



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

ТАВРИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК АГРАРНОЙ НАУКИ

научный журнал

ISSN 2542-0720



№1 (13)
2018



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

ТАВРИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК АГРАРНОЙ НАУКИ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

TAURIDA HERALD
OF THE AGRARIAN SCIENCES

№ 1(13)

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: tvestnik@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 № 05ДА/27
Тираж 500 экз.

Подписано к печати 26.03.2018.
Отпечатано с оригинал-макета
в типографии ИП Бражников Д.А.,
295053, Республика Крым,
Симферополь, ул. Оленчука, 63,
тел.: +7 978 71-72-90 2
e-mail: braznikov@mail.ru

Дата выхода: 28.05.2018 г.
Дизайн и верстка - Н.С. Овчаренко,
Е.А. Дунаева
© ФГБУН «НИИСХ Крыма», 2018.
© Авторы статей, 2018.
© Авторы иллюстраций, 2018.

№ 1(13), 2018

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Алабушев А.В., д.с.-х.н., профессор, академик РАН, директор ФГБНУ «АНЦ «Донской»»; 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; 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»; Плугатарь 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»; 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.т.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; Цугкиев 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»; Шагапсоев 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 No708-11/2015 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.

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.



Уважаемые коллеги!

Спешу сообщить, что в марте 2018 года научный журнал «Таврический вестник аграрной науки», учредителем которого является ФГБУН «НИИСХ Крыма», зарегистрирован в Перечне научных изданий, рекомендованных ВАК, по следующим направлениям: 03.02.00 – Общая биология, 06.01.00 – Агрономия, 05.20.00 – Процессы и машины агроинженерных систем.

От лица всего научного коллектива выражаю слова благодарности Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации за высокую оценку уровня публикаций нашего журнала. Хочу поблагодарить за оказанную поддержку руководство РАН и ФАНО России, ведущие научные учреждения России, особенно ФГБНУ «АНЦ «Донской», ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко», ФГБНУ «Северо-Кавказский Федеральный научный аграрный центр», ФГБНУ «Донской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства». С гордостью могу утверждать, что данный печатный ресурс – достижение аграрной науки Крыма, призванный объединять на своих страницах наработанный годами потенциал научных учреждений.

Приглашаю ученых России и зарубежья публиковать в журнале «Таврический вестник аграрной науки» свои актуальные научные статьи по сельскохозяйственным, биологическим и техническим наукам.

*С уважением, главный редактор научного журнала,
директор ФГБУН «НИИСХ Крыма»,
доктор сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник
Владимир Степанович Паштецкий*

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

- Горгулько Т.В. 7
СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МИКРОБОЦЕНОЗА И
ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ *CAMELINA SATIVA* L. И *SILYBUM*
MARIANUM L. В АГРОЦЕНОЗАХ КРЫМА
- Паштецкий В.С., Невкрытая Н.В. 16
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ В МЕДИЦИНЕ, АРОМАТЕРАПИИ,
ВЕТЕРИНАРИИ И РАСТЕНИЕВОДСТВЕ (ОБЗОР)

АГРОНОМИЯ

- Горбаченко Ф.И., Усатенко Т.В., Горбаченко О.Ф. 39
РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ
СОРТОВ И ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА, ТОЛЕРАНТНЫХ К ЗАРАЗИХЕ
(*OROVANCHE CUMANA* WALLR.)
- Иванютин Н.М., Подовалова С.В. 51
ОЦЕНКА МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА И ТОКСИЧНОСТИ ОЧИЩЕННЫХ
СТОЧНЫХ ВОД КРЫМА КАК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ВОДЫ
ДЛЯ ОРОШЕНИЯ
- Михайленко И.М., Тимошин В.Н. 63
УПРАВЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ПОЧВ НА ОСНОВЕ
ДААННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ
- Радченко Л.А., Ганоцкая Т.Л., Радченко А.Ф. 74
ОЦЕНКА АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ ОЗИМОЙ РЖИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ
В УСЛОВИЯХ КРЫМА
- Туманьян Н.Г., Кумейко Т.Б., Зеленский Г.Л., Ольховая К.К., Гаркуша С.В.,
Есаулова Л.В. 81
СЕЛЕКЦИЯ РИСА С ВЫСОКИМ КАЧЕСТВОМ ЗЕРНА

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

- Гавричкин А.А., Павлов С.Д., Федорова О.А., Хлызова Т.А., Сивкова Е.И. 92
УНИВЕРСАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЫСКИВАНИЯ ЖИВОТНЫХ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

- Картамышева Е.В., Кондаурова В.Е. 100
ПАМЯТИ ИЗВЕСТНОГО ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИОНЕРА
В.Г. КАРТАМЫШЕВА. К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

CONTENTS

GENERAL BIOLOGY

- Gorgulko T.V. 7
STRUCTURAL AND FUNCTIONAL FEATURES OF MICROBIOCENOSIS
AND PRODUCTIVITY OF CAMELINA SATIVA (L.) GRANTZ AND
SILYBUM MARIANUM (L.) GRANT IN AGROCENOSSES OF THE CRIMEA
- Pashtetskiy V.S., Nevkrytaya N.V. 16
USE OF ESSENTIAL OILS IN MEDICINE, AROMATHERAPY, VETERINARY
AND CROP PRODUCTION (REVIEW)

AGRONOMY

- Gorbachenko F.I., Usatenko T.V., Gorbachenko O.F. 39
RESULTS AND PROSPECTS OF CREATION OF HIGH-PRODUCTIVE
VARIETIES AND HYBRIDS OF SUNFLOWER TOLERANCES TO
OROBANCHE CUMANA WALLR.
- Ivanyutin N.M., Podovalova S.V. 51
EVALUATION OF MINERAL COMPOSITION AND TOXICITY OF TREATED
WASTEWATER IN THE CRIMEA AS ALTERNATIVE WATER SOURCE FOR
IRRIGATION
- Mikhaylenko I.M., Timoshin V.N. 63
CONTROL OF THE CHEMICAL STATE OF SOILS BASED ON REMOTE
SENSING DATA FROM THE EARTH
- Radchenko L.A., Ganotskaya T.L., Radchenko A.F. 74
ESTIMATION OF THE ADAPTIVE QUALITIES OF WINTER RYE
CULTIVATED UNDER THE CONDITIOS OF THE CRIMEA
- Tumanyan N.G., Kumeyko T.B., Zelenskiy G.L., Olkhovaya K.K., Garkusha S.V.,
Yesaulova L.V. 81
RICE BREEDING FOR GRAIN QUALITY

PROCESSES AND MACHINES OF AGROENGINEERING SYSTEMS

- Gavrichkin A.A., Pavlov S.D., Fedorova O.A., Khlyzova T.A., Sivkova E.I. 92
BASIC TECHNICAL PARAMETERS OF THE UNIVERSAL INSTALLATION
FOR SPRAYING ANIMALS

GENERAL ISSUES

- Kartamysheva E.V., Kondaurova V.E. 100
DEDICATED TO THE MEMORY OF THE FAMOUS GENETICIST AND
BREEDER V.G. KARTAMYSHEV. DEVOTED TO THE 100TH
ANNIVERSARY FROM THE DATE OF BIRTH

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ
GENERAL BIOLOGY

DOI 10.25637/TVAN2018.01.01

УДК 579.6/665.334.86

Горгулько Т.В.

**СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МИКРОБОЦЕНОЗА
И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ *CAMELINA SATIVA* L. И *SILYBUM
MARIANUM* L. В АГРОЦЕНОЗАХ КРЫМА**

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

Аннотация. Цель исследований – изучить структурно-функциональные особенности микробоценоза, направленность микробиологических процессов в ризосфере почвы и продуктивность растений *Silybum marianum* (L.) Grantz и *Camelina sativa* (L.) Grantz при выращивании на черноземе южном в предгорной зоне Крыма. Исследования подтвердили научную гипотезу о возможности биокоррекции микробоценоза ризосферы растений для повышения продуктивности ценных масличных культур *Silybum marianum* (L.) Grantz и *Camelina sativa* (L.) Grantz. Установлено, что фазы вегетации рыжика и расторопши, а также интродукция полифункциональных микробных штаммов с бактеризованными семенами влияли на структурно-функциональную организацию почвенного микробоценоза в ризосфере изучаемых масличных культур при выращивании на черноземе южном в почвенно-климатических условиях предгорной зоны Крыма. Бактеризация позволила оптимизировать направленность микробиологических процессов в ризосферной почве растений. Получены высокопродуктивные и комплементарные – *Camelina sativa* (L.) Grantz, обеспечившие прибавку урожайности семян 68,0 и 68,6 г/м² (15,8 и 16,0%) и *Rhizobium radiobacter* 204/*Bacillus amololiguesfaciens* 01-1 – Полученные биосистемы рыжика и расторопши могут стать основой PlantEcoTech (Plantgrowing Ecological Technologies/Экологических технологий растениеводства) для агроценозов.

Ключевые слова: штамм, бактеризация, структура микробоценоза, Grantz, продуктивность растения.

Введение

Центром происхождения ценной масличной культуры – рыжика посевного (*Camelina sativa* (L.) Grantz) семейства Brassicaceae является Малая Азия. Во второй половине XIX в. ее начали повсеместно интродуцировать в России и Франции. В конце 40-х – начале 50-х годов прошлого столетия рыжик высевали в России на площади 350-400 тыс. га. Однако к 1984-1987 гг. площади посева сократились до 1,2-3,5 тыс. га [1, 2]. В последние годы интерес к возделыванию рыжика (озимого и ярового) повысился и его стали высевать на площади 181,6 и 168,1 тыс. га.

Ученые Пензенского научно-исследовательского института сельского хозяйства, Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур, Омского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина и других учреждений России изучают качество жирно-кислотного состава маслосемян рыжика, проводят селекционную и семеноводческую работу, разрабатывают технологии выращивания [3-5], исследуют влияние предпосевной обработки стимуляторами роста на посевные свойства семян, влияние внесения микроудобрений на продуктивность и качество семян [6, 7].

За рубежом исследования этой культуры проводят по нескольким направлениям: для пищевых и кормовых целей – как источник пищевого ценного масла и промышленного использования – получения биотоплива. В связи с этим изучают структуру масла рыжика, разрабатывают технологии переработки и выращивания этой культуры с соответствующим качеством маслосемян. Такими исследованиями занимаются ученые National Center for Agricultural Utilization Research, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture, Bio-Oils Research Unit, National Center for Agricultural Utilization Research Agricultural Research Service United States, Department of Agriculture [8, 9]. В своем обзоре Agriculture Marketing Resource Center указывают, что рыжик имеет широкий ареал распространения и возделывается в Северной Америке, Канаде, Словении, Украине, Китае, Финляндии, Германии и Австрии [10].

