:80) + штамм микроорганизмов численность олигокарбофильной микрофлоры микроорганизмов была в пределах 20–40 $\times 10^6$ КОЕ/г почвы (таблица 2).

При совместном внесении «ГЕОТОНа» (1:60) и штамма микроорганизмов показатель зафиксирован на уровне 10–20 $\times 10^6$ КОЕ/г почвы. Максимальное значение этого показателя – 70 $\times 10^6$ КОЕ/г почвы в условиях 2015 г. отмечено в фазу полной спелости в варианте с «Ризоагрином».

Таблица 2 – Численность олигокарбофильной микрофлоры в прикорневой зоне ярового ячменя

Вариант	Численность олигонитрофилов в почве, $\times 10^6$ КОЕ/г почвы					
	2015 г.		2016 г.		2017 г.	
	молочная спелость	полная спелость	молочная спелость	полная спелость	молочная спелость	полная спелость
Контроль (вода)	38 \pm 6,2	7 \pm 0,6	23 \pm 3,8	75 \pm 1,3	38 \pm 1,1	7,0 \pm 0,4
«ГЕОТОН» (1:60)	30 \pm 4,2	21 \pm 1,4	18 \pm 2,0	29 \pm 2,4	29 \pm 4,8	21,3 \pm 5,3
«ГЕОТОН» (1:80)	24 \pm 8,5	9 \pm 0,9	25 \pm 6,5	54 \pm 7,7	24 \pm 4,1	8,8 \pm 1,7
«Биополицид»	44 \pm 8,3	42 \pm 0,5	29 \pm 1,3	47 \pm 0,8	44 \pm 0,9	41,8 \pm 8,6
«Фосфоэнттерин»	32 \pm 5,7	42 \pm 0,9	23 \pm 1,8	85 \pm 7,2	32 \pm 4,3	42,8 \pm 6,0
«Ризоагрин»	23 \pm 3,8	84 \pm 1,2	114 \pm 20,3	63 \pm 9,1	23 \pm 4,3	84,3 \pm 6,3
<i>Bacillus</i> sp. 28-2	18 \pm 5,5	37 \pm 0,4	113 \pm 10,5	64 \pm 6,7	18 \pm 2,5	37,5 \pm 5,6
<i>Bacillus</i> sp. 19	24 \pm 4,2	14 \pm 0,2	45 \pm 4,4	56 \pm 2,3	24 \pm 1,3	14,5 \pm 2,1
<i>Bacillus</i> sp. 6H	49 \pm 7,0	21 \pm 0,1	63 \pm 8,9	70 \pm 3,0	49 \pm 4,3	49,7 \pm 1,9
<i>Bacillus</i> sp. 36	94 \pm 3,0	46 \pm 0,7	39 \pm 9,0	27 \pm 2,4	19 \pm 1,1	28,7 \pm 2,2
«ГЕОТОН» (1:60) + «Биополицид»	60 \pm 5,2	34 \pm 0,8	26 \pm 0,6	15 \pm 0,8	68 \pm 1,3	34 \pm 2,7
«ГЕОТОН» (1:80) + «Биополицид»	43 \pm 3,5	31 \pm 0,6	30 \pm 4,3	67 \pm 3,9	43 \pm 5,2	31 \pm 2,7
«ГЕОТОН» (1:60) + «Фосфоэнттерин»	48 \pm 6,5	43 \pm 0,9	32 \pm 6,7	22 \pm 5,0	48 \pm 1,4	44 \pm 2,3
«ГЕОТОН» (1:80) + «Фосфоэнттерин»	73 \pm 3,2	25 \pm 1,2	164 \pm 35,6	56 \pm 2,0	73 \pm 1,5	25 \pm 3,6
«ГЕОТОН» (1:60) + «Ризоагрин»	31 \pm 4,2	28 \pm 1,7	56 \pm 6,5	21 \pm 2,2	32 \pm 2,4	28 \pm 2,1
«ГЕОТОН» (1:80) + «Ризоагрин»	25 \pm 2,5	26 \pm 1,1	99 \pm 12,7	89 \pm 10,2	25 \pm 1,8	26 \pm 1,2
«ГЕОТОН» (1:60) + <i>Bacillus</i> sp. 28-2	52 \pm 3,5	8 \pm 0,4	88 \pm 23,1	51 \pm 7,6	52 \pm 4,1	8 \pm 2,2
«ГЕОТОН» (1:80) + <i>Bacillus</i> sp. 28-2	41 \pm 3,1	32 \pm 0,9	67 \pm 11,2	60 \pm 2,0	41 \pm 4,8	31 \pm 6,0
«ГЕОТОН» (1:60) + <i>Bacillus</i> sp. 19	27 \pm 2,5	42 \pm 0,4	103 \pm 24,8	66 \pm 2,0	27 \pm 3,2	42 \pm 1,7
«ГЕОТОН» (1:80) + <i>Bacillus</i> sp. 19	34 \pm 5,5	51 \pm 0,9	97 \pm 24,3	91 \pm 5,3	34 \pm 6,4	51 \pm 1,1
ГЕОТОН (1:60) + <i>Bacillus</i> sp. 6H	55 \pm 3,1	53 \pm 1,8	155 \pm 20,6	55 \pm 3,7	55 \pm 7,1	54 \pm 3,2
«ГЕОТОН» (1:80) + <i>Bacillus</i> sp. 6H	57 \pm 1,7	44 \pm 1,4	74 \pm 12,1	65 \pm 4,8	57 \pm 0,9	44 \pm 2,1
«ГЕОТОН» (1:60) + <i>Bacillus</i> sp. 36	17 \pm 3,5	32 \pm 1,5	74 \pm 7,8	75 \pm 0,8	17 \pm 3,4	32 \pm 3,7
«ГЕОТОН» (1:80) + <i>Bacillus</i> sp. 36	48 \pm 2,6	31 \pm 1,3	54 \pm 3,8	68 \pm 2,8	48 \pm 2,7	31 \pm 2,6

При обработке посевного материала ярового ячменя в 2016 г. препаратом «ГЕОТОН» в концентрациях 1:60 и 1:80 численность группы олигокарбофилов находилась в пределах 20–30 $\times 10^6$ КОЕ/г почвы (прикорневая зона растений, фаза молочной спелости). В варианте использования «ГЕОТОНа» (1:80) отдельно и в сочетании с микробными препаратами численность микроорганизмов, усваивающих углеродсодержащие соединения, составила 40–80 $\times 10^6$ КОЕ/г почвы (фаза полной спелости). В вариантах совместного применения органоминерального комплекса

(1:60) и штаммов микроорганизмов определяемый показатель был ниже контроля (40×10^6 КОЕ/г почвы) и составил 20×10^6 КОЕ/г почвы.

Данные 2017 г. указывают на значительные повышение (в зависимости от опытных вариантов) численности олигокарбофилов в прикорневой зоне растений ярового ячменя (фаза полной спелости). В данный период органогенеза сочетание микробных препаратов и «ГЕОТОНа» в концентрациях 1:60 и 1:80 показало количественные значения данной группы микроорганизмов на уровне $70\text{--}110 \times 10^6$ КОЕ/г почвы. При этом контрольный показатель составил 13×10^6 КОЕ/г почвы.

Таким образом, в 2017 г. в фазе полной спелости в прикорневой зоне растений возросла группа микроорганизмов, отвечающих за глубокую минерализацию органического вещества почвы и начало его гумификации.

Сопоставляя полученные данные, можно указать на получение аналогичных результатов в части увеличения численности групп микроорганизмов в почве некоторыми исследователями. Они говорят о возрастании численности азотфиксаторов, аммонификаторов и нитрификаторов, целлюлозоразлагающих и маслянокислых бактерий, почвенных микромицетов [16, 17].

Сотрудники ФГБУН «НИИСХ Крыма» в своих исследованиях показали высокую активность олиготрофной микрофлоры в прикорневой зоне масличных культур на южных черноземах, при использовании высокоактивных штаммов микроорганизмов [18].

Выводы

Установлено, что в период полной спелости растений (варианты совместного использования чистых культур микроорганизмов с органоминеральным комплексом «ГЕОТОН» в разведении 1:80) численность олигонитрофильных микроорганизмов имела тенденцию к увеличению. В фазе молочной спелости зерна (2015 и 2016 гг.) применение «ГЕОТОНа» в разведении 1:80 с инокуляцией посевного материала показало тенденцию к повышению в почве численности бактерий, вызывающих деструкцию азотистых компонентов гуминовых и фульвокислот гумуса. Зафиксированы максимальные значения численности олигонитрофилов в условиях 2017 г. в период полной спелости – $60\text{--}110 \times 10^6$ КОЕ/г почвы в вариантах применения «ГЕОТОНа» (1:60) + микробный препарат и «ГЕОТОНа» (1:80) + микробный препарат, в контроле – 13×10^6 КОЕ/г почвы. Отмечено, что при использовании препарата «Ризоагрин» численность олигокарбофильной микрофлоры в 2015 и 2017 годах увеличилась в восемь–десять раз (с $8\text{--}10 \times 10^6$ КОЕ/г почвы в контроле до $70\text{--}80 \times 10^6$ КОЕ/г почвы) в период полной спелости растений.

Литература

1. Агробиологический цикл фосфора // Под ред. Иванова А. Л. М.: Россельхозакадемия, 2012. 512 с.
2. Чекмарев П. А. Воспроизводство плодородия – залог стабильного развития агропромышленного комплекса России // Плодородие. 2018. № 1. С. 4–7.
3. Сычев В. Г., Шафран С. А. Агрохимические свойства почв и эффективность минеральных удобрений. М.: изд-во ВНИИА, 2013. 296 с.
4. Добровольская Т. Г., Звягинцев Л. Г., Чернов И. Ю., Головченко А. В., Зенова Г. М., Лысак Л. В., Манучарова Н. А., Марфенина О. Е., Полянская Л. М., Степанов А. Л., Умаров М. М. Роль микроорганизмов в экологических функциях почв // Почвоведение. 2015. № 9. С. 1087–1096.
5. Федотова Е. Н., Федорова Ю. Н., Рысев М. Н. Зависимость развития растений и накопления нитратов в продукции от факторов окружающей среды и удобрений // Агрохимический вестник. 2018. № 2. С. 53–56.
6. Думова В. А., Першина Е. В., Мерзлякова Я. В., Круглов Ю. В., Андронов Е. Е. Основные тенденции в формировании почвенного микробного сообщества в условиях стационарного полевого опыта по данным высокопроизводительного секвенирования библиотек гена 16S-rPHK // Сельскохозяйственная биология. 2013. № 5. С. 85–92.

7. Коваленко Е. В., Малахов Н. В. Изменение численности и активности почвенной биоты в агроэкосистемах разной интенсивности // *Агрохимический вестник*. № 3. 2016. С. 44–48.
8. Полиенко Е. А. Экологическая оценка влияния гуминовых препаратов на состояние почв и растений. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Ростов-на-Дону: ФГАОУ ВО «Южный Федеральный университет». 2016. 24 с.
9. Патент 2490241 РФ, МПК C05F 11/02, C05D 9/02. Органоминеральное комплексное удобрение и способ его получения // Ратников А. Н., Санжарова Н. И., Петров К. В., Жигарева Т. Л., Свириденко Д. Г., Попова Г. И., Бочкарев С. Н., Иванов И. А., Ульрих В. И.; патентообладатель ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии». № 2012102125/13; заявл. 23.01.2012; опубл. 20.08.2013, Бюл. № 23. 9 с.
10. «АгроЭкоТех». [Электронный ресурс]. Точка доступа: <http://agroecotech.ru/dokumenty/patenty.html> (дата обращения 10.09.2018).
11. Ратников А. Н., Санжарова Н. И., Петров К. В., Свириденко Д. Г., Попова Г. И., Сулов А. А., Лашкиба Н. А., Иванов И. А., Семешкина П. С., Дадаева Т. А., Амелюшкина Т. А., Мазуров М. В. Применение нового биологически активного органоминерального комплекса «ГЕОТОН» в технологиях возделывания зерновых культур и кукурузы. Обнинск: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», 2017. 30 с.
12. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб. [Электронный ресурс]. Точка доступа: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/38689> (дата обращения 18.05.2017).
13. Теппер Е. З., Шильникова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии. М.: Дрофа, 2004. 256 с.
14. Титова В. И., Козлов А. В. Методы оценки функционирования микробиоценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества. Научно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородская сельскохозяйственная академия, 2012. 64 с.
15. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 336 с.
16. Тихонов В. В., Якушев А. В., Завгородняя Ю. А., Бызов Б. А., Демин В. В. Действие гуминовых кислот на рост бактерий // *Почвоведение*. 2010. № 3. С. 333–341.
17. Безуглова О. С., Лыхман В. А., Горюцов А. В., Полиенко Е. А. Влияние гуминового удобрения на структуру и микробиологическую активность чернозема южного под различными культурами // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2015. Т. 17. № 6. С. 164–168.
18. Горгулько Т. В. Структурно-функциональные особенности микробиоценоза и продуктивность растений *Silybum marianum* (L.) Grantz и *Camelina sativa* (L.) в агроценозах Крыма // *Таврический вестник аграрной науки*. 2018. № 1(13). С. 7–15.

References

1. *Agrobiological cycle of phosphorus* // Ed. by Ivanov A. L. Moscow: Rosselkhozakademiya, 2012. 512 p.
2. Chekmarev P. A. Fertility recovery is a fundament of sustainable development of Russian agribusiness // *Plodorodie*. 2018. No. 1. P. 4–7.
3. Sychev V. G., Shafran S. A. Agrochemical properties of soils and efficiency of mineral fertilizers. Moscow: VNIIA Publishing House, 2013. 296 p.
4. Dobrovolskaya T. G., Zvyagintsev L. G., Chernov I. Yu. Golovchenko A. V., Zenova G. M., Lysak L. V., Manucharova N. A., Marfenina O. E., Polyanskaya L. M., Stepanov A. L., Umarov M. M. The role of microorganisms in the ecological functions of soils // *Pochvovedenie*. 2015. No. 9. P. 1087–1096.
5. Fedotova E. N. Fedorova Yu. N., Rysev M. N. Dependence of plants development and nitrates accumulation in output on environmental factors and fertilizers // *Agrochemical Herald (Agrokhimicheskiy Vestnik)*. 2018. No. 2. P. 53–56.
6. Dumova V. A., Pershina E. V., Merzlyakova Ya. V., Kruglov Yu. V., Andronov E. E. The main trends in dynamics of soil microbiom during a long-term field experiment as indicated by high throughput sequencing the 16s-rRNA gene libraries // *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya (Agricultural biology)*. 2013. No. 5. P. 85–92.
7. Kovalenko E. V., Malakhov N. V. Changes of quantity and activity of soil biota in agroecosystems of different intensity // *Agrochemical Herald (Agrokhimicheskiy Vestnik)*. 2016. No. 3. P. 44–48.
8. Polienko E. A. Ecological assessment of the influence of humic preparations on the state of soils and plants. Authors' abstract. diss. ... cand. Sc. (Biol.). Rostov-on-Don: Southern Federal University, 2016. 24 p.
9. Patent 2490241 of the Russian Federation, IPC C05F 11/02, C05D 9/02. Organic mineral complex fertilizer and the method of its production. Ratnikov A. N., Sanzharova N. I., Petrov K. V., Zhigareva T. L., Sviridenko D. G., Popova G. I., Bochkarev S. N., Ivanov I. A., Ulrich V. I.; patent holder is All-Russian Scientific Research Institute of Agricultural Radiology and Agroecology. No. 2012102125/13; appl. 23.01.2012; publ. August 20, 2013. Bul. № 23. 9 p.
10. “АгроЭкоТех”. [Electronic resource]. Access point: <http://agroecotech.ru/dokumenty/patenty.html> (reference's date 10.09.2018.)