Расторопша пятнистая *Silybum marianum* (L.) Grantz имеет средиземноморское происхождение и распространена в Западной и Восточной Европе, Южной и Центральной Африке, Северной и Южной Америке, Средней Азии. Расторопша пятнистая относится к семейству Asteraceae. Общая площадь посевов в России составляет около 10 тыс. га, на Украине – 5 тыс. га, в Китае – 100 тыс. га. Расторопша является источником растительного сырья для изготовления лекарственных препаратов на основе гепатопротекторов, выделенных из ее плодов. Данные препараты ускоряют регенерацию клеток печени, способны угнетать фермент, усиливающий процесс перекисного окисления, что делает их идеальным средством защиты печени от вредного воздействия алкоголя, сигаретного дыма, лекарств и других токсичных веществ. Поэтому разработка экологически безопасных технологий выращивания этой культуры занимает особое место и является актуальной [11, 12].

Российские ученые занимаются селекцией и семеноводством расторопши [13], создают экологические технологии выращивания на основе внесения биогумуса, использования гуминовых препаратов и фиторегуляторов роста, внекорневых подкормок и прочее [14]. Украина также имеет большой опыт изучения биологии, интродукции и возделывания этой культуры [15].

В связи с ориентацией современного отечественного сельскохозяйственного производства на экологическую безопасность, в настоящее время разрабатываются ресурсосберегающие и безопасные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и с использованием микробных препаратов для питания и защиты растений. Показано, что бактериализация положительно влияет на структуру микробиоценоза и ферментативную активность почвы, ее плодородие, продуктивность растений [16].

Известно множество работ, которые освещают вопросы влияния различных антропогенных и природных факторов на биологическую активность почв в ризосфере сельскохозяйственных и древесных растений [17, 18]. Однако данные о структуре микробиоценоза, ферментативной активности в ризосфере рыжика и расторопши в литературе практически отсутствуют.

Цель исследований – изучить структурно-функциональные особенности микробиоценоза, направленность микробиологических процессов в ризосфере почвы и продуктивность растений *Silybum marianum* (L.) Grantz и *Camelina sativa* (L.) Grantz при выращивании на черноземе южном в предгорной зоне Крыма.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2016-2017 гг. в условиях модельного полевого опыта. Экспериментальные участки расположены в пос. Гвардейское, в умеренном предгорном агроклиматическом районе Крыма, площадь которых составила 160 и

200 м². Использовали семена озимого рыжика посевного *Camelina sativa* (L.) Grantz., расторопши пятнистой *Silybum marianum* (L.) Grantz; штаммы микроорганизмов из коллекции отдела сельскохозяйственной микробиологии ФГБУН «НИИСХ Крыма», среди которых *Bacillus amololiguesfaciens* 01-1 – ростостимулирующая бактерия и антагонист фитопатогенов; *Rhizobium radiobacter* 204 – азотфиксатор и ростостимулятор; *Enterobacter nimipressuralis* 32-3 – фосфатмобилизатор, ростостимулирующая бактерия; *Nostoc linckia* 144 – азотфиксирующая цианобактерия с микроорганизмами-ассоциантами, обладающими азотфиксирующими, фосфатмобилизирующими и ростостимулирующими свойствами.

Опыты закладывали в соответствии с методическими указаниями Б.А. Доспехова [19], согласно методике проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами [20]. Повторность опыта – четырехкратная.

Данные агрохимических показателей определяли общепринятыми методами: содержание гумуса проводили по Тюрину, подвижного фосфора (P₂O₅) и обменного калия (K₂O) по Мачигину [21], легкогидролизуемого азота по ГОСТу 26213-91 [22]. Показатели pH определяли по ДСТУ 10390-2001 [23]. Почва – чернозем южный с содержанием 1,85% гумуса; подвижного фосфора (P₂O₅) – 7,2 мг/100 г и обменного калия (K₂O) – 39,0 мг/100 г; легкогидролизуемого азота 1,28 мг/100 г; pH солевой и водной вытяжек – 7,7 и 8,3 соответственно.

Бактеризацию семян проводили в день посева суспензией трехсуточной культуры штамма микроорганизмов из расчета 10⁶ бактерий/семя. Плотность суспензии для дозирования инокуляционной нагрузки определяли на фотоэлектроколориметре (КФК-2) в кюветах с рабочей длиной 30, 110 мм при зеленом световом фильтре с длиной волны – 315 нм. Инокуляционная нагрузка бактериализации штаммом цианобактерий 144 составляла 0,021 мг абсолютно сухой биомассы/семя. Контроль – обработка водой.

Используя общепринятые микробиологические методы, проводили анализ численности основных эколого-трофических групп микроорганизмов (аминотрофов, аммонификаторов, азотфиксаторов, фосфатмобилизаторов, олиготрофов, микромицетов, целлюлозолитиков) и спорных бактерий в ризосфере растений [24, 25]. Индекс олиготрофности (I_{олг}) рассчитывали по методике Д.И. Никитина [26], коэффициент минерализации (K_{мин}) – согласно методам количественного учета почвенных микроорганизмов и изучения их свойств [24], коэффициент микробиологической трансформации органического вещества (K_{мтов}) – согласно показателям, отражающим интенсивность и направленность почвенных процессов [27]. Ферментативную активность для определения условного коэффициента гумификации (УГК) в ризосфере определяли согласно методам биологических и агрохимических исследований почвы [21].

Статистическую обработку полученных результатов проводили методом дисперсионного анализа [19] с использованием программы Statistica-7.0.

Результаты и их обсуждение

Анализ эколого-трофических сообществ микробоценоза ризосферы при выращивании на черноземе южном *Camelina sativa* (L.) Grantz показал снижение количества микроорганизмов, усваивающих минеральные и органические формы азота, к концу вегетации растений. В контроле численность аминотрофов уменьшалась на несколько порядков: с 13,3 в фазу стеблевания растений до 4,8 к фазе цветения и менее 1 млн колониеобразующих единиц/грамм абсолютно сухой почвы (КОЕ/г а. с. п.) к фазе созревания растений в сравнении с бактериализацией. Численность аммонификаторов во всех вариантах обработки снижалась в 2-5 раз к

фазе цветения растений, кроме варианта с бактеризацией штаммом 32-3, где снижение численности в 4,5-8,3 раза наблюдали к концу вегетации растений.

Численность азотфиксаторов была максимальной в период стеблевания растений (45,3-66,6 млн КОЕ/г а. с. п.). Это показатель зависел от обработки и снижался к фазе цветения в контрольном варианте в 25 раз, в варианте со штаммами 144 и 32-3 – в 7 раз, со штаммом 204 – в 13 раз, со штаммом 01-1 – в 53 раза. На количество микроорганизмов, трансформирующих почвенные фосфаты, в период цветения растений существенно влияла обработка штаммом 204 и 01-1, при которой наблюдали снижение численности фосфатмобилизаторов на 1-2 порядка.

Численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов находилась в пределах одного порядка на уровне 10-59 тыс КОЕ/г а. с. п., и только в варианте со штаммом 144 существенно снижалась к концу вегетационного периода растений, (4,9 тыс КОЕ/г а. с. п.). Количество спорообразующих микроорганизмов снижалось к концу вегетации на один порядок до 4,9-8,0 млн КОЕ/г а. с. п. Численность микровицетов в ризосфере растений существенно не менялась.

В процессе вегетации рыжика отмечен синтез органического вещества в ризосферной почве, о чем свидетельствуют показатели коэффициента минерализации, не превышающие единицу (таблица 1).

Таблица 1 – Направленность микробиологических процессов в ризосфере *Camelina sativa* (L.) Grantz (полевой опыт, чернозем южный, 2016-2017 гг., ФГБУН «НИИСХ Крыма»)

Вариант опыта	$K_{мин}$	$I_{олг}$	$K_{мтов}$	УКГ
Фаза стеблевания				
Контроль	0,16	3,0	594,4	0,87
<i>N. linckia</i> 144	0,18	1,6	576,7	0,93
<i>R. radiobacter</i> 204	0,09	1,6	1121,1	1,11
<i>B. amololiguefaciens</i> 01-1	0,06	1,9	1503,3	1,01
<i>E. nimipressuralis</i> 32-3	0,14	1,8	822,9	0,55
Фаза цветения				
Контроль	0,13	2,5	327,7	1,29
<i>N. linckia</i> 144	0,62	1,9	97,4	0,10
<i>R. radiobacter</i> 204	0,48	4,0	50,0	1,19
<i>B. amololiguefaciens</i> 01-1	0,15	3,9	152,0	0,21
<i>E. nimipressuralis</i> 32-3	0,14	0,6	1527,9	1,53
Фаза созревания				
Контроль	0,12	1,3	69,2	3,97
<i>N. linckia</i> 144	0,09	2,5	297,8	5,42
<i>R. radiobacter</i> 204	0,12	1,5	213,3	5,75
<i>B. amololiguefaciens</i> 01-1	0,21	3,0	134,3	3,25
<i>E. nimipressuralis</i> 32-3	0,05	1,1	472,0	3,10

Примечание: $K_{мин}$ – коэффициент минерализации, $I_{олг}$ – индекс олиготрофности, $K_{мтов}$ – коэффициент микробиологической трансформации органического вещества, УКГ – условный коэффициент гумификации.

Существенное снижение количества питательных веществ в почве наблюдали: в контроле – в начале вегетации и в фазу цветения растений ($I_{олг}=3,0$ и 2,5 соответственно), в варианте с обработкой штаммом 204 – в фазу цветения ($I_{олг}=4,0$), а также в вариантах со штаммами 144 и 01-1 – к концу вегетации ($I_{олг}=2,5$ и 3,0 соответственно). Интенсивность микробиологической трансформации органического вещества была максимальной в вариантах со штаммами 204 и 01-1 ($K_{мтов}=1121$ и 1503 соответственно) в начале вегетации, в варианте со штаммом 32-3 ($K_{мтов}=1528$) в фазу цветения. Необходимо отметить, что к концу вегетации растений

процессы гумификации проходили в 3,3-5,8 раз активнее по сравнению с остальными фазами развития растений.

Результаты исследований показали, что обработка полифункциональными штаммами влияла не только на численность эколого-трофических групп микроорганизмов, но и на урожайность семян рыжика. При бактеризации штаммами 144 и 204 наблюдалась тенденция к увеличению семенной продуктивности растений на 68,0 и 68,6 г/м² (15,8 и 16,0%) в сравнении с контролем.

Исследования, проведенные в агроценозе *Silybum marianum* (L.) Grantz показали, что численность аминотрофных и аммонифицирующих микроорганизмов снижалась к фазе цветения растений. При бактеризации наблюдали снижение на порядок численности аминотрофов в сравнении с контролем (10,8 млн КОЕ/г а. с. п.), в фазу созревания численность аммонификаторов оставалась в пределах одного порядка – 21,9-52,4 млн КОЕ/г а. с. п. по сравнению с контролем – 30,8 млн КОЕ/г а. с. п.

Обеднение ризосферной почвы элементами питания установлено в фазу цветения растений, при котором численность олиготрофных микроорганизмов была на порядок ниже в сравнении с вариантами фазы розетки и созревания, исключая вариант с бактеризацией штаммом 204, где численность этой группы была во все фазы развития растений в пределах одного порядка – 10,7-25,2 млн КОЕ/г а. с. п. Существенных изменений в количестве азотфиксаторов в ризосфере расторопши не установлено, однако выявлено влияние фазы развития растений на численность фосфатмобилизирующих микроорганизмов, к концу вегетации отмечали снижение численности этой эколого-трофической группы микроорганизмов на один-два порядка до уровня 1,0-8,7 млн КОЕ/г а. с. п.

Максимальное количество спорообразующих микроорганизмов установлено в фазу розетки в варианте с обработкой штаммом 144 – 122,4 млн КОЕ/г а. с. п., что на один-два порядка больше в сравнении с другими вариантами опыта и фазами развития растений.

Численность микромицетов снижалась на один порядок к фазе цветения растений во всех вариантах исследования. Варианты: контроль, штамм 144 и 204, обеспечили восстановление численности микромицетов к фазе созревания расторопши до уровня количества микроорганизмов, относительно фазы розетки растений.

Бактерицизация штаммами 204, 01-1 и 32-3 увеличивала количество целлюлозоразлагающих микроорганизмов на порядок, в 2,0-2,3 раза в фазу цветения растений в сравнении с контролем (7,2 тыс. КОЕ/г а. с. п.).

Минерализационные процессы в ризосфере расторопши активно проходили в варианте со штаммом 01-1 ($K_{\text{мин}}=1,31$) в начале вегетации растений (таблица 2).

Индекс олиготрофности свидетельствовал об интенсивности обеднения почвы питательными веществами в фазу розетки растений в вариантах с бактерицизацией штаммами 144, 204, 32-3 ($I_{\text{олг}}=5,8; 6,5$), а также штаммом 01-1 ($I_{\text{олг}}=6,2$) к концу вегетации растений. Вероятно, это связано с активным питанием растений. Высокая интенсивность трансформации органического вещества с участием микроорганизмов выявлена в начале вегетации в вариантах бактерицизации с штаммами 144, 204, 01-1 ($K_{\text{мтов}}=238,2; 130,0; 127,8$); в фазу цветения с штаммом 204 ($K_{\text{мтов}}=147,4$) и к концу вегетации в варианте со штаммами 32-3 и 204 ($K_{\text{мтов}}=290,0; 1015,0$), что в 1,4-8,5 раз превышало контроль в соответствующие фазы развития растений. Коэффициент гумификации имел существенные различия в конце вегетации, где в контроле и варианте со штаммом 32-3 был на уровне 0,13 и 0,16 – что в 2-16 раз выше коэффициента других вариантов бактерицизации.

Направленность микробиологических процессов в ризосфере *Silybum marianum* (L.) Grantz

(полевой опыт, чернозем южный, 2017 г., ФГБУН «НИИСХ Крыма»)

Вариант опыта	К _{мин}	И _{олг}	К _{мтов}	УКГ
Фаза розетки				
Контроль	0,66	2,0	88,7	0,11
<i>N. linckia</i> 144	0,23	5,8	238,2	0,10
<i>R. radiobacter</i> 204	0,30	6,5	130,0	0,25
<i>B. amololiguesfaciens</i> 01-1	1,31	1,0	127,8	0,11
<i>E. nimipressuralis</i> 32-3	0,51	6,5	87,1	0,18
Фаза цветения				
Контроль	0,59	2,9	22,4	0,04
<i>N. linckia</i> 144	0,62	4,5	27,5	0,02
<i>R. radiobacter</i> 204	0,19	4,5	147,4	0,03
<i>B. amololiguesfaciens</i> 01-1	0,35	2,4	60,0	0,09
<i>E. nimipressuralis</i> 32-3	0,24	2,8	95,8	0,11
Фаза созревания				
Контроль	0,35	2,2	118,9	0,13
<i>N. linckia</i> 144	0,09	2,7	235,5	0,03
<i>R. radiobacter</i> 204	0,04	2,6	1015,0	0,01
<i>B. amololiguesfaciens</i> 01-1	0,15	6,2	167,3	0,08
<i>E. nimipressuralis</i> 32-3	0,15	2,3	290,0	0,16

При оценке интегрирующего показателя эффективности бактериализации и продуктивности растений установлено, что предпосевная инокуляция штаммами 204 и 01-1 способствовала существенному повышению фитомассы растений расторопши на 1,8 и 2,0 г/растение (в 1,2 раза или на 20,2-22,4% соответственно) по сравнению с контролем.

Выводы

Предпосевная бактериализация семян полифункциональными штаммами позволила провести биокоррекцию структуры микробоценоза, оптимизировать направленность микробиологических процессов в ризосфере рыжика и расторопши, выявить высокопродуктивные и комплементарные ассоциативные растительно- *Camelina sativa* (L.) Grantz, обеспечившие прибавку урожайности семян 68,0 и 68,6 г/м² (15,8 и 16,0% соответственно), а также *R. radiobacter* 204/*B. amololiguesfaciens* 01-1 – *Silybum marianum* (L.) Grantz, обеспечившие повышение урожайности семян на 1,8 соответственно) в сравнении с контролем в почвенно-климатических условиях предгорного Крыма.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 16-34-00365 мол_а.

Литература

1. Турина Е.Л., Кулинич Р.А. Выращивание озимого рыжика в Крыму // Международная научно-практическая интернет-конференция «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования». [Электронный ресурс]. Точка доступа: <http://pniiaz.ru/konf2016>. (дата обращения 05.02.2018).
2. Прахова Т.Я., Бражников В.Н. Озимый рыжик – ценная масличная культура // Основы рапсоведения: Сборник трудов. Запорожье, 2006. С. 59–62.
3. Ноженко Т.В. Создание исходного материала для селекции ярового рыжика в условиях южной лесостепи Западной Сибири. Дис. ... канд. с.-х. наук. Омск: Омский Государственный аграрный университет, 2005. 125 с.
4. Зеленина О.Н., Прахова Т.Я. Жирно-кислотный состав маслосемян озимого рыжика сорта Пензяк // Масличные культуры. Науч.-техн. бюлл. ВНИИМК. Вып. 2 (141). 2009. С. 20–22.

5. Прахова Т.Я., Турина Е.Л., Кулинич Р.А., Прахов В.А. Экологическая устойчивость и адаптивность сортов рыжика озимого // *Аграрная Россия*. 2017. № 12. С. 23–27.
6. Аленин П.Г., Воронова И.А. Продуктивность рыжика озимого в зависимости от предпосевной обработки семян стимуляторами роста // *Сборник статей V Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии в АПК: теория и практика»*. Пенза, 2016. С. 16–19.
7. Прахова Т.Я., Плужникова И.И. Посевные качества рыжика посевного и крамбе абиссинской в зависимости от регуляторов роста // *Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции с международным участием «Достижения современной аграрной науки сельскохозяйственному производству»*. Томск, 10 ноября 2017. С. 134–138.
8. Moser B.R. Camelina (*Camelina sativa* L.) oil as biofuels feedstock: Golden opportunity or false hope? // *Lipid Technol.* 2010. Vol. 22. No. 12. P. 270–273.
9. Moser B.R. Impact of fatty ester composition on low temperature properties of biodiesel-petroleum diesel blends // *Fuel*. 2014. Vol. 115. P. 500–506.
10. Щекатикина А.С., Власова Т.М., Курченко В.П. Получение биологически активных веществ из семян расторопши пятнистой (*Silybum marianum* (L.)) // *Труды БГУ*. 2008. Т. 3. Ч. 1. С. 218–229.
11. Куркин В.А. Расторопша пятнистая – источник лекарственных средств (обзор) // *Химико-фармацевтический журнал*. 2003. Т. 37. № 4. С. 27–41.
12. Лифантьева Н.А., Хуснидинов Ш.К. Особенности роста и развития расторопши пятнистой в связи с ее интродукцией в условиях Предбайкалья // *Вестник ИрГСХА*. 2012. № 51. С. 12–17.
13. Кшникаткин С.А., Воронова И.А. Экологическая роль комплексных гуминовых удобрений и регуляторов роста в повышении урожайности и качества расторопши пятнистой // *Вестник Саратовского госагроуниверситета имени Н.И. Вавилова*. 2009. № 11. С. 16–18.
14. Воронцов В.Т., Опара М.М. Досвід вирощування розторопші плямистої на невеликих ділянках та використання із метою оздоровлення // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. № 2. 2010. С. 41–45.
15. Tikhonovich I.A., Provorov N.A. The molecular basis for construction of highly productive ecologically sustainable agrocenoses // *Russ. J. Genet.: Appl. Res.* 2012. Vol. 2. No. 5. P. 353–356.
16. Биопрепараты в сельском хозяйстве. (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). Под ред. Тихоновича И.А., Круглова Ю.В. М., 2005. 154 с.
17. Дидович С.В. Дидович А.Н. Влияние бактериализации семян на микробиологические процессы и продуктивность бобовых культур в агроценозах Крыма // *Инновации в науке*. 2015. № 2 (39). С. 66–72.
18. Maltsev Ye.I., Didovich S.V., Maltseva I.A. Seasonal changes in the communities of // *Issue 8*. P. 935–942.
19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 308 с.
20. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами. Под ред. Лукомца В.М. Краснодар, 2010. 327 с.
21. Грицаенко З.М., Грицаенко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: Нічлава, 2003. 320 с.
22. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1992. 8 с.
23. ДСТУ ISO 10390: 2001 Якість ґрунту. Визначення рН. Київ: Держстандарт України. 2003. 14 с.
24. Некоторые новые методы количественного учета почвенных микроорганизмов и изучения их свойств: метод. Рекомендации. Под ред. Возняковской Ю.М. Л., 1982. 54 с.
25. Експериментальна ґрунтова мікробіологія. За ред. В.В. Вокогона. К.: Аграрна наука, 2010. 464 с.
26. Никитин Д.И., Никитина Э.С. Процессы очищения окружающей среды и паразиты бактерий (род *Bdellovibrio*). М.: Наука, 1978. 205 с.
27. Муха В.Д. О показателях отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов // *Сборник трудов Харьковского сельскохозяйственного института*. 1980. Т. 273. С. 13–16.