11. Ratnikov A. N., Sanzharova N. I., Petrov K. V., Sviridenko D. G., Popova G. I., Suslov A. A., Lashkiba N. A., Ivanov I. A., Semeshkina P. S., Dadaeva T. A., Amelyushkina T. A., Mazurov M. V. Application of a new biologically active organic mineral complex "GEOTON" in technologies of cultivation of grain crops and maize. Obninsk: FSBSI "All-Russian Scientific Research Institute of Agricultural Radiology and Agroecology", 2017. 30 p.
12. GOST 28168-89. Soils. Sampling. [Electronic resource]. Access point: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/38689>. (reference's date 18.05. 2017).
13. Tepper E. Z., Shilnikova V. K., Pereverzeva G. I. Practical work on microbiology. Moscow: Drofa, 2004. 256 p.
14. Titova V. I., Kozlov A.V. Methods for assessing the functioning of the microbocenosis of soil involved in the transformation of organic matter: Scientific and methodological manual. Nizhny Novgorod Nizhegorodsk Agriculture academy, 2012. 64 p.
15. Dospikhov B. A. Methods of field research. Moscow: Kolos, 1985. 336 p.
16. Tikhonov V. V., Yakushev A. V., Zavgorodnyaya Y. A., Byzov B. A., Demin V. V. Effect of humic acids on bacterial growth // Pochvovedenie. 2010. No. 3. P. 333–341.
17. Bezuglova O. S., Likhman V. A., Gorovtsov A. V., Polienko E. A. Influence of humic fertilizer on structure and microbiological activity of southern chernozem under various cultures // Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2015. Vol. 17. No. 6. P. 164–168.
18. Gorgulko T. V. Structural and functional features of microbiocenosis and productivity of *Camelina sativa* (L.) Grantz and *Silybum marianum* (L.) Grantz in agrocenoses of the Crimea // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2018. No. 1 (13). P. 7–15.

UDC 576.64 + 631.895:633.16

Suslov A. A., Sviridenko D. G., Pimenov E. P., Vasil'eva N. A., Morozova A. I.

EFFECT OF "GEOTON" AND MICROBIAL PREPARATIONS ON OLIGOTROPHIC MICROORGANISMS IN THE RHIZOSPHERE OF SPRING BARLEY

Summary. *Organic mineral complexes are promising types of fertilizers that can provide the agroecosystem with the necessary nutrients. The aim of the research was to study the influence of "GEOTON" and microbial preparations on oligotrophic microorganisms (oligonitrophils that are involved in the process of destruction nitrogenous components of humic and fulvic acids and carrying out non-symbiotic nitrogen fixation; oligocarbophils that provide deep mineralization of soil organic matter and begin its humification) in the rhizosphere of spring barley. The experiments were carried out from 2015 to 2017. During our study we determined that in the period of full ripeness of plants, variants with joint use of pure cultures of microorganisms (strains of microorganisms *Bacillus* sp. 28-2, *Bacillus* sp. 19, *Bacillus* sp. 6H, *Bacillus* sp. 36, which are antagonists of phytopathogens) and organic mineral complex "GEOTON" (dilution 1:80) the number of oligonitrophilic microorganisms tended to increase. The tendency of growth in the soil of groups assimilating from the soil solution nitrogen compounds was noted. It has been established that in the period of complete ripeness of plants, when "GEOTON" (1:80) + variant of the microorganism was used, the number of oligonitrophils increase (from 20–30 × 10⁶ CFU/g soil) compared to "GEOTON" (1:60) + strain of microorganism (up to 45–60 × 10⁶ CFU/g soil). In the phase of milk ripeness (2015 and 2016), the application of "GEOTON" 1:80 with inoculation showed a tendency to increase the number of bacteria that are involved in the process of destruction nitrogenous components of humic and fulvic acids of humus. The values of 2017 were fixed in the phase of full ripeness of 60–110 × 10⁶ CFU/g soil according to "GEOTON" (1:60) + microbial preparation and "GEOTON" (1:80) + microbial preparations, 13 × 10⁶ CFU/g soil. It was noted that when using the "Rhizoagrin" preparation, the increase in the oligocarbophils group was 9–10 times (in 2015 and 2017 (from 8–10 × 10⁶ CFU/g soil on the control to 70–80 × 10⁶ CFU/g soil) during the full ripeness of plants.*

Keywords: "GEOTON", microbial preparations, spring barley *Hordeum L.*

Сулов Алексей Афанасьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии»; 249032, Россия, Калужская область, г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км; e-mail: ecology2003@ukr.net.

Свириденко Дмитрий Георгиевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии»; 249032, Россия, Калужская область, г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км; e-mail: iglina-lv@mail.ru.

Пименов Евгений Павлович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией микробиологии ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии»; 249032, Россия, Калужская область, г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км; e-mail: ecology2003@ukr.net.

Васильева Наиля Анатольевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии»; 249032, Россия, Калужская область, г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км; e-mail: nellyanat@yandex.ru.

Морозова Анастасия Ивановна, младший научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии»; 249032, Россия, Калужская область, г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км; e-mail: anastasiya87-03@yandex.ru.

Suslov Aleksey Afanasievich, Cand. Sc. (Agr.), senior researcher, leading researcher of FSBSI “Russian Research Institute of Radiology and Agroecology”; 109 km, Kiev shosse, Obninsk, Kaluga region, 249032, Russia; e-mail: ecology2003@ukr.net.

Sviridenko Dmitriy Georgievich, Cand. Sc. (Biol.), senior researcher of FSBSI “Russian Research Institute of Radiology and Agroecology”; 109 km, Kiev shosse, Obninsk, Kaluga region, 249032, Russia; e-mail: iglina-lv@mail.ru.

Pimenov Evgeniy Pavlovich, Cand. Sc. (Biol.), senior researcher of FSBSI “Russian Research Institute of Radiology and Agroecology”; 109 km, Kiev shosse, Obninsk, Kaluga region, 249032, Russia; e-mail: ecology2003@ukr.net.

Vasil'eva Nailya Anatolievna, Cand. Sc. (Biol.), senior researcher of FSBSI “Russian Research Institute of Radiology and Agroecology”; 109 km, Kiev shosse, Obninsk, Kaluga region, 249032, Russia; e-mail: nellyanat@yandex.ru.

Morozova Anastasiya Ivanovna, junior researcher of FSBSI “Russian Research Institute of Radiology and Agroecology”; 109 km, Kiev shosse, Obninsk, Kaluga region, 249032, Russia; e-mail: anastasiya87-03@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию – 05.05.2018.

Дата принятия к печати – 24.09.2018.

**К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАМАЗУЛЕНА В СЫРЬЕ
*ACHILLEA MILLEFOLIUM L.***

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

Реферат. Тысячелистник обыкновенный – *Achillea millefolium L.* является одним из известных лекарственных растений, применяемых как в официальной, так и в народной медицине, а также в пищевой индустрии и парфюмерно-косметическом производстве. В РФ контроль качества сырья ведется по содержанию эфирного масла и его основных компонентов, в том числе и хамазулена. Применяемые в настоящее время методики по его определению характеризуются трудоемкостью, отсутствием реактивов в качестве стандартных образцов, а также значительной относительной ошибкой определения. Цель исследований – разработка методики количественного определения хамазулена в эфирном масле *Achillea millefolium L.* с применением газохроматографического метода с внутренним стандартом. В результате исследований разработана методика ГЖХ (газожидкостной хроматографии) с внутренним стандартом определения содержания хамазулена в сырье *A. millefolium* и установлены ее метрологические характеристики. Проведены сравнительные исследования двух методик (ГЖХ и фотоколориметрической) определения хамазулена в эфирном масле *A. millefolium*. Установлено, что в эфирном масле сорта Эней (целое растение) содержание хамазулена находилось на уровне 41,69 % (метод ГЖХ) и 38,91 % (метод фотоколориметрии), а у сорта Миллеениум соответственно – 49,22 и 47,98 %. При фотоколориметрическом определении содержания хамазулена результаты были на 1,2 и 2,8 % ниже результатов по ГЖХ. В образцах эфирного масла из отдельных фракций растения (листьев, соцветий, стеблей), наблюдалась такая же картина, то есть, фактическая разница между результатами двух методов была на уровне 1,0–3,0 %. Разработанная методика позволяет наиболее точно определить содержание хамазулена в эфирных маслах различных фракций растительного сырья *A. millefolium* и может быть использована для контроля качества эфирного масла.

Ключевые слова: *Achillea millefolium L.*, методика, хамазулен, газохроматографический анализ.

Введение

Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium L.*) – самый распространенный вид рода тысячелистников (*Achillea L.*), широко применяется в официальной и народной медицине. Это растение включено в фармакопею Российской Федерации [1] и в фармакопеи других стран мира (Нидерланды, Швейцария, Швеция, Финляндия, Румыния, Австралия, Украина, Беларусь и др.) [2–4].

Тысячелистник характеризуется ярко выраженным полиморфизмом, многокомпонентностью и непостоянством химического состава, в том числе эфирного масла [5, 6]. В то же время имеются данные о наличии в составе эфирного масла *A. millefolium* веществ с антифлогистическими свойствами – хамазулен (1,4-диметил-7-этилазулена). При этом содержание хамазулена в различных образцах эфирных масел неодинаковое и зависит от количественного соотношения в растениях непрохамазуленовых и прохамазуленовых сесквитерпеновых лактонов (предшественников хамазулена), биосинтез которых зависит от набора хромосом и условий произрастания [7, 8]. Известно, что хамазулен в нативном виде в растениях не содержится, а образуется в процессе дистилляции при термическом разложении ахиллицина и матрицина, с образованием ароматической системы азулена [9, 10]. Присутствие хамазулена в эфирном масле можно обнаружить по окраске эфирного

масла, что придает маслу синий цвет даже в очень малых концентрациях. Хамазулен определяет регенеративные, противовоспалительные, кровоостанавливающие и противоожоговые свойства эфирного масла *A. millefolium* и может содержаться в большом диапазоне концентраций (от следовых количеств до 70 %) в зависимости от фазы вегетации растений, фракционного состава и сортовых особенностей сырья, региона выращивания, погодных-климатических условий и других факторов. По данным литературы, контроль качества эфирного масла предполагает количественное определение в нем хамазулена, при этом применяют различное аналитическое оборудование и методики [11–15].

В настоящее время для определения содержания хамазулена в эфирном масле азуленсодержащих растений (тысячелистник обыкновенный, ромашка аптечная, пижма обыкновенная) применяют следующие методы:

- тонкослойная хроматография с последующим колориметрическим (фотометрическим) определением хамазулена [11, 12];
- УФ-спектрофотометрия, основанная на определении удельного показателя поглощения при длине волны 358 нм [4];
- газожидкостная хроматография с масс-спектрометрией [9];
- спектрофотометрия с прямым расчетом концентрации по молярному коэффициенту экстинкции [13];
- спектрофотометрия с применением пикриновой кислоты [14];
- фотоколориметрия [15].

Известные методики количественного определения хамазулена в эфирных маслах характеризуются трудоемкостью проведения анализа процесса, применения малодоступных реактивов в качестве стандартных образцов, а также значительной относительной ошибкой определения. Кроме того, при низком содержании хамазулена в эфирном масле эти методы могут давать недостоверные результаты.

Цель исследований – разработка методики количественного определения хамазулена в эфирном масле *Achillea millefolium* L. с применением газохроматографического метода с внутренним стандартом.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2017 г. в отделе переработки и стандартизации эфиромасличного сырья ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма». Материал исследований – свежесобранное сырье двух сортов *Achillea millefolium* L.: Миллениум и Эней (селекция ФГБУН «НИИСХ Крыма»). Сырье представляло собой свежесрезанную в фазу массового цветения на 15–20 см от уровня почвы надземную облиственную часть растений. Эфирное масло получали методом гидродистилляции по Клевенджеру [16]. Эфирное масло – легкоподвижная жидкость, синего или темно-синего цвета с характерным бальзамическим запахом, который присущ запаху растений *A. millefolium*. Содержание хамазулена в эфирном масле определяли фотоколориметрическим методом по калибровочному графику, построенному с использованием раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия в фосфатном буфере [15] и разработанным газохроматографическим методом. В наших исследованиях фотоколориметрический метод выбран в качестве контрольного, так как он является альтернативой методу газожидкостной хроматографии определения хамазулена в эфирных маслах азуленсодержащих растений. Метрологическую обработку результатов проводили согласно рекомендациям [17].

Результаты исследований и их обсуждение

Суть разработанного метода заключается в хроматографическом разделении компонентов эфирного масла с последующим определением массовой доли хамазулена. Для этого экспериментально установлены параметры проведения измерения.

Исследования проводили на хроматографе Кристалл 2000М с пламенно-ионизационным детектором. Условия хроматографирования: капиллярная колонка длиной 50000 см, внутренний диаметр – $3,2 \times 10^{-2}$ см, неподвижная фаза: ПЭГ-20М. Температура термостата: программирование от 80 °С продолжительностью шесть минут, далее программирование со скоростью 3 °С/мин до 182 °С, температура испарителя – 230 °С, температура детектора – 240 °С. Газ-носитель – азот, давление на входе в колонку 75 кПа продолжительностью шесть минут, далее со скоростью – 0,50 кПа/мин. до 92,0 кПа. Деление потока 1/50. Объем пробы 5×10^{-2} см³. В качестве внутреннего стандарта использовали β-фенилэтиловый спирт (CAS-№: 60-12-8) с чистотой 98 %. В качестве внутреннего стандарта можно использовать и другие химически чистые вещества, отсутствующие в анализируемой смеси, но структурно похожие на определяемое соединение, пик внутреннего стандарта на хроматограмме должен быть полностью отделен от пиков других соединений и должен располагаться рядом с пиком определяемого вещества.

В ходе исследований из полученных образцов эфирного масла отбирали навеску массой от 0,0500 г до 0,1000 г и помещали в стеклянный бюкс вместимостью 10 см³ с притертой пробкой, затем добавляли от 0,0100 г до 0,0500 г (точная навеска) внутреннего стандарта по массе или объему в виде раствора, содержащего такую же массу стандарта. Содержимое бюкса тщательно перемешивали встряхиванием. Пробу эфирного масла отбирали микрошприцем и вводили в испаритель хроматографа.