References

1. Turina E.L., Kulinich R.A. Cultivation of winter camelina in the Crimea // *International scientific-practical Internet Conference “Modern ecological state of the natural environment and scientific-and-practical aspects of sustainable environmental practices”* [Electronic resource]. Access point: <http://pniiaz.ru/konf2016>. (15iosystem’s date 05.02.2018).
2. Prakhova T.Ya., Brazhnikov V.N. Winter camelina is a valuable oilseed crop // *Fundamentals of rape cultivation: collection of scientific works*. Zaporozhye, 2006. P. 59–62.

3. Nozhenko T.V. Creation of initial material for selection spring camelina under conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia: Thesis. ... Cand. Sc. (Agr.). Omsk: Omsk state agrarian university, 2005. 125 p.
4. Zelenina O.N., Prakhova T.Ya. Fatty acid composition of winter false flax variety Penzyak // Oil crops. Scientific and Technical Bulletin VNIIMK. Vol. 2 (141). 2009. P. 20–22.
5. Prakhova T.Ya., Turina E.L., Kulinich R.A., Prakhov V.A. Ecological sustainability and adaptability of varieties of *Camelina* // Agrarnaya Rossiya (Agrarian Russia). 2017. No. 12. P. 23–27.
6. Alenin P.G., Voronova I.A. Productivity of winter camelina depending on presowing treatment of seeds by growth stimulants // Collection of scientific works of V All-Russian scientific-practical conference “Innovative technologies in agriculture: theory and practice”. Penza, 2016. P. 16–19.
7. Prakhova T.Ya., Pluzhnikova I.I. Sowing quality of seeds of *Camelina sativa* and *Crambe abyssinica* depending on the growth regulators // Collection of scientific works on the materials of scientific-practical conference with international participation “Achievements of modern agricultural science to agricultural production”. Tomsk, 10th of November 2017. P. 134–138.
8. Moser B.R. Camelina (*Camelina sativa* L.) oil as biofuels feedstock: Golden opportunity or false hope? // Lipid Technol. 2010. Vol. 22. No. 12. P. 270–273.
9. Moser B.R. Impact of fatty ester composition on low temperature properties of biodiesel-petroleum diesel blends // Fuel. 2014. Vol. 115. P. 500–506.
10. Schekatikhina A.S., Vlasova T.M., Kurchenko V.P. Extraction of biological active substances from milk thistle (*Silybum marianum* (L.)) seeds // Proceedings of the Belarusian State University. 2008. Vol. 3. Part 1. P. 218–229.
11. Kurkin V.A. Milk thistle – source of medicines (review) // *Khimiko-Farmatsevticheskii Zhurnal* (Russian Pharmaceutical Chemistry Journal). 2003. Vol. 37. No. 4. P. 27–41.
12. Lifanteva N.A., Khusnidinov Sh.K. Features of growth and development of *Silybum marianum* in connection to its introduction under conditions of Pre-Baikal region // *Vestnik IrGSCCHA*. 2012. No. 51. P. 12–17.
13. Kshnikatkin S.A., Voronova I.A. Ecological significance of complex humin fertilizers and plant growth regulators in yield and quality raising of bless milk thistle // *The Bulletin of Saratov State Agrarian University in honor of N.I. Vavilov*. 2009. No. 11. P. 16–18.
14. Vorontsov V.T., Opara M.M. Experience of growing Milk thistle on small plots and its use for the purpose of health improvement // *News of Poltava State Agrarian Academy*. 2010. No. 2. P. 41–45.
15. Tikhonovich I.A., Provorov N.A. The molecular basis for construction of highly productive ecologically sustainable agrocenoses // *Russ. J. Genet.: Appl. Res.* 2012. Vol. 2. No. 5. P. 353–356.
16. Biopreparations in agriculture. (Methodology and practice of using microorganisms in crop production and forage production). Edited by Tikhonovich I.A., Kruglova Yu.V. Moscow, 2005. 154 p.
17. Didovich S.V., Didovich A.N. The influence of seeds bacterization on microbiological processes and legumes productivity in 16iosyst agrocenoses // *Innovations in science*. 2015. No. 2 (39). P. 66–72.
18. Maltsev Ye.I., Didovich S.V., Maltseva I.A. Seasonal changes in the communities of microorganisms and algae in the litters of tree plantations in the steppe zone // *Eurasian Soil Science*. 2015. Vol. 50. Issue 8. P. 935–942.
19. Dospikhov B. A. Methods of field research. Moscow: Kolos, 1985. 308 p.
20. Methodology of field agricultural experiments with oilseeds. Edited by Lukomets V.M. Krasnodar, 2010. 327 p.
21. Gritsaenko Z.M., Karpenko V.P., Gritsaenko A.O. Methods of biological and agrochemical studies of plants and soils. Kyiv: Nichlava, 2003. 320 p.
22. GOST 26213-91 Soils. Methods for determination of organic matter. Moscow: Committee on Standardization and Metrology (USSR), 1992. 8 p.
23. DSTU (State Standard of Ukraine) ISO 10390: 2001 Soil quality. Determination of pH. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy. 2003. 14 p.
24. Some new methods for quantifying soil microorganisms and studying their properties: methodical recommendations. Edited by Voznyakovskaya Yu.M. Leningrad, 1982. 54 p.
25. Experimental soil. Edited by Volkogon V.V. Kyiv: Agricultural science, 2010. 464 p.
26. Nikitin D.I., Nikitina E.S. Process of environment purification and parasites of bacteria (genus *Bdellovibrio*). Moscow: Nauka, 1978. 205 p.
27. Mukha V.D. On indicators reflecting the intensity and direction of soil processes // *Proceedings of Kharkov Agricultural Institute*. 1980. Vol. 273. P. 13–16.

UDC 579.6/665.334.86

Gorgulko T.V.

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL FEATURES OF MICROBIOCENOSIS AND PRODUCTIVITY OF CAMELINA SATIVA (L.) GRANTZ AND SILYBUM MARIANUM (L.) GRANT IN AGROCENOSSES OF THE CRIMEA

Summary. The aim of the research was to study structural and functional features of microbiocenosis, orientation of microbiological processes in the soil rhizosphere and productivity of *Silybum marianum* (L.) Grantz and *Camelina sativa* (L.) Grantz plants when cultivated them on southern chernozem in the foothill zone of the Crimea. It was revealed as a result of the research that scientific hypothesis on the possibility of biocorrecting the plant rhizosphere microbocenosis in order to increase the productivity of valuable oil crops such as *Silybum marianum* (L.) Grantz and *Camelina sativa* (L.) Grantz was confirmed. Phases of vegetation of camelina and milk thistle, as well as introduction of polyfunctional microbial strains with seeds, which were bacterized, influenced structural and functional organization of soil microbiocenosis in the rhizosphere of studied oilseeds when cultivated them on southern chernozem under soil and climatic conditions of the foothill zone of the Crimea. Bacterization allowed to optimize the orientation of microbiological processes in the rhizosphere of plants. Highly productive and complementary associative plant-microbial systems *Nostoc linckia* 144/*Rhizobium radiobacter* 204 – *Camelina sativa* (L.) Grantz, which provided an increase in seed yield up to 68.0 and 68.6 g/m² (15.8 and 16.0%), and *Rhizobium radiobacter* 204/*Bacillus amoliguefaciens* 01-1 – *Silybum marianum* (L.) Grantz, which provided an increase in the seed yield up to 1.8 and 2.0 g/plant (20.2-22.4%) compared to control were obtained. Obtained 17iosystems of camelina and milk thistle can become the basis of PlantEcoTech (Plantgrowing Ecological Technologies) for agrocenoses.

Keywords: strain, bacterization, microbocenosis structure, *Camelina sativa* (L.) Grantz, *Silybum marianum* (L.) Grantz, plant productivity.

Горгулько Татьяна Владимировна, научный сотрудник ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: t.gorgulko@gmail.com.

Gorgulko Tatyana Vladimirovna, junior scientist of Federal State Budget Scientific Institution “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150 Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, Russia; e-mail: t.gorgulko@gmail.com.

Дата поступления в редакцию – 02.04.2018.

Дата принятия к печати – 09.04.2018.

DOI 10.25637/TVAN2018.01.02

УДК 633.81; 577.19

Паштецкий В.С., Невкрытая Н.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ В МЕДИЦИНЕ, АРОМАТЕРАПИИ, ВЕТЕРИНАРИИ И РАСТЕНИЕВОДСТВЕ (ОБЗОР)

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

Аннотация. В статье приведена обзорная информация об исследованиях эфирных масел (в основном, эфирных масел представителей семейства Яснотковые (*Lamiaceae*)) и возможности их использования в медицине, ароматерапии, ветеринарии и растениеводстве. Определены компоненты эфирных масел с высоким антимикробным и антибактериальным действием: тимол, карвакрол (наиболее активные компоненты масел), эвгенол, линалоол, гераниол, ментол, нераль, гераниаль, цитронеллаль, туйон, фенхон, карвон, пинокамфон, камфора, ментон, анетол, эстрагол. Эти фенольные соединения содержатся в значительных количествах в эфирных маслах таких представителей семейства Яснотковые, как душица обыкновенная, чабер садовый, чабер горный, монарда дудчатая, тимьян обыкновенный. Предполагается, что эфирные масла снижают проницаемость цитоплазматических мембран микроорганизмов, уменьшая активность их аэробного дыхания, не давая адаптироваться к агрессивному агенту. Проведенные исследования компонентов эфирных масел позволяют говорить об их антиоксидантных, антимикотических, геропротекторных, притивовирусных, противотуберкулезных свойствах. Приведенный, далеко неполный, обзор исследований, касающихся эфирных масел, свидетельствует о высокой востребованности их в различных сферах деятельности человека. Очевидно, что свойства эфирных масел и физиологические аспекты их воздействия на организм изучены еще не в полной мере, и спектр их использования в различных сферах деятельности человека может быть существенно расширен.

Ключевые слова: эфирное масло, фитобиотики, антимикробная, антибактериальная активность.

В современных условиях все более актуальной становится проблема поиска и расширения спектра натуральных продуктов, используемых в различных сферах жизнедеятельности человека. Эфиромасличные растения, занимая достаточно скромное место среди всех возделываемых сельскохозяйственных растений, тем не менее, представляют большую ценность в связи с высокой востребованностью продуктов их переработки (эфирных масел и отдельных их компонентов, биоконцентратов, восков, гидралатов и пр.) для парфюмерно-косметического, фармацевтического, ликероводочного, пищевого производства, в медицине, ветеринарии, в качестве специй в кулинарии.

Основным и наиболее важным продуктом переработки сырья эфиромасличных растений, несомненно, являются эфирные масла. Компонентный состав многих эфирных масел широко используемых и перспективных эфиромасличных растений достаточно стабилен и хорошо изучен. Эфирные масла обладают обширным спектром биологической активности, малотоксичны в рекомендуемых дозах, доступны для массового использования.

Настоящий обзор посвящен рассмотрению использования, прежде всего, эфирных масел представителей семейства Яснотковые (*Lamiaceae*), включающего многие виды эфиромасличных растений, пригодных для возделывания в разных

регионах России. Особое внимание уделено современным исследованиям российских ученых.

Как антибиотические средства эфирные масла известны с древнейших времен. Фармакологическая активность основана как на биологических свойствах отдельных компонентов, так и на их комплексном действии в составе эфирного масла. Благодаря широкому спектру антимикробного, антифунгального и противовирусного действия эфирные масла востребованы для медицинских целей, в фармацевтической промышленности, как компоненты для приготовления лекарственных препаратов, в ароматерапии [1-5].

Предполагается, что эфирные масла снижают проницаемость цитоплазматических мембран микроорганизмов, уменьшая активность их аэробного дыхания, противодействуют выживанию, не давая адаптироваться к агрессивному агенту. Последнее свидетельствует об отсутствии у них мутагенного действия, приводящего к возникновению новых, более агрессивных штаммов и рас. Они также способствуют проникновению антибиотиков в клетки человека, создавая возможность снизить дозы антибиотиков при тяжелых заболеваниях [6].

Эфирные масла и их компоненты входят в состав различных лекарственных препаратов, широкого спектра действия – обезболивающего, раздражающего, антимикробного, иммуномодулирующего, антиоксидантного, влияющего на обменные процессы организма [7-10]. Выявление антибактериальных компонентов, входящих в состав эфирных масел, определяет направление дальнейшего наиболее эффективного их использования [11].

Выделяют следующие основные компоненты эфирных масел с высокой антибактериальной способностью:

1. Фенолы:

1.1. Тимол – в эфирных маслах ажгона (айован душистый *Trachyspermum ammi* (L.) Sprague ex Turrit. (сем. Apiaceae), чабера *Satureja* L. (сем. Lamiaceae), монарды *Monarda* L. (сем. Lamiaceae), тимьяна (чабреца) *Thymus* L. (сем. Lamiaceae);

1.2. Карвакрол – в эфирных маслах душицы *Origanum* L. (сем. Lamiaceae), монарды, чабера, тимьяна;

1.3. Эвгенол – в эфирных маслах базилика эвгенольного *Ocimum gratissimum* L. (сем. Lamiaceae), гвоздичного дерева *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. et Perry (сем. Myrtaceae), цитронеллы *Cymbopogon nardus* L. и *C. winterianus* Jowitt. (сем. Poaceae);

2. Терпеновые спирты:

2.1. Линалоол – в эфирных маслах кориандра *Coriandrum sativum* L. (сем. Apiaceae), лаванды узколистной *Lavandula angustifolia* Mill. (сем. Lamiaceae), шалфея мускатного *Salvia sclarea* L. (сем. Lamiaceae), линалоольных формах мяты *Mentha* L. (сем. Lamiaceae);

2.2. Гераниол – в эфирных маслах розы эфиромасличной (*Rosa* L. (сем. Rosaceae), Melissa лекарственной *Melissa officinalis* L. (сем. Lamiaceae);

2.3. Ментол – в эфирном масле мяты;

3. Альдегиды:

3.1. Нераль и гераниаль, цитронеллаль – в эфирном масле Melissa лекарственной;

4. Кетоны:

4.1. Туйон – в эфирных маслах некоторых видов полыней: полыни горькой *Artemisia absinthium* L. (сем. Asteraceae), обыкновенной *A. vulgaris* L., крымской *A. taurica* Willd., а также шалфея лекарственного *Salvia officinalis* L. (сем. Lamiaceae), пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare* L. (сем. Asteraceae);

4.2. Фенхон – в эфирном масле фенхеля обыкновенного *Foeniculum vulgare* Mill. (сем. Apiaceae);

4.3. Карвон – в эфирных маслах укропа душистого *Anethum graveolens* L. (сем. Apiaceae), тмина обыкновенного *Carum carvi* L. (сем. Apiaceae), в карвонных формах мяты;

4.4. Пинокамфон – в эфирном масле иссопа лекарственного *Hyssopus officinalis* L. (сем. Lamiaceae);

4.5. Камфора – в эфирное масле шалфея лекарственного;

4.6. Ментон – в эфирном масле мяты;

5. Эфиры:

5.1. Анетол – в эфирных маслах аниса обыкновенного *Pimpinella anisum* L. (сем. Apiaceae), фенхеля обыкновенного;

5.2. Эстрагол (метилхавикол) – в эфирных маслах полыни эстрагон *Artemisia dracunculus* L. (сем. Asteraceae), фенхеля обыкновенного, аниса обыкновенного.

Применение эфирных масел, богатых фенолами, очень эффективно при многих видах инфекций. Ряд проведенных исследований позволяет выделить в числе наиболее активных компонентов эфирных масел карвакрол и тимол. Эти фенольные соединения содержатся в значительных количествах в эфирных маслах таких представителей семейства Яснотковые, как душица обыкновенная *Origanum vulgare* L., чабер садовый *Satureja hortensis* L., чабер горный *Satureja montana* L., монарда дудчатая *Monarda fistulosa* L., тимьян обыкновенный *Thymus vulgaris* L.

Антимикробное действие эфирного масла чабера садового *S. hortensis* на грамположительные и грамотрицательные бактерии (*Bacillus subtilis*, *Clostridium perfringens*, *Micrococcus flavus*, *Staphylococcus aureus*, *Sarcina lutea*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enteritidis*, *Erwinia amylovora*, *Salmonella typhi*) отмечено в работах ряда исследователей [12-15]. Проведенное изучение культурных и дикорастущих растений астраханского региона позволило установить, что высокую активность по отношению к грамположительным микроорганизмам проявляют эфирные масла лопуха анисового *Lophanthus anisatus* Benth. (сем. Lamiaceae), тимьяна обыкновенного, полыни эстрагон, робинии псевдоакация *Robinia pseudoacacia* L. (сем. Fabaceae) [16]. Наличие в растениях лопуха анисового биологически активных соединений и, прежде всего, эфирного масла, содержащего в качестве основных компонентов пулегон и ментон, а также фенольные соединения, указывает на возможность использования его в качестве источника сырья для создания лекарственных препаратов, обладающих антиоксидантным, противомикробным, антимикотическим и пилотропным действиями [17].

Исследователи Житомирского национального агроэкологического университета идентифицировали в эфирном масле чабера садового 19 компонентов. Отмечено, что высокие антимикробные свойства масла обусловлены наличием в его составе карвакрола в количестве 89,07%. Компоненты экстракта чабера садового усиливали вдвое бактериостатический и бактерицидный эффект 40%-ного этанола по отношению к *E. coli* [18].

Фармакологическая ценность тимьяна обыкновенного и тимьяна крымского *Thymus tauricus* Klok. et. Shost. (сем. Lamiaceae) также обусловлена многокомпонентным составом их эфирных масел, содержащих, в числе основных – тимол, карвакрол, п-цимол и др. Установлено, что крымский тимьян имеет более высокое содержание ценных компонентов. Это дает основание рекомендовать использовать его масло при разработке составов мазей и суппозиторий для лечения вагинальных заболеваний [19]. Антимикробной активностью обладают эфирные

масла и других видов рода тимьян: тимьяна Маршалла *Th. marschallianus* Willd., Палласа *Th. pallasianus* H. Br., блошиного *Th. pulegioides* L., мелового *Th. calcareous* Klok. et. Shost., двуликого *Th. dimorphus* Klok. et Shost., ползучего *Th. serpillum* L. Сравнительный анализ позволил установить, что наибольшей активностью по отношению ко всем тестируемым культурам (*Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Candida sp.*) характеризовалось эфирное масло тимьяна блошиного [20].

Нередко применение антимикотических препаратов разного химического состава, используемых для лечения микозов, вызванных грибами рода *Candida*, приводит к развитию побочных эффектов. Альтернативой могли бы стать природные фунгицидные вещества, в частности эфирные масла растений [21]. Установлено фунгицидное действие эфирных масел лимона *Citrus limon* (L.) Osbeck (сем. Rutaceae), тимьяна блошиного, чабера горного [22-24]. Проведенные исследования показали, что фракция эфирного масла чабера горного обладает мощным фунгицидным действием против штаммов грибов *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium sp.*, *Acremonium falciforme*, выделенных от больных с хроническими инфекционно-воспалительными заболеваниями. При этом эфирное масло в 12,9 раз менее токсично амфитерицина В (LD50 280 мг/кг) и в 6,5 раза менее токсично, чем натриевая соль нистатина (LD50 550 мг/кг) [25].

Изучение возможности использования биологически активных соединений растительного происхождения для лечения себореи привело исследователей к заключению о чрезвычайной перспективности применения в качестве противогрибкового и антимикробного агента в композициях различных лекарственных средств эфирного масла монарды, содержащем в своем составе более 20 компонентов, в том числе тимол (12,6%) и карвакрол (24,0%) [26, 27].

Многие эфирные масла являются антиоксидантами, эффективность которых не уступает по эффективности синтетическим антиоксидантам. В то же время они практически безопасны для здоровья. Такими свойствами обладают эфирные масла, содержащие фенолы – эвгенол, тимол, карвакрол. Сравнительный анализ антиоксидантной активности эфирных масел представителей семейства Яснотковые – душицы обыкновенной, тимьяна обыкновенного и чабера садового, содержащих в своем составе карвакрол и тимол, и синтетического антиоксиданта ионола позволил установить, что по этому показателю они вдвое превосходят ионол [28]. Однако отмечается, что не следует отождествлять количество антиоксидантных компонентов в исследуемых эфирных маслах с их общей антирадикальной активностью. Вероятно, для проявления антиоксидантных и антирадикальных свойств эфирных масел важно не только содержание в них отдельных компонентов, но и их сочетание, в том числе с другими присутствующими компонентами. К такому выводу приходят многие исследователи [28-30].

Эфирное масло душицы ингибирует процесс окисления ненасыщенных жирных кислот, причем антиоксидантная активность возрастает с увеличением его концентрации [31]. Исследования Е.Б. Бурлаковой с сотрудниками выявили способность эфирных масел чабера и душицы тормозить процессы старения у мышей, обогащая их мозг полезными полиненасыщенными жирными кислотами. Эти данные позволяют говорить о геропротекторном действии фенолов тимол и карвакрол, поэтому все масла, содержащие эти соединения, или композиции эфирных масел на основе карвакрол- и тимолсодержащих масел предположительно будут увеличивать продолжительность жизни при их систематическом приеме [32].