Массовую долю хамазулена в эфирном масле C_x рассчитывали по формуле:

$$C_x = \frac{S_x \cdot m_{\text{вн.ст.}} \cdot \mathcal{C}_{\text{вн.ст.}}}{S_{\text{вн.ст.}} \cdot m_{\text{образца}}} \cdot 100$$

Где: S_x – площадь пика хамазулена, мм²;

$m_{\text{вн.ст.}}$ – масса навески внутреннего стандарта, г;

$\mathcal{C}_{\text{вн.ст.}}$ – чистота внутреннего стандарта (не менее 98), %;

$S_{\text{вн.ст.}}$ – площадь пика внутреннего стандарта, мм²;

$m_{\text{образца}}$ – масса навески эфирного масла, г;

100 – коэффициент пересчета в проценты.

Вычисления проводили с точностью до третьего десятичного знака, с последующим округлением результата до второго десятичного знака.

Метрологические характеристики разработанной методики определяли в серии последовательных и параллельных определений. Установлено, что расхождение между результатами двух параллельных определений (сходимость) не должно превышать 0,1 % при содержании хамазулена до 10 %; 0,8 % при содержании хамазулена – от 10 до 60 % и 1,0 % при содержании хамазулена более 60 % в эфирном масле. Абсолютная ошибка измерения при R_{095} не должна превышать $\pm 1,0$ %.

Хроматограмма эфирного масла *A. millefolium* с внутренним стандартом, полученного из целых растений в фазу массового цветения представлена на рисунке 1.

Для сравнения разработанной нами и контрольной (фотоколориметрической) методик были проведены исследования по определению содержания хамазулена в эфирном масле тысячелистника двух сортов: Эней и Миллениум. Полученные результаты исследований представлены в таблице 1.

Исследования показали, что фракционный состав сырья *A. millefolium* представлен листьями, стеблями и соцветиями (у сорта Эней в процентном соотношении 38,1; 31,1; 30,8, у сорта Миллениум соответственно 42,6; 29,1; 28,3). При этом содержание эфирного масла у сорта Эней было практически на одном уровне в листьях и соцветиях (0,90 % на абсолютно сухую массу), у сорта Миллениум в соцветиях содержание эфирного масла было в 2,5 раза выше, чем в листьях (см. таблицу 1).

Содержание хамазулена в эфирном масле соцветий сорта Эней было выше, чем в эфирном масле из листьев на 9–11 %, а у сорта Миллениум – на 9–10 % ниже.

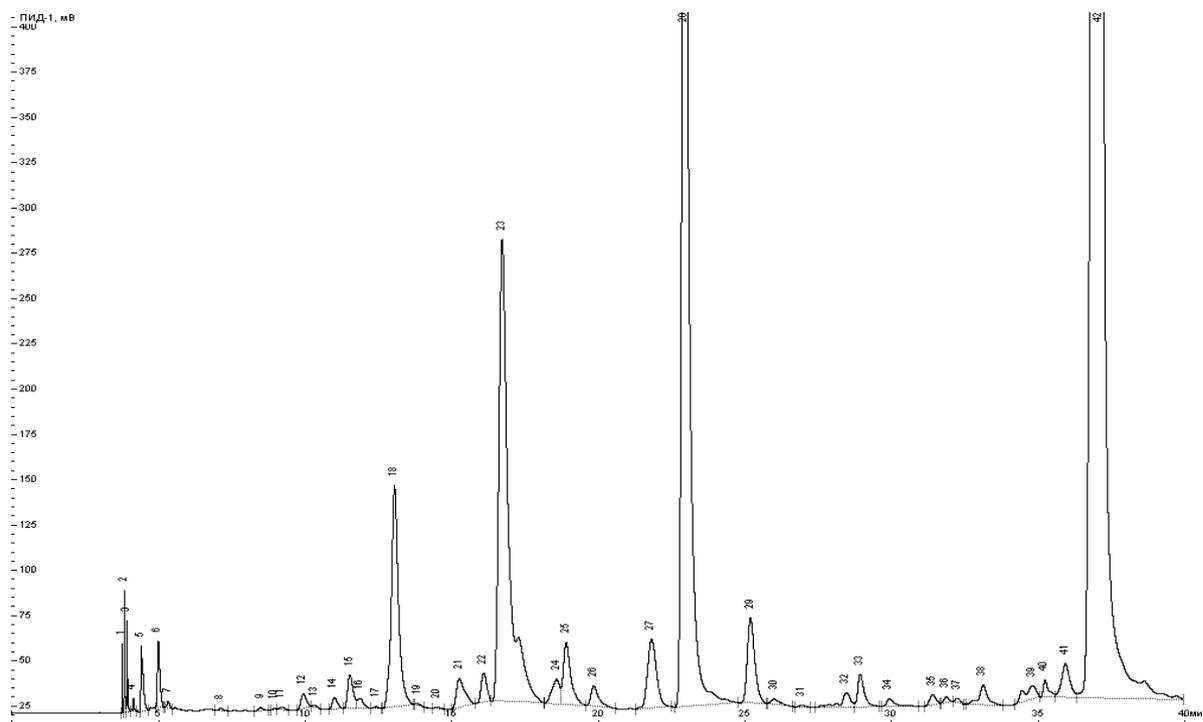


Рисунок 1 – Типичная хроматограмма эфирного масла *A. millefolium* с внутренним стандартом

Примечание. 1. α -пинен; 2. Камфен; 3. Сабинен; 4. β -пинен; 5. Мирцен; 6. *p*-цимен; 7. Эвкалиптол; 13. γ -терпинен; 14. Транс- β -оцимен; 15. Сабинен гидрат; 18. Камфора; 22. γ -терпинеол; 23. Борнеол; 26. Гераниол; 27. Терпинен-4-ол; 28. Внутренний стандарт; 29. α -терпинеол; 30. Борнилацетат; 31. Карвакрол; 32. Эвгенол; 33. Кариофиллен; 35. Кариофиллен оксид; 39. β -кадинол; 42. Хамазулен.

Таблица 1 – Содержание эфирного масла в растениях *A. millefolium* и хамазулена в эфирном масле

Орган растения	Фракционный состав сырья, %	Массовая доля, % m/m				
		влаги	эфирного масла		хамазулена	
			на сырую массу	на абсолютно сухую массу	ГЖХ	фотоколориметрия
сорт Эней						
Листья	38,1	60,5 ± 0,2	0,30 ± 0,02	0,90 ± 0,04	61,70 ± 1,0	59,40 ± 1,0
Стебли	31,1	67,0 ± 0,2	0,08 ± 0,01	0,20 ± 0,01	37,62 ± 0,6	36,15 ± 0,8
Соцветия	30,8	70,0 ± 0,2	0,28 ± 0,02	0,90 ± 0,04	71,92 ± 1,0	70,06 ± 1,0
Целое	100,0	65,8 ± 0,2	0,22 ± 0,01	0,60 ± 0,03	41,69 ± 0,6	38,91 ± 0,9
сорт Миллениум						
Листья	42,6	62,15 ± 0,2	0,10 ± 0,01	0,33 ± 0,02	63,24 ± 1,0	62,56 ± 1,2
Стебли	29,1	69,45 ± 0,2	следы	следы	следы	следы
Соцветия	28,3	70,23 ± 0,2	0,24 ± 0,02	0,81 ± 0,04	54,66 ± 0,8	52,85 ± 0,8
Целое	100,0	69,15 ± 0,2	0,14 ± 0,01	0,45 ± 0,03	49,22 ± 0,6	47,98 ± 0,8

Из приведенных данных также видно, что в эфирном масле сорта Эней (целое растение) содержание хамазулена находилось на уровне 41,69 % (метод ГЖХ) и 38,91 % (метод фотоколориметрии), а у сорта Миллениум – 49,22 и 47,98 % соответственно. При фотоколориметрическом определении содержания хамазулена результаты были на 1,2 и 2,8 % ниже результатов по ГЖХ. В образцах эфирного масла, полученных из отдельных

фракций растения (листьев, соцветий, стеблей), наблюдалась такая же картина, то есть, фактическая разница между результатами двух методов была на уровне 1,0–3,0 %.

Исходя из вышеизложенного следует, что для определения содержания хамазулена в эфирном масле *A. millefolium* можно использовать два метода в зависимости от наличия в лабораториях соответствующего оборудования и химреактивов.

Выводы

Разработана газохроматографическая методика с внутренним стандартом определения содержания хамазулена в эфирном масле *Achillea millefolium* L.

Проведены сравнительные исследования двух методик (ГЖХ и фотоколориметрической) определения хамазулена в эфирном масле *A. millefolium*. Установлено, что разработанная методика позволяет наиболее точно определить содержание хамазулена в эфирных маслах различных фракций растительного сырья *A. millefolium*. Данная методика отвечает основным требованиям аналитической пригодности: надежности и специфичности.

Литература

1. Государственная Фармакопея СССР. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. Изд. 11-е. Вып. 2. М.: Медицина, 1989. 400 с.
2. Государственная фармакопея Республики Беларусь. Общие и частные фармакопейные статьи. Том 2. Минск, 2007. С. 431–433.
3. Державна фармакопея України, перше видання, доповнення 2 // Під. ред. Гризодуба О. І. Харків: ПІРЕГ, 2008. С. 420–423.
4. Сурнина Н. Т. Изучение химического состава и биологической активности густого экстракта и шрота травы тысячелистника обыкновенного. Дисс. ... канд. фарм. наук. Курск: Курский государственный медицинский университет, 2002. 168 с.
5. Калинкина Г. И., Дембицкий А. Д., Березовская Т. П. Химический состав эфирных масел некоторых видов тысячелистника флоры Сибири // Химия растительного сырья. 2000. Т. 4. № 3. С. 13–16.
6. Юсубов М. С., Калинкина Г. И., Дрыгунова Л. А., Покровский Л. М., Королюк Е. А., Ткачев А. В. Химический состав эфирного масла тысячелистников обыкновенного (*Achillea millefolium* L.) и азиатского (*Achillea asiatica* Serg.) // Химия растительного сырья. 2000. № 3. С. 25–32.
7. Данилейко И. Р., Апыхтин Н. Н., Племенков В. В. Содержание хамазулена в эфирном масле тысячелистника обыкновенного, произрастающего на различных почвах // Вестник Балтийского Федерального Университета имени И. Канта. 2012. № 7. С. 33–37.
8. Коновалов Д. А. Природные азулены // Растительные ресурсы. 1995. Т. 31. Вып. 1. С. 101–132.
9. Покровская И. С., Мазова О. В., Апыхтин Н. Н., Маркин В. И., Племенков В. В. Хемотаксономия тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium*) // Химия растительного сырья. 2009. № 3. С. 85–88.
10. Энциклопедический словарь лекарственных растений и продуктов животного происхождения // Под ред. Яковлева Г. П., Блиновой К. Ф. СПб.: изд-во СПХВА, 2002. 407 с.
11. Ognianov I., Lesseva I. Method for the quantitative determination of azulene in *Matricaria chamomilla* oil // Доклады Болгарской АН. 1956. Т. 9. Вып. 3. С. 33–39.
12. Stahl E. Thin layer chromatography for characterization of pharmacopeia drugs. 5. Chamomile flowers flores Chamomillae // Arzneimittel-Forschung. 1969. Vol. 19. No. 11. P. 1892.
13. Палей Р. В. Химический состав эфирного масла *Achillea millefolium* L. и его модификация. Автореф. дисс. ... канд. хим. наук. Казань: Казанский государственный медицинский университет, 1998. 18 с.
14. Шишмарева Т. М. Применение пикриновой кислоты для количественного анализа хамазулена в цветках *Matricaria chamomilla* // Химия растительного сырья. 2016. № 3. С. 95–101.
15. ДСТУ 5057:2008. Масло эфирное тысячелистника обыкновенного. Технические условия. Киев: Госпотребстандарт, 2010. 13 с.
16. ГОСТ 34213-2017. Сырье эфиромасличное цветочно-травянистое. Методы отбора проб, определения влаги, примесей и эфирного масла. Введ. 2019-01-01. М.: Стандартинформ, 2018. 23 с.
17. Государственная Фармакопея СССР. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. 11-е изд. Вып. 1. М.: Медицина, 1987. 336 с.

References

1. State Pharmacopoeia of the USSR. General methods of analysis. Medicinal plant raw material. 11th ed. Vol. 2. Moscow: Meditsina, 1989. 400 p.
2. State Pharmacopoeia of the Republic of Belarus. General and private pharmacopoeia articles. Vol. 2. Minsk, 2007. P. 431–433.
3. State Pharmacopoeia of Ukraine, 1st ed., addition 2 // Ed. by Grizodub O. I. Kharkov: RIREG, 2008. P. 420–423.
4. Surnina N. T. Study of chemical composition and biological activity of thick extract and meal of common yarrow herb. Thesis ... Cand. Sc. (Pharm.). Kursk: Kursk State Medical University, 2002. 168 c.
5. Kalinkina G. I., Dembitskii A. D., Berezovskaya T. P. The chemical composition of essential oils of some species of yarrow flora of Siberia // *Khimiia rastitel'nogo syr'ia* (Chemistry of plant raw material). 2000. Vol. 4. No 3. P. 13–16.
6. Yusubov M. S., Kalinkina G. I., Drygunova L. A., Pokrovskii L. M., Korolyuk E. A., Tkachev A. V. Chemical composition of essential oil of yarrow ordinary (*Achillea millefolium* L.) and Asian (*Achillea asiatica* Serg.) // *Khimiia rastitel'nogo syr'ia* (Chemistry of plant raw material). 2000. No. 3. P. 25–32.
7. Danileiko I. R., Apykhtin N. N., Plemenkov V. V. The content of chamazulene in the essential oil of yarrow, which grows on different soils // *IKBFU's Vestnik. Ser. "Natural and Medical Sciences"*. 2012. No. 7. P. 33–37.
8. Kononov D. A. Natural azulenes // *Rastitelnye resursy*. 1995. Vol. 31. Iss. 1. P. 101–132.
9. Pokrovskaya I. S., Mazova O. V., Apykhtin N. N., Markin V. I., Plemenkov V. V. Chemotaxonomy of yarrow (*Achillea millefolium*) // *Khimiia rastitel'nogo syr'ia* (Chemistry of plant raw material). 2009. No. 3. P. 85–88.
10. Encyclopaedic dictionary of medicinal plants and animal products. 2nd ed. // Ed. by Yakovlev G. P., Blinova K. F. Saint-Petersburg: publishing house of SPKhVA, 2002. 407 p.
11. Ognianov I., Lesseva I. Method for the quantitative determination of azulene in *Matricaria chamomilla* oil // The reports of the Bulgarian Academy of Sciences. 1956. Vol. 9. Is. 3. P. 33–39.
12. Stahl E. Thin layer chromatography for characterization of pharmacopoeia drugs. 5. Chamomile flowers flores Chamomillae // *Arzneimittel-Forschung*. 1969. Vol. 19. No. 11. P. 1892.
13. Paley R. V. The chemical composition of the essential oil of *Achillea millefolium* L. and its modification. Autors abstract diss. ... Cand. Sc. (Chem.). Kazan: Kazan State Medical University, 1998. 18 p.
14. Shishmareva T. M. The use of picric acid for the quantitative analysis of chamazulene in the flowers of *Matricaria chamomilla* // *Khimiia rastitel'nogo syr'ia* (Chemistry of plant raw material). 2016. No. 3. P. 95–88.
15. DSTU 5057:2008. Essential oil of yarrow. Technical conditions. Kiev: Gospotrebstandart, 2010. 13 p.
16. GOST 34213-2017. Essential oil floral-herbal raw material. Methods of sampling, determining the moisture, impurities and essential oil. Adopted 2019-01-01. Moscow: Standartinform, 2018. 23 p.
17. State Pharmacopoeia of the USSR. General methods of analysis. Medicinal plant raw material. 11th ed. Vol. 1. Moscow: Meditsina, 1989. 336 p.