Изучение антиоксидантных свойств эфирных масел черного перца *Capsicum nigrum* L. (сем. Solanaceae), имбиря аптечного *Zingiber officinale* L. (сем. Zingiberaceae), кардамона настоящего *Elettaria cardamomum* (сем. Zingiberaceae), можжевельника Пинчота *Juniperus pinchoti* Sudw. (сем. Cupressaceae), фенхеля обыкновенного, мациса (мускатный орех – *Myristicia fragans* L. (сем. Myristicaceae), лимонного сорго *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. (сем. Poaceae) и тмина обыкновенного *Carum carvi* L. (сем. Apiaceae) с использованием метода капиллярной газожидкостной хроматографии показало, что наиболее активно воздействующие компоненты масел – циклические монотерпеновые углеводы (α - и γ -терпинены, α -терпинолен) и цитрали (нераль и гераниаль) [33].

В ряде исследований получены положительные результаты при использовании карвакрола для лечения разных видов рака [4, 34, 36-38]. Так, биологическая активность эфирного масла душицы, включая его антиоксидантные свойства, увеличивает сопротивляемость мышей заболеваемости раком. В проведенном исследовании опытной партии мышей в питьевую воду добавляли эфирное масло душицы. Суточная доза потребляемого эфирного масла составляла 0,3 мкг. Животным внутримышечно вводили клетки карциномы Льюиса. При этом прививаемость опухоли в опытной группе была в 1,8 раза ниже, чем в контрольной. Прием эфирного масла не воздействовал отрицательно ни на один из изучаемых биохимических и физико-химических параметров эритроцитов печени и мозга животных. Эти наблюдения позволили исследователям рекомендовать прием малых доз этого масла или экстракта травы душицы в виде чая как средства профилактического действия [33].

При усиленном под воздействием хронического стресса развитии миеломы Sp2/0Ag 14 у линейных мышей BALB/c ингаляционное введение смеси эфирных масел лаванды узколистной, шалфея мускатного, а также эфирного масла эвкалипта шаровидного *Eucalyptus globulus* Labill. (сем. Myrtaceae) замедляло этот процесс. Торможение роста опухоли и увеличение продолжительности жизни исследователи объясняют снижением показателя «степень депрессии» под воздействием смеси эфирных масел лаванды и шалфея в 5 раз и под воздействием эфирного масла эвкалипта в 3,7 раза. Эти данные могут быть использованы в профилактике и лечении онкологических заболеваний [39].

Получены экспериментальные данные, свидетельствующие о значительном влиянии на иммунную систему эфирного масла монарды дудчатой. Установлена возможность регуляции вторичного антительного иммунного ответа в зависимости от схемы введения эфирного масла [40].

Антимикробную, антибактериальную активность проявляют и эфирные масла с высоким содержанием в своем составе нефенольных компонентов. Исследование воздействия эфирных масел некоторых дикорастущих растений Сибири на ряд штаммов условно-патогенных микроорганизмов позволило установить, что наиболее сильные бактерицидные свойства по отношению к всем бактериям проявляют эфирные масла мяты перечной и Melissa лекарственной. Высокоактивными по отношению к грамположительным бактериям (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus aureus* MRSA (метициллин-устойчивый штамм *S. aureus*), *S. aureus* 209) оказались эфирные масла мяты перечной (основной компонент – ментол; можжевельника обыкновенного *Juniperus communis* L. (сем. Cupressaceae), содержащего в качестве основных компонентов α -пинен, сабинен и лимонен; укропа пахучего (основной компонент – карвон). Полученные данные свидетельствуют о том, что различия бактерицидной активности разных эфирных масел может достигать 100 раз [41].

Наибольший эффект воздействия эфирного масла укропа зафиксирован в опытах с *Candida albicans*, значительное бактерицидное действие было отмечено на *Salmonella typhimurium* и *S. dysenteriae* [42].

Протестированное эфирное масло лопуха анисового, основные компоненты которого – метилхавикол (62,08%), метилэвгенол (24,01%), D-лимонен (8,14%), проявило достаточно высокую противогрибковую активность в отношении *Microsporium canis*, *Trichophyton rubrum*, *C. albicans* [43].

Одной из актуальных проблем практической медицины является лекарственная устойчивость бактерий. Отмечен рост числа микроорганизмов, устойчивых к антибиотикам [44]. Антибиотики широкого спектра действия (пенициллин, тетрациклин, левомицетин и др.), могут подавлять рост нормальной микрофлоры человека, которая является антогонистом дрожжеподобных микроорганизмов. Зачастую это приводит к развитию кандидозных поражений органов [45].

Бактерицидное и бактериостатическое действие присуще эфирному маслу розы. Эфирное масло крымской розы оказалось весьма эффективным против *Stenotrophomonas maltophilia* и *Pseudomonas aeruginosa*, а болгарское розовое масло – против *Acinetobacter baumannii* и *Klebsiella pneumoniae* [46].

Эфирное масло лаванды узколистной (основные компоненты – линалолацетат и линалоол) обладает седативным, антиконвульсивным, обезболивающим, антисептическим, антиоксидантным действием. Оно эффективно при лечении воспалительных заболеваний почек и мочевыводящих путей. Лавандовое эфирное масло – официальное лекарственное средство в США, Франции, Италии, Великобритании, Германии, Индии. Оно входит в состав ряда лекарственных средств: «Алталекс» (ЛЕК.), «Амол» (Poland), «Нервофлукс» (Rhone-Poulenc Rorer), «Пакс+» (Arkopharma), «Антимигрол» (All Natural B.V.), «Травяной сбор 22» (Salus-Haus Dr.O.GmbH), «Мигбол-микс» (Alkaloid a.d. Скорје) [47].

Мелисса лекарственная – одно из популярных растений, используемых в медицине. Ее биологическая активность обусловлена присутствием в растительном сырье эфирного масла, содержащего в качестве основных компонентов цитраль, цитронеллаль, и гераниол. Кроме того, в его состав входят геранилацетат, мирцен, β-кариофилленоксид, β-кариофиллен и другие терпеноиды. Активными компонентами, содержащимися в сырье мелиссы являются также урсоловая, олеоноловая и розмариновая кислоты, фенольные соединения (в том числе, производные коричной кислоты), флавоноиды (гликозиды лютеолина и апигенина) и другие соединения. Всего идентифицировано и описано более 200 соединений, входящих в состав эфирного масла мелиссы [48-50].

Эфирное масло мелиссы лекарственной проявляет противовирусные, противовоспалительные, бактериостатические свойства. Наиболее активны против ряда патогенных грибов и микобактерий туберкулеза альдегиды (цитраль, цитронеллаль), менее активны – спирты (гераниол). Противомикробное действие эфирного масла мелиссы выражено сильнее, чем у эфирных масел других представителей семейства Яснотковые, в том числе лаванды и розмарина *Rosmarinus L.* (сем. Lamiaceae) [48]. Результаты ряда исследований свидетельствуют о высоких седативных, анксиолитических, антидепрессантных, противовирусных, иммуномодулирующих, антигистаминных, антиоксидантных, антимикробных, противовоспалительных свойствах этого растения. При создании комбинированных нейротропных препаратов рекомендовано использовать биологически активные вещества мелиссы лекарственной в качестве доминирующих компонентов [51, 52]. Учитывая столь широкий спектр фармакологической активности и безопасность,

мелисса лекарственная и препараты на ее основе могут быть широко использованы в педиатрической практике [50].

Антибактериальное действие имеют эфирные масла разных видов рода полынь *Artemisia* L. [9, 53]. В проведенных экспериментах активное антибактериальное воздействие на образование биопленок бактериями видов *Staphylococcus epidermidis*, *S. aureus*, *E. coli*, а также грибом *C. albicans* оказывали эфирные масла полыни туполопастной *A. obtusifolia* Ledeb., полыни сантолинолистной *A. santolinifolia* Turcz. ex Bess., полыни серой *A. glauca* Pall. ex Willd.) [53]. Эфирное масло полыни однолетней *A. annua* L., содержащее до 200 компонентов (основные из которых – артемизия кетон, артемизиевый спирт, камфора, 1,8-цинеол, и др.), характеризуется высокой антибактериальной и антифунгальной активностью. Выделение сесквитерпенового лактона артемизинина позволило создать самое эффективное лекарственное средство для лечения малярии [54].

В отличие от антибиотиков эфирные масла сочетают бактерицидный эффект с антифунгиальной активностью. Воздействие эфирных масел лаванды, розового дерева *Dalbergia decipularis* L.F. (сем. Fabaceae), эвкалипта *Eucalyptus* L'Her. (сем. Myrtaceae), пихты *Abies* Mill. (сем. Pinaceae) на некоторые грамотрицательные бактерии уменьшает вероятность формирования у них устойчивости. Это позволяет искать дальнейшие пути использования эфирных масел против устойчивых к антибиотикам микроорганизмов как в монотерапии, так и в комплексном лечении инфекций [55].

Серьезной проблемой в стоматологии является парадонтоз. Профилактика и лечение данного заболевания направлены на ликвидацию парадонтогенной микрофлоры, представленной грамположительными и грамотрицательными кокками, фузобактериями, спириллами, спирохетами. Использование в эксперименте эфирного масла шалфея мускатного, содержащего в качестве основного компонента линалилацетат, показало его способность угнетать *S. aureus*, *C. albicans* [56].

Все больше внимания уделяется нетрадиционным методам лечения человека и домашних животных, в том числе и методам ароматерапии [57]. Широкое применение в ароматерапии находят эфирные масла. Многолетние исследования свойств и физиологической активности эфирных масел проведены в Крымском республиканском научно-исследовательском институте имени И.М. Сеченова. Воздействие масел на человека, определяется двумя путями – нервно-рефлекторным и гуморальным. Существует мнение, что ароматерапия активизирует и расширяет функциональные возможности организма и может стать альтернативой лекарственным методам. Используемые в этой области эфирные масла, эффект и направление их действия рассматривает в обширном литературном обзоре С.В. Шутовой [58]. Действие ароматов расширяет спектр физиологических реакций организма человека. Противовоспалительный эффект эфирных масел обусловлен их способностью снижать проницаемость стенок сосудов, стабилизировать мембраны клеток, оптимизировать сосудистые реакции. Так, эфирное масло лаванды ингибирует воспалительные процессы, не допускает повышение уровня химических маркеров стресса, обладает радиопротекторными свойствами, способностью к детоксикации организма от тяжелых металлов [2, 59, 60]. Отмечен релаксационный эффект воздействия лаванды и ее благотворное воздействие на коронарное кровообращение [61, 62]. Аромат эфирных масел снижает психоэмоциональное напряжение, не вызывая побочных эффектов [63, 64]. Использование ароматерапии для профилактики развития инфекционных заболеваний, в терапевтических и реабилитационных мероприятиях показало достоточную эффективность [67-69].