UDC 633.81:543.8

Timasheva L. A., Pekhova O. A., Danilova I. L.

METHODOLOGY FOR THE CHAMAZULENE DETERMINATION IN THE RAW MATERIAL OF *ACHILLEA MILLEFOLIUM* L.

Summary. *Achillea millefolium* L. is one of the well-known medicinal plants used in both official and folk medicine, as well as in the food industry and perfumery and cosmetic production. In the Russian Federation, the quality of raw materials is controlled by the content of essential oil and its main components, including chamazulene. The presence of chamazulene in the essential oil is detected by the color, namely blue. Chamazulene has the category of aromatic hydrocarbons, molecular formula: $C_{14}H_{16}$, molecular weight (in E. M.): 184,277, CAS 529-05-5 (chemical compounds database). Thin-layer chromatography followed by colorimetric analysis; spectrophotometry, gas-liquid chromatography, photocolometry, etc. are used to determine the content of chamazulene in the essential oil of azulene-containing plants. Yet, currently used methods are characterized by the complexity of the analysis, labor-intensiveness, absence of reagents (standard samples), as well as a significant relative error in determination. The aim of our study was to develop methods for the quantitative determination of chamazulene in the essential oil of *Achillea millefolium* L. using gas chromatography with an internal standard. Our research resulted in the development of GLC

technique (gas-liquid chromatography) with an internal standard for determining the content of chamazulene in the raw material of A. millefolium, and also its metrological characteristics were established. Comparative studies of two methods (GLC and photocolometry) for determination of chamazulene content in the essential oil of A. millefolium were carried out. It was experimentally determined that the content of chamazulene in the essential oil of the Eney variety (whole plant) was at the level of 41.69 % (GLC) and 38.91 % (photocolometry), and Millennium variety – 49.22 and 47.98 %, respectively. When determining the content of chamazulene using photocolometry, the results were 1.2 and 2.8 % lower than GLC results. In samples of essential oil obtained from different parts of plant (leaves, inflorescences, stems), the same results were obtained, i.e. the actual difference between the results of two methods was at the level of 1.0–3.0 %. The developed method makes it possible to provide an accurate determination of the content of chamazulene in the essential oils of various fractions of A. millefolium raw material and can be used to control the quality of the essential oil.

Keywords: *Achillea millefolium L., methodology, chamazulene, gas chromatography (GC) analysis.*

Тимашева Лидия Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующая отделом переработки и стандартизации эфиромасличного сырья, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: isocrimea@gmail.com.

Пехова Ольга Антоновна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела переработки и стандартизации эфиромасличного сырья, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: isocrimea@gmail.com.

Данилова Ирина Львовна, научный сотрудник отдела переработки и стандартизации эфиромасличного сырья, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: isocrimea@gmail.com.

Timasheva Lidia Alekseevna, Cand. Sc. (Agr.), senior researcher, head of Department of processing and standardization of essential oil raw materials, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: isocrimea@gmail.com.

Pekhova Olga Antonovna, Cand. Sc. (Agr.), leading researcher of Department of processing and standardization of essential oil raw materials, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: isocrimea@gmail.com.

Danilova Irina Lvovna, researcher, of Department of processing and standardization of essential oil raw materials, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: isocrimea@gmail.com.

Дата поступления в редакцию – 19.09.2018.

Дата принятия к печати – 01.10.2018.

DOI: 10.25637/TVAN.2018.03.14.

УДК 633.16:631.81

Черкашина А. В.¹, Демчук А. В.², Кошелева М. В.¹, Ростова Е. Н.¹, Моляр С. А.¹
**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ ОЗИМОГО ПО ПРЕДШЕСТВЕННИКУ НУТ
В СТЕПНОЙ ЗОНЕ КРЫМА**

¹ ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»;

² Прибрежно-аграрный колледж (филиал) ФГАОУ ВО «КФУ имени В. И. Вернадского»

Реферат. Наряду с правильным подбором предшественника важнейшим фактором получения высокого и качественного урожая ячменя озимого являются удобрения. Цель исследований – изучить влияние способов внесения минеральных удобрений на урожайность ячменя озимого по предшественнику нут в условиях степного Крыма. Задачи: изучение влияния полного и дробного внесения удобрений, сравнение двух способов азотных подкормок – вразброс по таломерзлой почве и сеялкой в зону залегания корней при весеннем возобновлении вегетации растений ячменя озимого. Исследования проводили на опытном поле ФГБУН «НИИСХ Крыма» (с. Клепино, Красногвардейский район) в 2014–2015 гг. по предшественнику нут. Сорт ячменя озимого Онега. Установлено, что в условиях, различных по влагообеспеченности весеннего периода вегетации 2014 и 2015 гг., внесение удобрений изученными способами не оказывало существенного влияния на урожайность зерна ячменя озимого по предшественнику нут. В контроле урожайность зерна в 2014 г. составила 3,46 т/га, в 2015 – 3,13 т/га. Применение минеральных удобрений приводило к достоверному увеличению высоты растений ячменя озимого в 2014 г. – на 6,3–8,5 % в 2015 – на 5,8–8,5 % по сравнению с контролем. В 2015 г. в вариантах с применением удобрений отмечено полегание. В 2014 г. внесение удобрений всеми изучаемыми способами оказывало положительное влияние на длину колоса (до 7,2 см), массу зерна с колоса (до 1,51 г). В 2015 г. отмечено значительное увеличение продуктивной кустистости (на 33,3 %) при внесении минеральных удобрений под предпосевную культивацию. Масса зерна с колоса, масса 1000 зерен в 2015 г. существенно не отличались от контроля (1,51–1,56 г). В 2014–2015 гг. внесение изученными способами минеральных удобрений нормой N₆₀P₆₀ при выращивании ячменя озимого в степной зоне Крыма по предшественнику нут было экономически нецелесообразно.

Ключевые слова: ячмень озимый *Hordeum sativum* Lessen, азотные удобрения, подкормка, урожайность, предшественник, нут *Cicer arietinum* L.

Введение

Ячмень озимый *Hordeum sativum* Lessen – основная фуражная культура в Республике Крым. Требования этой культуры к условиям произрастания в большей степени, чем других зерновых культур, соответствуют условиям Крымского полуострова, что обеспечивает возможность получения наиболее высокого урожая зерна. В структуре посевных площадей зерновых культур Крыма удельный вес этой культуры в 2015 г. составил 26,4 %, а к 2020 г. прогнозируется увеличение этого показателя до 37,7 % [1].

По данным Крымстата, урожайность зерна ячменя озимого с одного гектара убранной площади в хозяйствах всех категорий Республики Крым в 2014–2017 гг. варьировала от 2,32 до 2,92 т. [2] и в среднем за эти годы составила 2,53 т/га.

Приведенные цифры свидетельствуют, что потенциал урожайности ячменя озимого в условиях Крыма раскрыт не полностью.

Ведущую роль при формировании урожая в засушливых условиях Крыма играют предшественники. Правильно выбранный предшественник без дополнительных затрат повышает урожайность ячменя озимого на 20–60 % [3]. Высев ячменя озимого по хорошим предшественникам: зернобобовым (горох, нут), кормовым, масличным позволит обеспечить более высокую его урожайность и натуру зерна [1]. Нут *Cicer arietinum* L. является отличным предшественником для ячменя озимого. В условиях, благоприятных для развития клубеньковых бактерий, после выращивания нута с корневыми и пожнивными остатками поступает в почву до 30 % симбиотрофного (биологического) азота, которое эквивалентно внесению около 110 кг/га аммиачной селитры [4].

Кроме предшественников, значительную роль в формировании величины урожая и качества зерна озимого ячменя играют азотные удобрения [5]. Эффективность внесения азота определяется биологическими особенностями сортов и целями выращивания ячменя, уровнем плодородия почвы и погодными условиями года. Важны и сроки внесения азотных удобрений, поскольку к концу кущения ячмень поглощает более половины потребляемого за вегетацию азота. Высокая потребность ячменя в элементах питания объясняется относительно коротким вегетационным периодом культуры. Действие азотных удобрений опосредовано достаточным количеством подвижного фосфора в почве [5].

В настоящее время ученые Крыма придерживаются двух основных мнений об эффективности способов внесения азотных удобрений под озимые зерновые культуры [6, 7]. Первое: учитывая непромывной режим почв степной части полуострова, существует возможность внесения полной нормы с осени, под основную или предпосевную обработку почвы, или при посеве. Другое мнение: при возобновлении вегетации растения нуждаются в дополнительном количестве азота для более эффективного роста и развития. Как следствие – внесение азотных удобрений необходимо разделять: большую часть вносить с осени, остальное – в виде подкормок в зимне-весенний период.

Предметом обсуждения является и способ проведения азотных подкормок. Применяют два основных способа: внесение разбросным способом по таломерзлой почве и сеялками в зону залегания корней при возобновлении вегетации. Оба способа имеют свои плюсы и минусы. Часть специалистов склоняется к мнению, что более рациональным является внесение разбросным методом по таломерзлой почве [8]. Это обусловлено выгодой с экономической точки зрения, так как производительность в этом случае значительно выше, чем при внесении сеялками. Также уменьшается амортизационная нагрузка на технику.

Однако при внесении удобрений непосредственно в зону залегания корней, потери азота практически сведены к минимуму, следовательно, эффективность при этом повышается.

Ареал возделывания ячменя озимого ограничен, но каждый регион, возделывающий эту культуру, обладает своими специфическими особенностями, поэтому совершенно очевидна необходимость оптимизации системы удобрений применительно к почвенно-климатическим условиям места его выращивания [5].

Ранее проведенные нами исследования по изучению влияния сроков и способов внесения удобрений (N₆₀P₆₀) на урожайность ячменя озимого по различным предшественникам в условиях степного Крыма свидетельствуют, что эффективность

от применения удобрений зависела от обеспеченности влагой. В засушливом 2014 г. удобрения не оказывали существенного влияния на урожайность зерна ячменя озимого по пшенице озимой [9] и льну [10]. В 2015 г. внесение удобрений нормой $N_{60}P_{60}$ достоверно повышало урожайность зерна ячменя озимого независимо от способа их внесения по пшенице озимой [9] и льну [10].

Впервые за последние годы сроки и способы внесения азотных подкормок были изучены в одном опыте в условиях степного Крыма для их сравнительной оценки на ячмене озимом по предшественнику нут.

Цель исследований – изучить влияние способов внесения минеральных удобрений на урожайность ячменя озимого по предшественнику нут в условиях степного Крыма.

Задачи исследований – изучение влияния полного и дробного внесения удобрений, а также сравнение двух способов азотных подкормок: вразброс по таломерзлой почве и сеялкой в зону залегания корней при весеннем возобновлении вегетации растений ячменя озимого.

Материалы и методы исследований

Опыты по изучению влияния различных способов внесения удобрений на урожайность ячменя озимого проводили на опытном поле в ФГБУН «НИИСХ Крыма» в 2014–2015 гг. по предшественнику нут. Изучали следующие варианты:

1. Без удобрений (контроль);
2. Внесение полной нормы минеральных удобрений с осени под предпосевную культивацию из расчета $N_{60}P_{60}$;
3. Дробное внесение минеральных удобрений из расчета $N_{40}P_{60}$ с осени под предпосевную культивацию и N_{20} в виде подкормки разбросным способом по таломерзлой почве;
4. Дробное внесение минеральных удобрений из расчета $N_{40}P_{60}$ с осени под предпосевную культивацию и N_{20} в виде подкормки сеялкой после возобновления вегетации в фазу кущения.

Посев среднеспелого сорта ячменя озимого Онега проводили в оптимальные для зоны сроки. Норма высева – 4 млн шт. всхожих семян на гектар.

Общая площадь делянки – 100 м², учетная – 50 м². Повторность – четырехкратная, размещение делянок – систематическое. Технология выращивания ячменя озимого – адаптивная, общепринятая для степной зоны Крыма [6]. Математическую обработку данных проводили по методике Б. А. Доспехова [11].

Почва опытного участка – чернозем южный, малогумусный, на четвертичных желто-бурых лессовидных легких глинах. Мощность гумусового слоя (горизонт А) составляет 24–36 см, всего – 57–70 см. На пашне содержание гумуса составляет 2,4–2,7 % [12]. В пахотном слое содержится на 100 г абсолютно сухой почвы 5,2 мг азота, легкогидролизуемого, 1,0–2,5 мг фосфора, 42 мг калия. Механический состав почвы слабоглинистый. Структура комковатая, пылевато-порошистая. Объемная масса метрового слоя почвы – 1,24 г/см³.

Валового азота на пашне – 0,11–0,12 %, фосфора – 0,20 %, калия – 1,96 %. Реакция почвенного раствора в верхнем горизонте слабощелочная (рН 7,7–7,9) [13].

Климат района проведения исследований – континентальный, засушливый, с большой амплитудой годовых колебаний температуры воздуха и атмосферных осадков. Среднегодовая температура воздуха составляет 10,2 °С. Для степного Крыма характерна неустойчивая зима со значительным колебанием температур, отсутствие

устойчивого снежного покрова, переменное замерзание и оттаивание почвы. Глубина промерзания обычно не превышает 20–30 см.

Самый холодный месяц – февраль, со средней температурой от –2,3 до 0 °С. В отдельные годы температура может снижаться до –20 °С. Лето жаркое, с температурами 20–24 °С [14]. Гидротермический коэффициент – 0,5–0,7. Среднее годовое количество осадков составляет 426 мм. По многолетним данным, каждый третий год бывает засушливым. Отрицательной особенностью климата степного Крыма являются частые ветра. Зимой здесь доминируют восточные, летом – юго-западные. Суховеи – явление ежегодно повторяющееся.

Погодные условия в предпосевной и посевной периоды 2013 и 2014 гг. были благоприятными для роста и развития растений озимого ячменя. Количество осадков за эти периоды составляло 152 и 165,2 % от среднемноголетней нормы, температура воздуха была на уровне среднемноголетнего показателя, продуктивной влаги в пахотном слое накопилось достаточно для появления всходов и развития растений в осенний период (таблица 1).

Таблица 1 – Условия влагообеспечения в предпосевной и посевной периоды

Год	Количество осадков за период июль–октябрь		Средняя температура воздуха за период июль–октябрь		Количество продуктивной влаги в пахотном слое, мм
	мм	% к среднемноголетнему	°С	± к среднемноголетнему	
2013	225,1	152	18,2	-0,2	24
2014	244,5	165,2	19	+0,6	41

Весенний период вегетации был менее благоприятным по сравнению с предпосевным и посевным периодом. При возобновлении вегетации количество продуктивной влаги в метровом слое было на уровне среднемноголетней нормы, но по сумме осадков за период март-май наблюдали значительные различия. В 2014 г. этот период характеризовался дефицитом осадков, их выпало меньше от среднемноголетней нормы (рисунок 1), негативное влияние усугубляла низкая влажность воздуха.

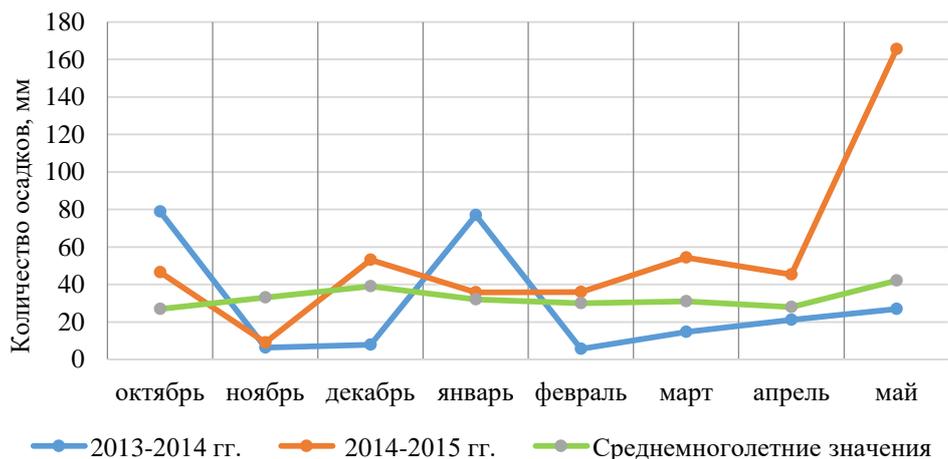


Рисунок 1 – Распределение осадков за период вегетации ячменя озимого

Число дней с влажностью воздуха 30 % и ниже составило 17 (141 % среднемноголетней нормы). В 2015 г. за период март–май выпало 265,2 мм осадков, что превысило норму более, чем в 2,5 раза (таблица 2).

Однако осадки распределялись неравномерно. В ноябре их выпало меньше нормы, в остальные месяцы осадки превышали среднемноголетние значения. В мае выпало 165,5 мм, что выше нормы в 3,9 раза.

Дожди были ливневого характера, вызвали полегание ячменя озимого на удобренных участках.

Таблица 2 – Погодные условия периода весенней вегетации озимого ячменя

Год	Количество продуктивной влаги в метровом слое при ВВВ*, мм	Сумма осадков за период март–май, мм	Средняя температура воздуха за период март–май, °С	Количество дней с влажностью воздуха 30 % и ниже
2014	138	62,7	11,5	17
2015	134	265,2	10,2	21
Среднемноголетнее	130	101	9,7	12

Примечание. * ВВВ – возобновление весенней вегетации.

Отрицательное влияние на развитие растений оказывала низкая влажность воздуха – количество дней с влажностью воздуха 30 % и ниже почти вдвое превысило норму.

Результаты и их обсуждение

В 2014 г., который характеризовался недобором осадков в весеннюю вегетацию, средняя урожайность зерна ячменя озимого составила 3,44 т/га и во всех изучаемых вариантах с внесением удобрений существенно не превысила контроль (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние различных способов внесения минеральных удобрений на урожайность зерна ячменя озимого по предшественнику нут

Вариант опыта	Урожайность зерна, т/га	
	2014 г.	2015 г.
Контроль (без удобрений)	3,46	3,13
N ₆₀ P ₆₀ с осени под предпосевную культивацию	3,48	3,11
N ₄₀ P ₆₀ с осени под предпосевную культивацию + N ₂₀ разбросным способом по таломерзлой почве	3,38	3,01
N ₄₀ P ₆₀ с осени под предпосевную культивацию + N ₂₀ в виде подкормки сеялкой после возобновления вегетации в фазу кущения	3,43	2,98
Среднее по опыту	3,44	3,06
НСР ₀₅	0,26	0,23

Несмотря на то, что в 2015 г. осадков выпало больше среднемноголетней нормы, повышенный температурный режим и засуха не позволяют охарактеризовать условия весеннего периода вегетации как оптимальные. Средняя урожайность зерна по опыту составила 3,06 т/га, что ниже, чем в 2014 г. на 0,38 т/га. На контрольных участках получен наибольший урожай зерна ячменя озимого – 3,13 т/га, на участках с применением удобрений этот показатель был ниже на 0,02–0,15 т/га, то есть варьировал в пределах ошибки опыта. Внесение полной нормы удобрений N₆₀P₆₀ с осени, а также в вариантах с дробным внесением N₄₀P₆₀ осенью под предпосевную культивацию с подкормкой N₂₀ различными способами (вразброс по таломерзлой почве и сеялкой после возобновления вегетации) не оказало существенного влияния на урожайность зерна ячменя озимого по сравнению с контролем.

Высота растений – генетически детерминированный признак. Под действием погодных условий и технологии выращивания, сортовых особенностей она может

изменяться в значительной мере. Многие данные характеризуют обратную корреляцию между высотой стебля и устойчивостью к полеганию [15].

В 2014 г. полегания посевов не наблюдалось. На делянках без внесения удобрений средняя высота растений составила 78 см, длина колоса 5,8 см (таблица 4).

На делянках, где были внесены минеральные удобрения, высота растений достоверно увеличивалась на 6,3–8,5 % по сравнению с контролем, длина колоса была больше на 19,0 – 24,1 %, чем в контроле. Однако по способам внесения удобрений не было существенных различий по этим признакам.

Таблица 4 – Влияние различных способов внесения минеральных удобрений на высоту и длину колоса ячменя озимого по предшественнику нут

Вариант опыта	2014 г.		2015 г.	
	высота растения, см	длина колоса, см	высота растения, см	длина колоса, см
Контроль (без удобрений)	78,0	5,8	85,4	4,3
N ₆₀ P ₆₀ под предпосевную культивацию	84,6	6,9	92,6	4,0
N ₄₀ P ₆₀ осенью + N ₂₀ разбросным способом по таломерзлой почве	83,9	7,2	92,5	4,0
N ₄₀ P ₆₀ осенью + N ₂₀ сеялкой после возобновления вегетации	82,9	6,9	90,3	3,9
HCP ₀₅	3,13	0,49	2,79	0,65

В 2015 г. растения были выше, чем в 2014 г., однако длина колоса была меньше. Так, в контроле средняя высота растений составила 85,35 см, что на 7,36 см (9,4 %) выше, чем в 2014 г., колос был короче на 1,5 см (25,8 %) по сравнению с 2014 г., его длина составила 4,31 см.

Применение удобрений в 2015 г. приводило к достоверному увеличению высоты растений, но не влияло на длину колоса. Использование полной нормы минеральных удобрений N₆₀P₆₀ под предпосевную культивацию способствовало увеличению высоты растений ячменя озимого на 7,21 см (8,5 %). При дробном внесении с подкормкой N₂₀ разбросным методом этот показатель вырос на 7,11 см (8,3 %), при внесении азотной подкормки сеялкой – на 4,93 см (5,8 %) по сравнению с контролем. В 2015 г. ячмень озимый сформировал высокорослый стеблестой, склонный к полеганию. Ливневый дождь, который прошел 28 мая, привел к полеганию ячменя озимого на делянках, где были внесены удобрения (рисунок 2), на делянках без внесения удобрений растения не полегли.

Продуктивная кустистость наряду с густотой растений определяет важнейший элемент структуры урожая – густоту продуктивного стеблестоя. Полученные результаты свидетельствуют о значительном влиянии применения минеральных удобрений нормой N₆₀P₆₀ под предпосевную культивацию на продуктивную кустистость ячменя озимого в 2015 г. Как видно из таблицы 5, продуктивная кустистость в 2015 г. увеличилась до 1,84 шт./растение, что выше контроля на 0,46 шт./растение (33,3 %).

В варианте с внесением N₄₀P₆₀ осенью + N₂₀ разбросным способом по таломерзлой почве наблюдалась тенденция к уменьшению продуктивной кустистости в оба года исследований.

В 2015 г. все три варианта с внесением удобрений существенно не отличались от контроля по количеству зерен в колосе, массе зерна с колоса и массе 1000 зерен.

В 2014 г. в варианте внесения N₄₀P₆₀ осенью с подкормкой N₂₀ сеялкой после возобновления вегетации на продуктивная кустистость была выше контроля на 0,43 шт./растение (35,0%) и составила 1,66 шт./растение.



Рисунок 2 – Полегание ячменя озимого на делянках с внесением минеральных удобрений нормой N₆₀P₆₀ различными способами, 2015 г.

Таблица 5 – Влияние различных способов внесения минеральных удобрений на элементы структуры ячменя озимого по предшественнику нут

Вариант опыта	2014 г.			2015 г.		
	продуктивная кустистость, шт./растение	масса зерна с колоса, г	масса 1000 зерен, г	продуктивная кустистость, шт./растение	масса зерна с колоса, г	масса 1000 зерен, г
Контроль (без удобрений)	1,23	0,98	30,0	1,38	1,55	35,7
N ₆₀ P ₆₀ под предпосевную культивацию	1,49	1,51	30,3	1,84	1,55	34,3
N ₄₀ P ₆₀ осенью + N ₂₀ разбросным способом по таломерзлой почве	1,33	1,50	30,1	1,48	1,56	34,2
N ₄₀ P ₆₀ осенью + N ₂₀ сеялкой после возобновления вегетации	1,66	1,47	30,0	1,60	1,44	34,9
НСР ₀₅	0,27	0,24	0,90	0,34	0,26	3,20

Положительное влияние на массу зерна с колоса оказывало внесение удобрений в 2014 г., в 2015 г. достоверных различий не установлено. Способы внесения удобрений не оказывали достоверного влияния на эти показатели по сравнению с контролем в оба года исследований.

В таблице 6 представлены показатели экономической эффективности выращивания зерна ячменя озимого по предшественнику нут.

В условиях 2014–2015 гг. в вариантах с внесением удобрений значительно увеличилась себестоимость продукции, снизилась прибыль и рентабельность выращивания зерна ячменя озимого. В 2014 г. уровень рентабельности выращивания

зерна ячменя озимого в контроле был наибольшим и составил 76,5 %, наименьшая рентабельность получена при дробном внесении с подкормкой разбросным методом – 15,8 %.

Таблица 6 – Влияние различных способов внесения минеральных удобрений на показатели экономической эффективности выращивания зерна ячменя озимого по предшественнику нут

Вариант опыта	2014 г.				2015 г.			
	себестоимость продукции, тыс. р.	валовой доход, тыс. р.	прибыль, тыс. р.	рентабельность, %	себестоимость продукции, тыс. р.	валовой доход, тыс. р.	прибыль, тыс. р.	рентабельность, %
Контроль (без удобрений)	2,83	17,3	7,5	76,5	3,13	18,8	9,0	91,8
N ₆₀ P ₆₀ под предпосевную культивацию	4,19	17,4	2,8	19,2	4,69	18,7	4,1	28,0
N ₄₀ P ₆₀ осенью + N ₂₀ разбросным методом по таломерзлой почве	4,32	16,9	2,3	15,8	4,86	18,0	3,4	23,5
N ₄₀ P ₆₀ осенью + N ₂₀ сеялкой после возобновления вегетации	4,26	17,1	2,5	17,4	4,90	17,9	3,3	22,6

В 2015 г. рентабельность была выше, чем в 2014 г. – 91,8 % в контроле, в удобренных вариантах произошло снижение этого показателя более, чем в три раза. Самой низкой рентабельность была в варианте с применением N₄₀P₆₀ осенью с подкормкой N₂₀ сеялкой после возобновления вегетации. Таким образом, в 2014–2015 гг. при выращивании ячменя озимого в степной зоне Крыма по предшественнику нут внесение удобрений нормой N₆₀P₆₀ различными методами экономически нецелесообразно.

Выводы

В результате исследований установлено, что в условиях, различных по влагообеспеченности весеннего периода вегетации 2014 и 2015 гг. внесение удобрений изученными способами (нормой N₆₀P₆₀ под предпосевную культивацию; N₄₀P₆₀ под предпосевную культивацию и N₂₀ разбросным способом по таломерзлой почве; N₄₀P₆₀ под предпосевную культивацию и N₂₀ сеялкой после возобновления вегетации) не оказывало существенного влияния на урожайность зерна ячменя озимого по предшественнику нут. В контроле урожайность зерна в 2014 г. составила 3,46 т/га, в 2015 – 3,13 т/га. Применение минеральных удобрений приводило к достоверному увеличению высоты растений ячменя озимого: в 2014 г. – на 6,3–8,5 % в 2015 – на 5,8–8,5 % по сравнению с контролем. В 2015 г. в вариантах с применением удобрений отмечено полегание.

В 2014 г. внесение удобрений всеми изучаемыми способами оказывало положительное влияние на длину колоса, массу зерна с колоса. В 2015 г. отмечено значительное увеличение продуктивной кустистости (на 33,3%) при внесении минеральных удобрений N₆₀P₆₀ под предпосевную культивацию. Масса зерна с колоса, масса 1000 зерен в 2015 г. существенно не отличались от контроля.

В условиях 2014–2015 гг. внесение изученными способами минеральных удобрений нормой N₆₀P₆₀ при выращивании ячменя озимого в степной зоне Крыма по предшественнику нут было экономически нецелесообразным.

Литература

1. Научно обоснованная стратегия развития агропромышленного комплекса Крыма до 2020 г. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2016. 136 с.
2. Республика Крым в цифрах. 2017: Краткий статистический сборник. Симферополь: Крымстат, 2018. С. 95.
3. Лыков С. В. Потенциал продуктивности озимого ячменя в условиях предгорного Крыма // Научные труды ЮФ «КАТУ» НАУ. 2005. Вып. 90. С. 79–90.
4. Биологизация агротехнологии выращивания нута (рекомендации по эффективному применению микробных препаратов). Симферополь, изд-во «Доля», 2010. 36 с.
5. Лыков С. В., Лыков В. С. Влияние доз азота на формирование агрофитоценоза, структуру и величину урожая озимого ячменя // Наукові праці Південного філіалу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Кримський агротехнологічний університет». Серія «Сільськогосподарські науки». 2010. Вып. 130. С. 17–24.
6. Николаев Е. В., Изотов А. М., Лыков С. В. Ячмень в Крыму. Симферополь: Фактор, 2007. С. 63–100.
7. Пелагенко С. П., Полюшкин Н. П., Ларкин М. И. Особенности весенне-полевых работ в условиях 2005 года. Клепинино, 2005. 27 с.
8. Гапиенко А. А., Кискачи А. В., Скляр С. И. Удобрение полевых, овощных и многолетних культур. Симферополь, Таврида, 1999. 111 с.
9. Демчук А. В., Черкашина А. В. Влияние различных способов внесения азотных удобрений на урожайность ячменя озимого по предшественнику пшеница озимая // Таврический вестник аграрной науки: сб. науч. трудов. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. № 1 (3). С. 34–38.
10. Черкашина А. В., Демчук А. В., Кошелева М. В. Урожайность ячменя озимого по предшественнику лён в зависимости от способа внесения азотных удобрений в степной зоне Крыма // Сборник статей II Международной научно-практической интернет-конференции ФГБНУ «ПНИИАЗ» «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования», посвященная году Экологии в России (28 февраля 2017 года) с. Солёное Займище, ФГБНУ «ПНИИАЗ», 2017. С. 723–730.
11. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
12. Гусев В. П., Колесниченко В. Т. Почвы сельскохозяйственной опытной станции и прилегающих районов Крымских степей // Труды Крымской Государственной сельскохозяйственной опытной станции, 1955. Т. 1. С. 21–49.
13. Половицкий И. Я., Гусев П. Г. Почвы Крыма и повышение их плодородия. Симферополь: Таврия, 1987. 151 с.
14. Довідник з агрокліматичних ресурсів України (Агрокліматичні ресурси). Сер. 2. Ч. 1. Т. 1. К.: Держкомгідромет України, 1995. 201 с.
15. Трофимовская А. Я. Ячмень. Л.: Колос, 1972. 296 с.