Изучение воздействия паров эфирного масла мяты перечной на стандартные штаммы *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 2592 (возбудителей гнойно-воспалительных заболеваний), показало наиболее высокую антибактериальную активность исследуемого реагента по отношению к золотистому стафилококку и меньшую по отношению к грамотрицательным бактериям. Полученные данные позволили сделать предположение, что мятное эфирное масло воздействует на бактериальную клеточную стенку, которая имеет разное строение у грамположительных и грамотрицательных бактерий. При этом липидный слой на поверхности стенки грамотрицательных бактерий снижает антимикробную активность масла [70].

В работе Бурениной И.А. [71] приведен перечень эфирных масел, используемых в ароматерапии для лечения различных заболеваний:

1. Сердечно-сосудистой системы: масло кедр, кипариса, лаванды, апельсина, мяты перечной, дикого розмарина, иланг-иланга;
2. Пищеварительной системы: масло кедр, мяты перечной (язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки); лаванды, розмарина, бессмертника (желчекаменная болезнь);
3. Эндокринной системы: масло лаванды, мяты перечной;
4. Мышечной системы: масло кипариса, лаванды, апельсина, мяты перечной.
5. Нервной системы: масло герани, лаванды, апельсина, мяты перечной, дикого розмарина;
6. Дыхательной системы: масло кедр, кипариса, эвкалипта, апельсина, мяты перечной, дикого розмарина, лаванды, лимона;
7. Костной системы: масло мяты перечной;
8. Кожи: масло кедр, чайного дерева, эвкалипта, герани, лаванды;
9. Мочеполовой системы: масло кедр, чайного дерева, шалфея;
10. Иммунной системы: масло кедр, кипариса, эвкалипта, апельсина, мяты перечной, чайного дерева.

В последние годы в мире отмечено повышение заболеваемости туберкулезом и увеличение количества форм, резистентных к лекарственным препаратам. Проводимые исследования показали возможность усиления эффективности лечения даже тяжелых форм туберкулеза путем использования в качестве дополнительного активного агента эфирных масел, применяемых в виде ингаляций [72]. Так, применение ингаляций эфирным маслом мяты перечной в лечении больных с инфильтративным туберкулезом легких способствует ускорению регресса туберкулезного воспаления [73].

Ароматерапевтические методики могут стать частью оздоровительных мероприятий для профилактики и лечения стресс-индуцированных заболеваний [74]. Однако эфирные масла могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на психоэмоциональное состояние и умственную работоспособность человека [75]. Под воздействием эфирного масла апельсина *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. (сем. Rutaceae) улучшается психоэмоциональное состояние, но ухудшается умственная работоспособность. Положительное влияние на то и другое состояние установлено для эфирных масел лаванды узколистной, кориандра посевного, можжевельника виргинского *Juniperus virginiana* L., котовника кошачьего *Nepeta cataria* L. (сем. Lamiaceae), герани розовой *Pelargonium roseum* Hort. (сем. Geraniaceae). Повышают умственную работоспособность эфирные масла лавра благородного *Laurus nobilis* L. (сем. Lauraceae), лимона, лаванды узколистной, герани розовой, котовника кошачьего. Наиболее эффективно улучшается

краткосрочная память под воздействием эфирного масла лавра. В то же время эфирные масла лавра и лимона ухудшают психофизиологическое состояние [76].

Не всегда возможно связать эффективность эфирного масла с его основными компонентами, поскольку она может быть обусловлена как подавляющим действием активного компонента, так и снижением его активности при наличии в составе антагониста. Зачастую результат действия определен кумулятивным эффектом композиции [75]. Для сортов мяты разных хемотипов отмечено положительное влияние либо на психоэмоциональное состояние, либо на умственную работоспособность. Установлено, что эфирное масло мяты длиннолистной *Mentha longifolia* (L.) Huds. сорта Оксамитовая, основным компонентом которого является линалоол, не влияет на психоэмоциональное состояние человека, но стимулирует его умственную работоспособность. Цитраль, входящий в состав эфирных масел мелиссы лекарственной, вербены лекарственной *Verbena officinalis* L. (сем. Verbenaceae), лимона отрицательно сказывается на обоих показателях. Композиции этих компонентов в соотношении 3:1 стимулировали как психоэмоциональное состояние, так и умственную работоспособность, а в соотношении 1:1 – только психоэмоциональное состояние [77].

Нет окончательного мнения о механизмах ароматерапии. Несомненно, обонятельные сенсорные раздражители воздействуют на сенсорно специфические области центральной нервной системы [78, 79]. Эффект воздействия запахов, по-видимому, связан с тем, что их многокомпонентный состав близок по структуре и действию эндогенным соединениям организма [80]. И все же ароматерапия до сих пор не имеет достаточного научного обоснования [58].

В последние годы эфирные масла все чаще привлекают к использованию в ветеринарии в качестве альтернативы антибиотикам, а также в растениеводстве для профилактики и борьбы с вредителями и болезнями возделываемых растений. В условиях промышленного производства для борьбы с вирусными, бактериальными и грибковыми заболеваниями используют кормовые и лечебные антибиотики. Их применяют примерно для 80% птицы, в рационах 75% свиней и молочного скота, 60% мясного скота [81]. Это вызывает появление новых, резистентных форм микроорганизмов. Использование продукции может привести как к развитию инфекционных и инвазийных заболеваний у людей, так и к пищевым токсикозам. Кроме того, следствием применения антибиотиков в животноводстве и в птицеводстве является возникновение резистентности к лекарствам и у людей. В странах Европейского союза с 2006 г. запрещено использование кормовых антибиотиков. По проекту Технического регламента Таможенного союза России, Беларуси, Казахстана «О безопасности кормов и кормовых добавок» (ТР 201_/00_/ТС) в рамках единого таможенного пространства не допускается применение в составе кормов для животных антибиотиков и других лекарственных средств [81]. На смену антибиотикам должны прийти пробиотики и фитобиотики. Все чаще с этой целью используют биологически активные вещества растительного происхождения, близкие по природе физиологически активным соединениям организма и продуктам его жизнедеятельности. Они легко усваиваются, малотоксичны и не вызывают побочных эффектов. К таким биологически активным веществам относятся и эфирные масла, используемые в качестве добавок в рацион, в виде ингаляций и в качестве компонентов лекарственных препаратов. Прогнозируемым результатом является повышение иммунитета животных и птицы, профилактика заболеваний путем уничтожения их возбудителей и усиление эффекта лечебных мероприятий.

Наиболее часто в птицеводстве и животноводстве используют эфирные масла, содержащие в своем составе фенольные соединения – тимол, карвакрол. Фенольные компоненты эфирных масел могут заменять синтетические антиоксиданты в рационе цыплят-бройлеров [82-84].

В птицеводстве для дезинфекции инкубационных и товарных яиц рекомендовано использование эфирных масел душицы и мяты перечной из расчета 0,035 мл на 1 м³ камеры с экспозицией 20 мин. [85].

Запатентован ряд кормовых добавок, содержащих эфирное масло душицы. Применение натурального эфирного масла душицы (DOSTO® Ликвид 10%) в течение первых пяти суток жизни цыплят в качестве кормовой добавки вместо антибиотиков в хозяйстве ЗАО «Куриное Царство – Брянск» подтвердило его иммуностимулирующие, антидепрессантные и антибактериальные свойства [86]. Содержащиеся в эфирном масле душицы тимол и карвакрол могут замещать синтетические антиоксиданты в рационе бройлеров [87].

Благодаря антимикробной эффективности, в частности, против *Escherichia coli* и *Clostridium perfringens* эфирные масла используют при выращивании цыплят-бройлеров [88].

Для повышения резистентности и продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы предложена кормовая добавка, которая содержит эфирное масло душицы, 1,2-пропиленгликоль и дистиллированную воду [89].

Использование эфирных масел душицы, тимьяна, корицы (коричник цейлонский) *Cinnamomum verum* J. Presl. (сем. Lauraceae) и перца чили *Capsicum annuum* L. (сем. Solanaceae) в качестве стимуляторов роста в птицеводстве показало практически одинаковый по сравнению с антибиотиками уровень конверсии питательных веществ корма в продукцию. Отмечается противогрибковое и антибактериальное действие компонентов эфирного масла бархатцев *Tagetes* L. (сем. Asteraceae), включающего каротиноиды, оцимен, пинен, сабинен, тимол, цитраль, линалоол, терпинен [90, 91].

Выявлено антимикробное действие эфирного масла душицы в опытах с кишечными бактериями птицы и свиней. Минимальная ингибирующая концентрация составляет 0,25-1,00% для *Salmonella enteritidis* и *S. essen* у птицы и *S. typhimurium* у свиней и 4% для *Escherichia coli* у птицы [92, 93].

Эфирные масла душицы, корицы и тимьяна имеют одинаковую бактериостатическую способность по отношению к *Listeria monocytogenes* и грамположительным бактериям. Однако наибольшей активностью отличается эфирное масло душицы [94, 95].

Существуют данные о противомикробном действии масла мяты перечной и эвкалипта против *Mycoplasma gallisepticum* и вируса птичьего гриппа H9N2 [96].

Эфирные масла таких растений, как мята перечная, душица обыкновенная, бергамот *Citrus × bergamia* Risso et Poit. (сем. Rutaceae), шалфей лекарственный и гвоздичное дерево могут стать альтернативой распыляемым дезинфицирующим средствам в ветеринарии, безопасным для здоровья обслуживающего персонала. Установлена эффективная доза распыления в воздушной среде эфирных масел для дезинфекции инкубационных яиц – 0,045 мл/м³ [97].

Аэроионизация в сочетании с эфирными маслами эвкалипта, лаванды, пихты и облепихи *Hippophae* L. (сем. Elaeagnaceae) рекомендована для профилактики заболеваний крупного рогатого скота [98].

Разработана и запатентована фармацевтическая композиция на основе эфирных масел душицы обыкновенной, тимьяна обыкновенного, ползучего *Thymus serpyllum* L., тимьяна белого *Th. zygis* L., мяты перечной, чабера садового, чабера

горного *Satureja montana* L. и чабера полуколосовидного *S. subspicata* Bartl. ex Vis., ажгона (айована душистого – *Carum copticum* (L.) C.B. Clarke), базилика эвгенольного *Ocimum gratissimum* L., монарды точечной *Monarda punctata* L., ортодона китайского *Mosla japonica* (Oliv.) Maxim. (сем. Lamiaceae) и шалфея лекарственного для использования в области медицины и ветеринарии. Изобретение позволяет не создавать биорецидивов в теле человека, а также в мясе и молоке животных и не способствует выработке резистентности микроорганизма к фармацевтическим композициям в целом [8].

Анализ состояния оксидантной и антиоксидантной систем позволяет прогнозировать развитие патологических изменений в организме высокопродуктивных коров в условиях промышленного содержания. Для коррекции возникающего дисбаланса возможно экзогенное применение натуральных биологически активных веществ – эфирных масел в качестве антиоксидантов. Выявлено положительное влияние на организм высокопродуктивных коров холодных ингаляций с анисовым эфирным маслом. Установлено снижение уровня малонового диальдегида и увеличение содержания антиоксиданта – церулоплазмينا, что свидетельствует о нормализации состояния оксидантной – антиоксидантной системы [99, 100].