References

1. Science-based strategy of AIC development in the Crimea until 2020. Simferopol: PT “ARIAL”, 2016. 136 p.
2. Republic of Crimea in numbers. 2017: A brief statistical compilation. Krymstat: Simferopol, 2018. P. 95.
3. Lykov S. V. Potential of winter barley yield under the conditions of the foothill zone of the Crimea // Scientific works of the Southern branch “Crimean Agrotechnological University” NAU. 2005. Is. 90. P. 79–90.
4. Biologization of the technology of chickpea cultivation (recommendations for the effective use of microbial preparations) Simferopol, publishing house “Dolya», 2010. 36 p.
5. Lykov S.V., Lykov V.S. Effect of nitrogen doses on the formation of agrophytocenosis, structure, and yield of winter barley // Scientific works of the Southern branch of the National University of Bioresources and Environmental Management of Ukraine “Crimean Agrotechnological University”. Series “Agricultural sciences”. 2010. Is. 130. P. 17–24.
6. Nikolaev E. V., Izotov A. M., Lykov S. V. Barley in the Crimea. Simferopol: Factor, 2007. P. 63–100.
7. Pelagenko S. P., Polyushkin N. P., Larkyn M. I. Features of field works in the spring at conditions of the year 2005. Klepinino, 2005. 27 p.
8. Gapienko A. A., Kiskachi A. V., Sklyar S. I. Field, vegetable and perennial crops fertilization. Simferopol: Taurida, 1999. 111 p.
9. Demchuk A. V., Cherkashyna A. V. Influence of different methods of fertilizers application on winter barley yield under forecrop of winter wheat // Taurida Herald of the Agrarian Sciences: Coll. of scientific works. Simferopol: IT «ARIAL», 2015. No. 1 (3). P. 34–38.
10. Cherkashyna A. V., Demchuk A.V., Kosheleva M. V. Productivity of winter barley depending on methods of nitrogen fertilizers application in the steppe zone of the Crimea (forecrop is flax) // Collection of articles of the II International Scientific and Practical Internet Conference of the FSBSI “Caspian Research Institute of Arid Farming” (“PNIIAZ”) “Current state of the environment and scientific and practical aspects

of the environmental management” dedicated to the Year of Ecology in Russia (February 28, 2017). village Solenoye Zaymische, FSBSI “PNIIAZ”, 2017. P. 723–730.

11. Dospekhov B. A. Methods of field research. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
12. Gusev V. P., Kolesnichenko V. T. Soils of the agricultural experimental station and the surrounding areas of the Crimean steppes // Scientific works of the Crimean State Agricultural Experimental station. 1955. Vol. 1. P. 21–49.
13. Polovitskiy I. Ya., Gusev P. G. Soils of the Crimea and their fertility improvement. Simferopol: Tauria, 1987. 151 p.
14. Reference agro-climatic resources of Ukraine (Agro climatic resources) Ser. 2. Part 1. Kiev: State Committee for Hydrometeorology of Ukraine, 1995. Vol. 1. 201 p.
15. Trofimovskaya A. Ya. Barley. Leningrad: Kolos, 1972. 296 p.

UDC 633.16:631.81

Cherkashyna A. V., Demchuk A. V., Kosheleva M. V., Rostova E. N., Molyar S.A.

EFFECT OF DIFFERENT METHODS OF NITROGEN FERTILIZER APPLICATION ON WINTER BARLEY YIELD UNDER THE FORECROP OF CHICKPEA

Summary. The most important factor in obtaining qualitative and quantitative parameters of winter barley yield, in addition to the correct preceding crop, are fertilizers. The aim of our research was to study the effect of different methods of fertilizer application on the yield of winter barley under the conditions of the steppe zone of the Crimea when the preceding crop was chickpea. The objective of the study was to examine the impact of full and fractional fertilizer application, as well as to compare the effectiveness of two methods of applying fertilizer: spreading method – broadcasting fertilizers on the soil that was freezing and melting at the same time; using a seed planter machine to provide the barley roots with fertilizer after resumption of vegetation. The studies were carried out in the experimental area of the FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”, (village of Klepinino, Krasnogvardeyskiy district, Republic of Crimea) from 2014 to 2015 when the preceding crop was chickpea. Variety of winter barley Onega was used in the trials. The studies showed that during the years of contrasting moisture supply (2014–2015) fertilizer application by studied methods did not have any significant effect on the yield of winter barley when the preceding crop was chickpea. In the control variant, the grain yield in 2014 was 3.46 t/ha, in 2015 – 3.13 t/ha. The use of mineral fertilizer led to a significant increase in the height of winter barley plants, namely: in 2014 – by 6.3–8.5 %, in 2015 – by 5.8–8.5 % compared to control. In 2015, lodging was observed in the variants where fertilizer was applied. In 2014, fertilization by all the studied methods had a positive effect on the length of the ear (6.3–8.5 %) and grain weight from the ear (1.51 g). In 2015, a significant increase in productive tillering was noted (by 33.3 %) after using mineral fertilizer for pre-sowing cultivation. The grain weight from the ear and 1000-grain weight did not significantly differ from the control in 2015 (1.51–1.56 g). It has been established in 2014–2015 that fertilizer application at a rate of $N_{60}P_{60}$ by previously studied methods is not economically viable for growing winter barley in the steppe zone of the Crimea when chickpea served as a preceding crop.

Keywords: winter barley *Hordeum sativum* Lessen, nitrogen fertilizers, additional nutrition, crop yield, chickpea *Cicer arietinum* L. as a preceding crop.

Черкашина Анна Владимировна, научный сотрудник лаборатории семеноводства и сортоизучения новых генотипов ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: cherkashyna_a@niishk.ru.

Демчук Александр Витальевич, начальник учетно-технологического отдела, Прибрежный аграрный колледж (филиал) ФГАОУ «КФУ им. В.И. Вернадского»; 296563, Россия, Республика Крым, с. Прибрежное, ул. Морская, 2; e-mail: pac-cfu@yandex.ru.

Косшелева Марина Владимировна, лаборант-исследователь лаборатории семеноводства и сортоизучения новых генотипов ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: s.koshelef@mail.ru.

Ростова Елизавета Николаевна, научный сотрудник лаборатории растениеводства, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: lizunau@mail.ru.

Моляр Сергей Александрович, заведующий лабораторией технического обеспечения полевых опытов и производственных объектов отдела интродукции и технологий в полеводстве и животноводстве, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: molyar_s@niishk.ru.

Cherkashyna Anna Vladimirovna, researcher of the Laboratory of seed growing and studying cultivars of new genotypes, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”, 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: cherkashyna_a@niishk.ru.

Demchuk Aleksandr Vitalyevich, head of the accounting and technological Department, Pribrezhnoye Agricultural College (Branch) of V.I. Vernadsky Crimean Federal University; 2, Morskaya Str., Pribrezhnoye, Sakskiy district, Republic of Crimea, 296563, Russia; e-mail: pac-cfu@yandex.ru.

Kosheleva Marina Vladimirovna, research assistant (lab. technician) of the Laboratory of seed growing and studying cultivars of new genotypes, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: s.koshelef@mail.ru.

Rostova Elizaveta Nikolaevna, researcher of the Laboratory of plant production, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: lizunau@mail.ru.

Molyar Sergey Aleksandrovich, head of the Department of technical maintenance of field experiments and industrial facilities, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: molyar_s@niishk.ru.

Дата поступления в редакцию – 05.09.2018.

Дата принятия к печати – 01.10.2018.

DOI: 10.25637/TVAN.2018.03.15.

УДК 633.88:630.165.3 (470.32)

Чернявских В. И.

**СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО ИССОПА ЛЕКАРСТВЕННОГО
(*HYSSOPUS OFFICINALIS* L.) В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОМ РЕГИОНЕ**

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный университет»

Реферат. Цель исследований – создание системы селекции и промышленного семеноводства иссопа лекарственного в условиях Белгородской области Центрально-Черноземного региона. Опыты по изучению семенной продуктивности иссопа проводили в 2015–2017 гг. на двух участках с различными почвенными разностями: 1 – чернозем остаточного-карбонатного среднеэродированного на элювии мела; 2 – чернозем выщелоченный слабоэродированный на лессовидном суглинке. Использование метода индивидуально-семейного отбора позволило на основе местного генетического материала получить новый сорт иссопа лекарственного Волоконовский, а также ряд сортообразцов, имеющих ряд морфологических отличий от стандарта – сорта Лекарь. Сорт Волоконовский и перспективные новые сортообразцы ПОИ-28 и ПОИ-36 достоверно превысили стандарт по урожайности зеленой массы в среднем за 2014–2016 гг. на 29,6–44,4 %, по урожайности семян – на 22,5–27,7 %. Новые селекционные номера ПОИ-28 и ПОИ-36 планируется передать в Госсортоиспытание. Урожайность семян сорта Волоконовский при промышленном семеноводстве составила от 91 до 360 кг/га в зависимости от условий и способов возделывания. Установлена сильная положительная корреляция между посещаемостью посевов пчелами и семенной продуктивностью ($r = 0,893 \pm 0,103$), а также между рН_{КС1} и урожаем семян ($r = 0,820 \pm 0,092$). Оценка опытных данных методом дисперсионного анализа позволила установить, что при формировании результативного показателя «урожай семян» доля влияния фактора А (почвенная разность) в общей дисперсии составила 42,6 %, фактора В (подкашивание) – 34,6 %. Доля влияния погодных условий на формирование урожая семян была незначительной – в пределах 16,2 %, случайных ошибок – минимальной – 6,6 %. Иссоп лекарственный способен обеспечивать стабильную семенную продуктивность на различных почвенных разностях с различной степенью плодородия, что делает Центрально-Черноземный регион перспективным для его промышленного семеноводства.

Ключевые слова: селекция, семеноводство, иссоп лекарственный, *Hyssopus officinalis* L., сорт Волоконовский, интродукция, пряно-ароматические культуры.

Введение

Иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis* L.) – известная в мире пряно-вкусовая и лекарственная культура [1–3]. Благодаря своим разнообразным и полезным качествам иссоп активно изучают, особенно интересует исследователей его биохимический состав, определяющий пищевые, лекарственные и фармакологические свойства: содержание эфиров, дубильных и горьких веществ, витаминов, флавоноидов и других пигментов, минеральных элементов и т.д. [2–9]. Являясь ценной медоносной культурой, иссоп обеспечивает получение до 330 кг/га высококачественного меда [10–11]. Ведутся исследования его декоративных свойств и использования в зеленом строительстве [12]. Все это делает иссоп лекарственный перспективной культурой для более широкого внедрения в европейской части России, в частности в условиях Центрально-Черноземного региона. Представляет

научный интерес изучение возможности его возделывания на низкопродуктивных эрозионно-опасных склоновых землях, меловых обнажениях и техногенно-нарушенных участках в процессе их хозяйственного освоения, в первую очередь для создания устойчивой кормовой базы пчеловодства и фитомелиорации нарушенных земель [13–16].

Однако несмотря на высокий потенциал использования, все сорта иссопа, включенные в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации, позиционируются как пряно-вкусовые для выращивания в личных подсобных хозяйствах. Это приводит к необходимости изучения иссопа при промышленном возделывании как медоносной, почвозащитной и фитомелиоративной культуры [17–19]. В настоящее время иссоп нельзя рекомендовать для широкого применения и разнообразного использования в агропромышленном комплексе из-за незначительной площади его возделывания в связи с отсутствием необходимого количества семян, а также слабой изученности адаптивного потенциала сортов. Для создания большой площади медоносных посевов иссопа лекарственного в различных почвенно-климатических условиях Центрально-Черноземному региону (ЦЧР), в первую очередь, необходимы сорта, адаптированные к сложным почвенно-климатическим условиям региона и создание устойчивой системы их семеноводства [13–14, 20].

Цель исследований – создание системы селекции и промышленного семеноводства адаптированных сортов иссопа лекарственного в условиях Центрально-Черноземного региона.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили в 2015–2017 гг. в Белгородской области, которая географически приурочена к югу Среднерусской возвышенности, экономически – к ЦЧР. Природная и хозяйственная специфика юга Среднерусской возвышенности в значительной мере определяется внутризональной вертикальной дифференциацией ландшафтов и формированием высотно-ландшафтных комплексов. Средний коэффициент расчлененности территории, обуславливающий распределение земель по крутизне, экспозиции, длине и форме склонов – 1,7 км/га, а площадь склоновых земель с крутизной более 10° доходит до 100 тыс. га (около 4 % территории). Низкая влагообеспеченность является основным лимитирующим фактором: среднегодовая сумма осадков изменяется от 650 мм на северо-западе до 450 мм на юго-востоке региона [16, 20].

Селекция иссопа в Белгородской области начата в 2008 г. Основное направление селекционной работы – создание сортов, устойчивых при возделывании на низкопродуктивных почвах и пригодных к интенсивному промышленному семеноводству. Методологической основой проведения исследований служит концепция, рассматривающая меловой юг Среднерусской возвышенности как вторичный антропогенный микрогенцентр формирования ценных в хозяйственном отношении форм различных видов растений, характеризующихся многообразным генетическим и фитоценотическим фондом как результатом дивергентной эволюции [13, 22, 23].

В коллекционном питомнике в 2008–2014 гг. изучали 123 сортопопуляции иссопа, созданные методом индивидуально-семейного отбора из местных дикорастущих ценопопуляций, сформировавшихся на эродированных черноземах и нарушенных остаточного-карбонатных почвах в условиях овражно-балочных комплексов юго-восточной части Белгородской области, и сорта из различных селекционных учреждений России [13–15]. Селекционный питомник располагался на участке ЗАО «Краснояржская зерновая компания» в Белгородской области. Почва –

чернозем типичный карбонатный среднеэродированный на элювии мела, содержание гумуса – 2,7 %. Изучение коллекции проводили в соответствии с методикой проведения испытаний на отличимость, однородность, стабильность [24]. Высевали образцы на однорядковых делянках длиной 150 см с количеством растений 80 штук на одну делянку. Повторность двукратная. Стандарт – сорт Лекарь размещали через каждые четыре номера. Группировку сортов и сортопопуляций проводили по двум признакам: стебель (разветвление) и цветок (окраска венчика). Из каждой популяции методом половинок оставляли резерв семян для дальнейшего использования.

Выделившиеся по морфо-биологическим признакам популяции размножали на изолированных участках (из семян резерва) и изучали в 2013–2016 гг. в условиях полевого опыта, зложенного методом расщеплённых делянок [25–27]. Повторность шестикратная. Площадь учётных делянок 10 м². Зеленую массу убирали в период бутонизации с площади 5 м². Для уборки на семена оставляли 5 м². Способ посева рядовой с междурядьями 45 см. Учёт урожая проводили поделяночно сплошным способом. Почва селекционного участка – чернозём типичный карбонатный среднеэродированный, содержание гумуса – 2,4 %. В среднем за годы исследований сумма среднемесячных температур воздуха варьировала от 5,9 °С до 7,8 °С. Среднегодовое количество выпавших осадков было близко к норме – 510–560 мм.

Изучение урожайности семян нового сорта иссопа Волоконовский в условиях производственных посевов проводили в ЗАО «Краснояржская зерновая компания» в 2015–2017 гг. на двух участках с различными почвенными разностями.

Участок № 1 – Новооскольский район Белгородской области, общая площадь – 4,8 га; почва – чернозем остаточного-карбонатный среднеэродированный на элювии мела; содержание гумуса – 1,9 %; рН_{KCl} – 7,8; содержание легкогидролизуемого азота 68 мг/кг.

Участок № 2 – Чернянский район Белгородской области, общая площадь – 14 га; почва – чернозем выщелоченный слабоэродированный на лессовидном суглинке, содержание гумуса 4,8 %, рН_{KCl} – 5,9; содержание легкогидролизуемого азота – 123 мг/кг.

Изучали семенную продуктивность иссопа без подкашивания и с подкашиванием при высоте растений 15–20 см. Площадь учетной делянки – 1 000 м². Повторность трехкратная. Посев – позднеосенний, при снижении среднесуточной температуры воздуха ниже 5 °С. Норма высева – 10 кг кондиционных семян на 1 га. Глубина заделки семян – 1,5–2,0 см. Способ посева – обычный рядовой с междурядьем 24,8 см промышленной сеялкой John Deere-1895. Уборку производственных опытов проводили комбайном John Deere-9640. Учет насекомых-опылителей на посевах иссопа проводили стандартными методами [28].

При обработке всех опытных данных использовали метод дисперсионного и корреляционного анализа [29].

Результаты и их обсуждение

В серии экспедиций и геоботанических исследований на территории региона были выявлены локальные, устойчивые в пространстве и во времени, самоподдерживающиеся и самовозобновляемые популяции иссопа лекарственного, обладающие рядом ценных хозяйственно полезных признаков. На их основе была создана коллекция ценных экотипов иссопа лекарственного в культуре, проведена селекционная работа и получен новый сорт Волоконовский, который в 2016 г. был допущен к использованию в Российской Федерации.

Исходный материал для нового сорта отобран на меловых обнажениях овражно-балочных комплексов в пойме реки Оскол между селами Верхние и Нижние Лубянки Волоконовского района Белгородской области.

Селекция методом индивидуально-семейного отбора велась по таким признакам, как форма, высота, диаметр и компактность куста, длина цветоноса и соцветия, продолжительность периода цветения, урожайность зеленой массы и семян, зимостойкость, устойчивость к ранневесенним и осенним заморозкам, засухе и болезням.

В первый год жизни сорт Волоконовский образует один неветвящийся или слабо ветвящийся стебель, который зацветает в июле, а в конце сентября дает семена. Во второй и последующие годы жизни отрастание иссопа начинается в первую–третью декаду апреля, после установления устойчивой положительной среднесуточной температуры. Период от полных всходов до уборки на зелень составляет (в первый год вегетации) – 103 дня, на специи (фаза бутонизации) – 108 дней. Период от полных всходов до начала цветения – 115 дней. Период от начала отрастания до уборки на зелень (на второй год вегетации) – 48 дней. Период от начала отрастания до начала цветения – 54 дня. Средняя продолжительность периода цветения всех исследованных форм составляла 48–56 суток, периода вегетации – 143–150 суток.

Помимо сортопопуляции, послужившей основой для сорта Волоконовский, в питомнике были выделены еще 2 перспективных селекционных номера, изученные в условиях полевого опыта в 2013–2016 гг. Как показали исследования, отличимость, однородность и стабильность растений сорта Волоконовский и двух новых перспективных сортообразцов ПОИ-28 и ПОИ-36 имели ряд существенных отличий от стандарта сорта Лекарь по морфологическим признакам (таблица 1).

Таблица 1 – Основные морфологические признаки изученных сортов и сортообразцов иссопа лекарственного (2014–2016 гг.)

Признак	Сорт Лекарь (стандарт)	Сорт Волоконовский	Селекционный номер ПОИ-28	Селекционный номер ПОИ-36
Высота и плотность куста	высокий, раскидистый	высокий, плотный	высокий, плотный	высокий, раскидистый
Высота растения				
В фазе технической спелости, см	62–67	60–65	65–70	63–68
В фазе цветения, см	69–74	70–75	73–78	70–75
В фазе созревания семян, см	80–85	85–90	85–90	80–85
Облиственность, %	47	55	52	56
Листовая пластинка				
Величина	средний	средний	средний	крупный
Окраска	темная	зеленая средней интенсивности	зеленая средней интенсивности	зеленая средней интенсивности
Форма	яйцевидная	ланцетовидная	ланцетовидная	яйцевидная
Поверхность	гладкая	гладкая	гладкая	гладкая
Край листа	цельнокрайний	цельнокрайний	цельнокрайний	цельнокрайний
Волнистость края листа	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует
Средняя длина листа, см	1,9–2,2	2,5–3,5	2,4–3,8	2,6–3,8
Средняя ширина листа, см	1,0–1,2	0,7–1,1	0,7–1,3	0,9–1,2
Ткань листа	плотная	плотная	плотная	плотная
Опушение	слабое	слабое	слабое	слабое
Соцветие				
Форма	колосовидное	колосовидное	колосовидное	колосовидное
Окраска цветков	синяя	синяя	синяя	фиолетовая
Длина, см	12–16	15–20	13–18	16–22
Ширина, см	1,3–1,8	1,5–2,0	1,7–2,3	1,6–2,1
Количество на второй год, шт.	57–61	68–75	65–73	68–79
Масса, г	4,6–5,2	5,0–6,0	5,0–5,8	5,2–6,4

В среднем за три года исследований новый сорт Волоконовский превысил стандарт по урожайности зеленой массы на 33,3 %, новые перспективные сортообразцы ПОИ-28 и ПОИ-36 – на 29,6 и 44,4 % соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Продуктивность изученных сортов и сортообразцов иссопа лекарственного (2014–2016 гг.)

Признак	Сорт Лекарь (стандарт)	Сорт Волоконовский	Селекционный номер ПОИ-28	Селекционный номер ПОИ-36
Урожайность зеленой массы, кг/м ²	2,7 ± 0,12	3,6 ± 0,18	3,5 ± 0,14	3,9 ± 0,17
Группа спелости	среднеспелый	среднеспелый	среднеспелый	среднеспелый
Масса одного растения на второй год жизни, г	845,3 ± 35,2	920,8 ± 36,6	902,8 ± 29,4	945,3 ± 27,9
Масса 1000 семян, г	1,15 ± 0,04	1,48 ± 0,06	1,46 ± 0,06	1,53 ± 0,05
Урожайность семян*, г/м ²	28,6 ± 1,34	35,6 ± 1,38	34,9 ± 1,44	36,5 ± 1,68

Примечание. * урожайность кондиционных семян в соответствии с ГОСТ Р 51096-97 [27].

Важно, что сорт Волоконовский и сортообразцы ПОИ-28 и ПОИ-36 в течение всех лет исследований показали также стабильную семенную продуктивность, достоверно превысив стандарт на 22,5–27,7 %. Коэффициент вариации урожайности семян (C_v) у сорта Лекарь составил 45,8 %, а у нового сорта и перспективных сортообразцов не вышел за пределы 6,8–8,2 %. По итогам проведенных исследований селекционные номера ПОИ-28 и ПОИ-36 планируются к передаче в Госсортоиспытание.

Важнейшая составляющая селекционной работы и главный ее результат, обеспечивающий долголетие нового сорта, – создание устойчивой системы его семеноводства. Только наличие достаточного количества семян обеспечивает распространение сорта, и, в конечном итоге, экономический эффект его возделывания.

Параллельно с конкурсным сортоиспытанием сорта Волоконовский как овощной и пряно-ароматической культуры, на полях патентообладателя сорта – ЗАО «Краснояржская зерновая компания», проводили полевые опыты по изучению семенной продуктивности иссопа в производственных посевах. Одновременно участки использовались как кормовая база для пчеловодства компании во второй половине лета.

Исследовали несколько технологий закладки семенников (различные предшественники, поздневесенний и ранневесенний сроки сева, способ посева – широкорядный и рядовой). Наиболее эффективной оказалась технология закладки семенников, включающая в себя следующие элементы:

В первый год жизни иссопа:

1. Предшественник – раннеспелый сорт сои Ланцетная, убираемый на масло-семена в условиях Белгородской области в третьей декаде августа – первой декаде сентября;

2. Обработка почвы – дискование после уборки предшествующей культуры на 5–7 см и предпосевная культивация в середине октября;

3. Посев позднеспелый, при снижении среднесуточной температуры воздуха ниже 5 °С (на участке № 1 – 20 ноября 2013 г., на участке № 2 – 23 ноября 2014 г.); глубина заделки семян – 2–2,5 см;

4. Довсходовое внесение гербицидов глифосатовой группы (третья декада апреля – первая декада мая);

5. Получение всходов – весной следующего за посевом года (первая декада мая);

6. Внесение гербицидов против злаковых сорняков в период стеблевания – цветения отдельных растений (вторая декада августа).

Основная задача применяемых технологических приемов в первый год жизни – формирование плотного, хорошо развитого посева культуры с проективным покрытием 90–95 %. На семенные цели используется травостой второго и последующих лет жизни.

Во второй и последующие годы жизни иссопа.

1. Подкашивание половины участка при достижении иссопом высоты 15–20 см. Основная цель подкашивания – сдвиг периода цветения культуры на более поздние сроки – конец июля – начало августа для обеспечения пчеловодства ценным кормом перед уходом пчел в зиму;

2. Обмолот прямым комбайнированием. Необходимо учитывать, что семена иссопа созревают раньше, чем все остальное растение и склонны к осыпанию. Уборочная спелость травостоев на семена без подкашивания в условиях региона наступает в первой декаде августа, при использовании подкашивания – в первой декаде сентября и в более поздние сроки;

3. Досушивание убранных вороха на току или в продуваемом складе слоем высотой не более 15 см. Необходимо ежедневное двухразовое ворошение вороха. Влажность семян доводится до 10 %;

4. Доведение семян до посевных кондиций с использованием решетных машин (Petkus K-518), триерных блоков (Petkus K-531), пневмостола (Petkus КД-120). В случае необходимости – дополнительная очистка семян с использованием фотосепаратора ZSEArixel.

Результаты производственных испытаний показали, что наибольший урожай семян обеспечивали посева иссопа без подкашивания: на участке № 1 в среднем за три года урожайность семян была выше на 37,1 %, на участке № 2 в среднем за два года – на 61,6 % (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность семян иссопа лекарственного сорта Волоконовский, кг/га

Участок	Почва (фактор А)	Способ возделывания (фактор В)	2015 г.	2016 г.	2017 г.	В среднем	
						2015–2016 гг.	2016–2017 гг.
№ 1	Чернозем остаточно- карбонатный	1*	210	360	240	285	300
		2**	166	242	183	204	212
№ 2	Чернозем выщелоченный	1*	–	210	196	–	170
		2**	–	138	91	–	105
НСР ₀₅			8,4	12,2	11,4	–	–

Примечание. * с подкашиванием; ** без подкашивания.

Плодородие и тип почвы оказали значительное влияние на семенную продуктивность иссопа. На черноземах остаточно-карбонатных в среднем за два года отмечена более высокая семенная продуктивность иссопа по сравнению с черноземом выщелоченным: без подкашивания – на 76,5 %, с подкашиванием – на 102,0 %.

Проведенная оценка активности насекомых-опылителей на посевах иссопа показала, что имеется сильная положительная корреляция между посещаемостью посевов пчелами и семенной продуктивностью ($r = 0,893 \pm 0,103$). Наибольшая активность посещения пчелами цветущих растений иссопа отмечена в период его цветения в первую–третью декады июля на участках без подкашивания.

Не установлено тесных корреляционных связей между содержанием легкогидролизуемого азота в почвах и урожаем семян ($r = 0,198 \pm 0,123$), а также между содержанием гумуса в почве и урожаем семян ($r = 0,161 \pm 0,118$). Вместе с тем,

установлена сильная корреляционная связь между pH_{KCl} и урожаем семян ($r = 0,820 \pm 0,092$).

Оценка опытных данных методом дисперсионного анализа позволила установить, что при формировании результативного показателя «урожай семян» доля влияния фактора А (почвенная разность) в общей дисперсии составила 42,6 %, фактора В (подкашивание) – 34,6 %. Доля влияния погодных условий на формирование урожая семян была незначительной – в пределах 16,2 %, случайных ошибок – минимальной – 6,6 %.

Выводы

В результате многолетней работы с использованием метода индивидуально-семейного отбора в Белгородской области получен новый сорт иссопа лекарственного Волоконовский, обладающий комплексом признаков семенной продуктивности, урожайности зеленой массы и высокой адаптивностью в условиях Центрально-Черноземного региона. Выделены новые селекционные номера иссопа лекарственного ПОИ-28 и ПОИ-36, обладающие комплексом ценных хозяйственно полезных признаков, которые планируется передать в Госсортоиспытание.

Создана коллекция сортообразцов иссопа лекарственного различного эколого-географического происхождения, в которых удалось совместить признаки как высокой урожайности зеленой массы, так и стабильной семенной продуктивности.

Урожайность семян сорта Волоконовский при промышленном семеноводстве условиях Белгородской области составляет от 91 до 360 кг/га в зависимости от условий и способов возделывания.

Урожайность семян иссопа сильно зависит от почвенной разности. Наибольшая семенная продуктивность семенников реализуется на карбонатных почвах в сравнении с выщелоченными черноземами.

Иссоп лекарственный способен обеспечивать стабильную семенную продуктивность на различных почвенных разностях с различной степенью плодородия, что делает Центрально-Черноземный регион перспективным для его промышленного семеноводства.

Литература

1. Jahantigh O., Najafi F., Badi H. N., Khavari-Nejad R. A., Sanjarian F. Changes in antioxidant enzymes activities and proline, total phenol and anthocyanine contents in *Hyssopus officinalis* L. plants under salt stress // Acta Biol. Hung. 2016. Jun. 67 (2). P. 195–204.
2. Letessier M. P., Svoboda K. P., Walters D. R. Antifungal activity of the essential oil of hyssop (*Hyssopus officinalis*) // J. of Phytopathol. 2001. Vol. 149 (11–12). P. 673–678.
3. Скорина В. В., Мусаев Ф. Б. Результаты многолетней совместной работы Всероссийского НИИ селекции и семеноводства овощных культур и Белорусской государственной сельскохозяйственной академии по селекции овощных культур // Селекция и семеноводство овощных культур. 2015. № 46. С. 521–531.
4. Великородов А. В., Ковалев В. Б., Курбанова Ф. Х., Щепетова В. Е. Химический состав эфирного масла *Hyssopus officinalis* L., культивируемого в Астраханской области // Химия растительного сырья. 2015. № 3. С. 71–76.
5. Молчанова А. В., Суминова Н. Б. Некоторые биохимические параметры надземной массы иссопа лекарственного, интродуцированного в условиях Нижнего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2016. № 4. С. 29–31.
6. Никитина А. С., Попова О. И. Исследование тритерпеновых соединений иссопа лекарственного, культивируемого в условиях Ставропольского края // Фармацевтические науки. 2011. № 11. С. 430–432.
7. Паштецкий В. С. Использование эфирных масел в медицине, ароматерапии, ветеринарии и растениеводстве (обзор) // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 1 (13). С. 18–40.
8. Маланкина Е. Л., Ткачёва Е. Н., Козловская Л. Н. Лекарственные растения семейства яснотковые (*Lamiaceae*) как источники флавоноидов // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2018. Т. 21. № 1. С. 30–35.

9. Цугкиев Б. Г., Кайтмазов Т. Б., Гагиева Л. Ч. Содержание питательных веществ в эфиромасличных растениях // Известия Горского государственного аграрного университета. 2013. Т. 50. Ч. 3. С. 324–333.
10. Иванов М. Г. Методы ускоренного создания многолетних медоносных плантаций душицы и иссопа в условиях северо-запада РФ // Фундаментальные исследования. 2011. № 4. С. 53–58.
11. Суминова Н. Б. Продуктивность иссопа обыкновенного, интродуцированного в условиях Нижнего Поволжья // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2015. № 11. С. 66–68.
12. Колесникова И. А., Абрамчук А. В. Эфирномасличные растения в декоративном садоводстве // Молодежь и наука. 2017. № 6. С. 56.
13. Dumacheva E. V., Cherniavskih V. I., Tokhtar V. K., Tokhtar L. A., Pogrebnyak T. A., Horolskaya E. N., Gorbacheva A. A., Vorobyova O. V., Glubsheva T. N., Markova E. I., Filatov S. V. Biological resources of the *Hyssopus* L. on the south of european Russia and prospects of its introduction // International Journal of Green Pharmacy. 2017. Vol. 11. № 3. P. 476–480.
14. Думачева Е. В., Чернявских В. И., Бородаева Ж. А. Биологические ресурсы семейства *Lamiaceae* Lindl. в условиях мелового юга Среднерусской возвышенности // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=20053>. (дата обращения 24.05.2018).
15. Чернявских В. И., Тохтарь В. К., Думачева Е. В., Дегтярь О. В. Видовое разнообразие естественной растительности на склонах юга Среднерусской возвышенности и его влияние на продуктивность сообществ // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 3. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.science-education.ru/109-9446. (дата обращения 24.05.2018).
16. Lisetskii F. N., Chernyavskih V. I., Degtyar O. V. Pastures in the zone of temperate climate: trends of development, dynamics, ecological fundamentals of rational use // Pastures: Dynamics, Economics and Management. USA: Nova Science Publishers, Inc., 2011. P. 51–85.
17. Беспалько Л. В., Харченко В. А., Ушакова И. Т., Козарь Е. Г., Байков А. А. Основные направления селекции иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков 2016. № 14. С. 33–37.
18. Калиниченко Л. В., Маланкина Е. Л., Козловская Л. Н. Сравнительная оценка продуктивности иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) в зависимости от сорта и происхождения образца. // Известия ТСХА. 2013. № 5. С. 171–176.
19. Ушакова И. Т., Харченко В. А. Пряно-вкусовые культуры семейства Яснотковые (*Lamiaceae*): основные направления селекции // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. 2014. № 8. С. 68–71.
20. Чернявских В. И., Титовский А. Г., Шарко Р. А., Шинкаренко О. В., Думачева Е. В. Опыт селекции и семеноводства люцерны и других трав в ЗАО «Краснояржская зерновая компания» // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 12. С. 14–17.
21. Григорьевская А. Я. Антропогенная трансформация растительного покрова Среднерусской лесостепи. Дисс. ... д-ра географ. наук. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2003. 368 с.
22. Dumacheva E. V., Cherniavskih V. I., Markova E. I., Klimova T. B., Vishnevskaya E. V. Spatial pattern and age range of cenopopulations *Medicago* L. in the conditions of gullyng of the southern part of the Central Russian Upland // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2015. Vol. 6 (6). P. 1425–1429.
23. Думачева Е. В., Чернявских В. И. Биологический потенциал бобовых трав в естественных сообществах эрозионных агроландшафтов Центрального Черноземья // Кормопроизводство. 2014. № 4. С. 8–11.
24. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis* L.) RTG/10771 от 21.09.2009 г. №12-06.20. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gossort.com/22-metodiki-ispytaniy-na-oos.html> (дата обращения 24.05.2018).
25. Майсурадзе Н. И., Киселев В. П., Черкасов О. А. Методика исследований при интродукции лекарственных растений. М.: Наука, 1984. 32 с.
26. Проведение полевых опытов с лекарственными культурами // Под ред. Хотина А. А. М.: Наука, 1981. 60 с.
27. ГОСТ Р 51096-97. Семена лекарственных и ароматических культур. Сортовые и посевные качества. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://meganorm.ru/Data/186/18695.pdf> (дата обращения 24.06.2018).
28. Фасулати К. К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. М.: Высшая школа, 1971. С. 228–229.
29. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1985. 352 с.

References

1. Jahantigh O., Najafi F., Badi H. N., Khavari-Nejad R. A., Sanjarian F. Changes in antioxidant enzymes activities and proline, total phenol and anthocyanine contents in *Hyssopus officinalis* L. plants under salt stress // Acta Biol. Hung. 2016. No. 67 (2). P. 195–204.
2. Letessier M. P., Svoboda K. P., Walters D. R. Antifungal activity of the essential oil of hyssop (*Hyssopus officinalis*) // J. of Phytopathol. 2001. Vol. 149 (11–12). P. 673–678.

3. Skorina V. V., Musayev F. B. Results of many-years collaboration between “All-Russian Research Institute of vegetable breeding and seed production” and “Belarusian State Academy of Agriculture in field of vegetable breeding” // *Selektsiya i semenovodstvo ovoshchnykh kultur*. 2015. No. 46. P. 521–531.
4. Velikorodov A. V., Kovalev V. B., Kurbanova F. Kh., Shchepetova V. E. Chemical composition of essential oil of *Hissopus officinalis* L. cultivated in the Astrakhan region // *Khimiia rastitel'nogo syr'ia* (Chemistry of plant raw material). 2015. No. 3. P. 71–76.
5. Molchanova A. V., Suminova N. B. Some biochemical parameters of aboveground mass of hyssop introduced in the Lower Volga Region // *The agrarian scientific journal*. 2016. No. 4. P. 29–31.
6. Nikitina A. S., Popova O. I. Research of triterpene compounds of hyssop medicinal, cultivated in Stavropol Territory // *Farmatsevticheskiye nauki*. 2011. No. 11. P. 430–432.
7. Pashetskii V. S., Nevkrytaya N. V. Use of essential oils in medicine, aromatherapy, veterinary and crop production (review) // *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*. 2018. No. 1 (13). P. 18–40.
8. Malankina E. L., Tkacheva E. N., Kozlovskaya L. N. Medicinal plants of the Lamiaceae family flavonoids sources // *Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry*. 2018. Vol. 21. No. 1. P. 30–35.
9. Tsugkiev B. G., Kaitmazov T. B., Gagieva L. Ch. The content of nutrients in essential oil plants // *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2013. Vol. 50. Part 3. P. 324–333.
10. Ivanov M. G. The methods of fast making of fields of perennial spicy-aromatic cultures (*Origanum* and *Hyssop*) in the conditions of north-western Russia // *Fundamental research*. 2011. No. 4. P. 53–58.
11. Suminova N. B. The productivity of ordinary hyssop introduced in the Lower Volga Region // *Novye i netraditsionnye rasteniya i perspektivy ikh ispol'zovaniya*. 2015. No. 11. P. 66–68.
12. Kolesnikova I. A., Abramchuk A. V. The attar plants in ornamental horticulture // *Youth and science*. 2017. No. 6. P. 56.
13. Dumacheva E. V., Cherniavskikh V. I., Tokhtar V. K., Tokhtar L. A., Pogrebnyak T. A., Horolskaya E. N., Gorbacheva A. A., Vorobyova O. V., Glubsheva T. N., Markova E. I., Filatov S. V. Biological resources of the *Hyssopus* L. on the south of European Russia and prospects of its introduction // *International Journal of Green Pharmacy*. 2017. Vol. 11. No. 3. P. 476–480.
14. Dumacheva E. V., Cherniavskikh V. I., Borodaeva Z. A. Biological resources family Lamiaceae Lindl. in the conditions of the cretaceous south of central Russian upland // *Modern problems of science and education*. 2015. No. 3. [Electronic resource]. Access point: <http://www.science-education.ru/en/article/view?id=20053> (reference's date 24.05.2018).
15. Cherniavskikh V. I., Tokhtar V. K., Dumacheva E. V., Degtyar O. V. Species diversity of the natural vegetation on the southern slopes of the central Russian upland and its impact on productivity of plant communities // *Modern problems of science and education*. 2013. No. 3. [Electronic resource]. Access point: www.science-education.ru/109-9446 (reference's date 24.05.2018).
16. Lisetskii F. N., Chernyavskikh V. I., Degtyar O. V. Pastures in the zone of temperate climate: trends of development, dynamics, ecological fundamentals of rational use // *Pastures: Dynamics, Economics and Management*. USA, Nova Science Publishers, Inc., 2011. P. 51–85.
17. Bespalko L. V., Kharchenko V. A., Ushakova I. T., Kozar E. G., Baikov A. A. Main directions of selection of *Hyssopus officinalis* L. // *Sel'skokhozyaistvennyye nauki i agropromyshlennyy kompleks na rubezhe vekov*. 2016. No. 14. P. 33–37.
18. Kalinichenko L. V., Malankina E. L., Kozlovskaya L. N. Comparative evaluation of the productivity of *Hissopus officinalis* L. depending on the variety and origin of the sample // *Izvestiya TSKhA*. 2013. No. 5. P. 171–176.
19. Ushakova I. T., Kharchenko V. A. Spicy-flavors of the family Laminaceae: main directions of selection // *Sel'skokhozyaistvennyye nauki i agropromyshlennyy kompleks na rubezhe vekov*. 2014. No. 8. P. 68–71.
20. Cherniavskikh V. I., Titovskiy A. G., Sharko R. A., Shinkarenko O. V., Dumacheva E. V. Experience of breeding and seed production of alfalfa and other grasses in CJSC “Krasnaya Yaruga grain company” // *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2012. No. 12. P. 14–17.
21. Grigoryevskaya A. Ya. Anthropogenic transformation of the vegetation cover of the Middle Russian forest-steppe. Thesis ... Dr. Sc. (Geogr.). Voronezh: Voronezh State University, 2003. 368 p.
22. Dumacheva E. V., Cherniavskikh V. I., Markova E. I., Klimova T. B., Vishnevskaya E. V. Spatial pattern and age range of cenopopulations *Medicago* L. in the conditions of gullying of the southern part of the Central Russian Upland // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2015. Vol. 6 (6). P. 1425–1429.
23. Dumacheva E. V., Cherniavskikh V. I. Biological potential of legume grasses in the natural cenoses on eroded agricultural lands of the Central Chernozem Zone // *Forage Production*. 2014. No. 4. P. 8–11.
24. Methods of testing for distinctness, uniformity and stability. *Hyssopus officinalis* L. RTG / 10771 dated 21.09.2009. No. 12-06.20. [Electronic resource]. Access point: <https://gossort.com/22-metodiki-ispytaniya-na-oos.html> (reference's date 24.05. 2018).
25. Maisuradze N. I., Kiselev V. P., Cherkasov O. A. Research methods for the introduction of medicinal plants. Moscow: Nauka, 1984. 32 p.
26. Field experiments with medicinal crops // Ed. by Khotin A. A. Moscow: Nauka, 1981. 60 p.
27. GOST 51096-97. Seeds of medicinal and aromatic crops. Varietal and sowing characteristics. Specifications. [Electronic resource]. Access point: <http://meganorm.ru/Data/186/18695.pdf> (reference's date 24.06.2018).
28. Fasulati K. K. Field study of terrestrial invertebrates. Moscow: Vysshaya shkola, 1971. P. 228–229.
29. Dospekhov B. A. Methods of field research. (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Kolos, 1985. 352 p.

UDC 633.88: 630.165.3 (470.32)

Cherniavskikh V. I.

SELECTION AND SEED PRODUCTION OF *HYSSOPUS OFFICINALIS* L. IN THE CENTRAL BLACK SOIL (CHERNOZEM) REGION

Summary. *The aim of the work was to create a system of selection and industrial seed production of *Hyssopus officinalis* L. under the conditions of the Belgorod region of the Central black soil (chernozem) region. Production experiments on studying the seed productivity of hyssop were carried out in 2015–2017 on two sites with different soil varieties: 1 – chernozems residual-calcareous medium-eroded on eluvium of chalk; 2 – chernozems leached on loess-like loam. The method of individual-and-family selection was used in the work. The local genetic material was used for breeding. As a result, new variety Volokonovsky, as well as a number of variety samples that had several morphological differences from the standard variety Lekar, were obtained. The yield of green mass of both variety Volokonovsky and new and promising varieties POI-28 and POI-36 significantly exceeded the standard by 29,6–44,4% on average from 2014 to 2016; the seed yield – by 22,5–27,7 %. New promising varieties POI-28 and POI-36 are planned to be transferred to State variety testing. The yield of seeds of the variety Volokonovsky during industrial seed production was from 91 to 360 kg/ha depending on the conditions and methods of cultivation. A strong positive correlation was established between the attendance of crops by bees and seed productivity ($r = 0.893 \pm 0.103$), as well as between pH_{KCl} and seed yield ($r = 0.820 \pm 0.092$). The experimental data were estimated by the method of variance analysis. It was established that the share of influence of factor A (soil difference) in the total variance was 42.6 %, factor B (cutting) – 34.6 % when forming the effective indicator “seed yield”. The share of influence of weather conditions on the formation of seed yield was insignificant – in the range of 16.2 %, random errors – minimum (6.6 %). *Hyssopus officinalis* is able to provide stable seed productivity on different soils with varying degrees of fertility. Therefore, the Central Black Soil (chernozem) Region can be considered promising one for its industrial seed production.*

Keywords: *selection, seed production, *Hyssopus officinalis* L., variety Volokonovsky, introduction, spicy-aromatic crops.*

Чернявских Владимир Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник Природно-ландшафтного комплекса «Ботанический сад «НИУ БелГУ», ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»; 308015, Россия, г. Белгород, ул. Победы, 85; e-mail: chernyavskih@bsu.edu.ru.

Cherniavskikh Vladimir Ivanovich, Dr. Sc. (Agr.), chief researcher of the Natural and Landscape Complex “Botanical Garden of National Research University “Belgorod State University”, FSAEI HE “Belgorod State National Research University” (BSNRU); 85, Pobeda str., Belgorod, 308015, Russia; e-mail: chernyavskih@bsu.edu.ru.

Дата поступления в редакцию – 01.06.2018.

Дата принятия к печати – 01.09.2018.