Проведенное исследование защитного действия эфирных масел эвкалипта, монарды, лаванды, полыни лимонной *Artemisia balchanorum* L. (сем. Asteraceae), пихты и гвоздичного дерева при внешнем гамма-облучении животных показало усиление репаративных процессов. Ингаляции эфирными маслами способствовали снижению степени повреждения кроветворной системы, улучшению показателей иммунитета и увеличению продолжительности жизни животных после гамма-облучения в смертельных дозах. Эти данные позволяют говорить о возможности применения эфирных масел в виде ингаляций в случаях воздействия радиации [101].

Разработана противовоспалительная ранозаживляющая мазь на основе эфирных масел мяты перечной, эвкалипта, пихты, лаванды и розы, применяемая в ветеринарии для лечения маститов [102].

В пчеловодстве поиск эффективных способов борьбы с варроатозом пчел, вызываемым клещом *Varroa varroa* Jacobsoni показал, что частичную или полную блокаду хеморецепторов и дезориентацию клеща могут вызывать эфирные масла. Наиболее высокая эффективность (40-80%) получена при использовании эфирных масел укропа, аниса, кориандра, мяты перечной, тмина, шалфея, пихты, лаванды, эвкалипта, фенхеля, тимьяна в концентрации 10% [103].

Эфирное масло тимьяна, благодаря своим антибактериальным свойствам, может использоваться в качестве консервирующего средства при хранении мясной продукции [104].

В настоящее время существует ряд неисследованных проблем в сфере применения эфирных масел в медицине и ветеринарии, разрешение которых требует проведения дополнительных исследований. В том числе необходимо досконально изучить возможность негативного влияния используемых компонентов эфирных масел на организм животных и человека [88].

Имеется информация о применении эфирных масел в растениеводстве для защиты растений для профилактики и борьбы с вредителями и болезнями возделываемых растений. Установлено, что обработка семян риса эфирными маслами базилика и тимьяна уменьшает зараженность всходов бактериальной пятнистостью (возбудитель – *Acidovorax avenae* subsp. *avenae*) и повышает всхожесть семян [105].

Показана высокая активность эфирных масел тимьяна, душицы и чабера по отношению к возбудителю сосудистого бактериоза капусты. Предпосевная обработка семян, инокулированных патогеном, этими маслами, существенно снизила жизнеспособность клеток возбудителя на семенах и пораженность рассады. Причем эффективность такой обработки не уступала обработке семян препаратом на основе антибиотика «Фитолавин, ВРК» [106].

Эфирное масло полыни однолетней в концентрации 2,4-51,2 мкг/мл полностью ингибировало прорастание конидиоспор *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea*, *Phytophthora infestans* и *Verticillium dahliae* – возбудителей заболеваний многих сельскохозяйственных растений [54].

Широким спектром действия обладает эфирное масло горчицы *Sinapis L.* (сем. Brassicaceae). Разработаны способы его применения в качестве акарицида для обработки семян горчицы и хранилищ для них; средства борьбы с вредителями и болезнями злаковых и бобовых растений; способа борьбы с мышевидными грызунами; способа дезинфекции животноводческих объектов; состава для предупреждения и лечения копытной гнили у животных [107].

В обзоре Е.Л. Маланкиной содержится информация об акарицидном, нематоцидном и инсектицидном действии эфирных масел [108]. Нематоцидная активность активных компоненты эфирных масел – тимола, карвакрола, эвгенола, ментола, гераниола существенно превысила таковую препарата оксамил. Эвгенол, гераниол, тимол и цитраль в концентрации 2,5 мг/мл вызывали гибель сапротрофных нематод. Против более устойчивых фитопаразитарных нематод наиболее токсичны карвакрол и цитронеллол. Эфирные масла кориандра, полыни горькой и пижмы обыкновенной можно использовать для борьбы с паутинным клещом.

В литературных источниках имеется информация, что эфирные масла эффективны против многих вредителей сельскохозяйственных растений. Высокой активностью против гусениц совки, фасолевой зерновки отличаются эфирные масла, содержащие тимол и карвакрол. Эвгенол может быть использован против амбарного долгоносика и зернового точильщика [94].

Приведенный, далеко неполный, обзор исследований, касающихся свойств и направлений использования эфирных масел, свидетельствует об их высокой востребованности в различных сферах деятельности человека. Следует при этом учесть, что в данном обзоре не были упомянуты такие широко известные области использования эфирных масел, как парфюмерно-косметическая, ликероводочная и пищевая промышленности. В то же время, очевидно, что свойства эфирных масел изучены еще не в полной мере, и спектр их применения может быть существенно расширен.

Литература

1. Казаринова Н.В., Ткаченко К.Г. Профилактика и лечение разных инфекционных заболеваний эфирными маслами душицы обыкновенной и мяты перечной // Генетические ресурсы лекарственных и ароматических растений: сборник научных трудов международной конференции, посвященной 50-летию Ботанического сада ВИЛАР. М.: ВИЛАР, 2001. С. 380–381.
2. Николаевский В.В. Ароматерапия: справочник. М: Медицина, 2000. 336 с.
3. Войткевич С.А. Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии. М.: Пищевая промышленность, 1999. 284 с.
4. Ткаченко К.Г. Эфирномасличные растения и эфирные масла: достижения и перспективы, современные тенденции изучения и применения // Вестник Удмуртского университета. 2011. Вып. 1. С. 88–99.
5. Пономарева Е.И., Молохова Е.И., Хохлов А.К. Применение эфирных масел в фармации // Современные проблемы науки и образования. 2005. № 4. С. 567–574.
6. Сидоренко С.В. Клиническое значение резистентности микроорганизмов к антимикробным препаратам // Российские медицинские вести. 1998. № 1. С. 28–34.

7. Тютюнник В.И., Пономарева Н.Г., Кривошеин Ю.С. Антимикробное действие эфирных масел, выделенных из растений // Выращивание и переработка эфиромасличных культур. Труды. 1977. Т. X. С. 27–33.
8. Патент на изобретение RUS 2157697 (Россия). Фармацевтические композиции на основе эфирных масел, полученных из растений, для использования в области медицины и ветеринарии / Д. Нинков // Опубликовано 20.10.2000. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bd.patent.su/2157000-2157999/pat/servlet/servlet825f.html>. (дата обращения 25.05.2017).
9. Фролова, А.В. Эфирные масла – перспективные источники при разработке антимикробных лекарственных средств для местного лечения гнойных ран // Вестник Витебского государственного медицинского университета. 2010. Т. 9. № 1. С. 1–10.
10. Пономарева Е.И., Маврина А.Р., Вотинцева Е.О., Молохова Е.И. Эфирные масла на фармацевтическом рынке // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. 2014. № 6-2. С. 116–120.
11. Котюк Л.А. Антимикробная активность эфиромасличных растений семейства Lamiaceae Lindl. относительно *Escherichia coli* // Біологічний вісник Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького. 2016. Т. 6. № 1. С. 216–236.
12. Mihajilov-Krstev T., Radnovic D., Kitic D., Stojanovic-Radic Z., Zlatkovic B. Antimicrobial activity of *Satureja hortensis* L. essential oil against pathogenic microbial strains // Biotechnology and Bioengineering. 2009. Eq. 23 (4). P. 1492–1496.
13. Abolfazl M., Hadi A., Frhad M., Hossein N. *In vitro* antibacterial activity and phytochemical analysis of some medicinal plants // Journal of Medicinal Plants Research. 2014. Vol. 8 (3). P. 186–194.
14. Lahooji A., Mirabolfathy M., Karami-Osboo R. Effect of *Zataria multiflora* and *Satureja hortensis* essential oils, thymol and carvacrol on growth of *Fusarium gramineum* isolates and deoxynivalenol production // Iranian Journal of Pathology. 2010. Vol. 46. No 1. P. 11–13.
15. Obaidat M.M., Frank J.F. Inactivation of *Salmonella* and *Escherichia coli* O157:H7 on sliced and whole tomatoes by allyl isothiocyanate, carvacrol, and cinnamaldehyde in vapor phase // Journal of Food Protection. 2009. No 72 (2). P. 315–324.
16. Тырков А.Г., Сухенко Л.Т., Акмаев Э.Р. Антимикробная активность эфирных масел, выделенных из растений астраханского региона // Вестник Алтайского Государственного аграрного университета. 2012. Т. 88. № 2. С. 57–59.
17. Чумакова В.В., Попова О.И. Лофант анисовый (*Agastache foeniculum* L.) – перспективный источник получения лекарственных средств // Фармация и фармакология. 2013. № 1. С. 39–43.
18. Котюк Л.А. Антимікробна активність етанольного екстракту *Satureja hortensis* L. проти патогенних штамів мікроорганізмів // Біологічний вісник Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького. 2014. № 4 (3). С. 109–124.
19. Фуклева Л.А., Пучкан Л.А. Изучение состава и возможность использования чабреца обыкновенного и крымского в фармацевтической практике // Научные ведомости. Серия «Медицина. Фармация». 2013. № 18 (161). Вып. 23. С. 207–210.
20. Старчак Ю.А., Бубенчикова А.Н. Антимикробная активность водных извлечений и эфирных масел тимьянов флоры средней полосы европейской части России // Ученые записки Орловского государственного университета. 2014. № 6 (62). С. 144–147.
21. Hammer K.A., Carbon C.F., Riley T.V. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts // Journal of Applied Microbiology. 1999. No. 86. P. 985–990.
22. Шакалите Ю., Пашкявичюс А., Ложене К. Действие натуральных фунгицидных средств на рост видов дрожжеподобных грибов *Candida* // Современная микология в России. Материалы второго съезда микологов России. М.: Национальная академия микологии. 2008. Т. 2. С. 305–306.
23. Ермакова Т.С., Титов Л.П. Антимикотическое действие эфирных масел на дрожжеподобные и плесневые грибы // Успехи медицинской микологии. 2003. Т. 1. № 1. С. 95–96.
24. Азнагулова Г.Р. Епрынцева Е.С. Эфирные масла в лечении кандидомикозов // Научные исследования: от теории к практике. 2015. Т. 1. № 2 (3). С. 106–109.
25. Ермакова Т.С., Прискарь В.И., Бодруг М.В., Титов Л.П. Исследования антимикотической активности эфирного масла чабера горного // Иммунопатология, аллергология, инфектология. 2000. № 3. С. 87–88.
26. Schelz Z.S., Molnar J., Hofmann J. Antimicrobial activity of volatile oils // International Journal of Antimicrobial Agents. 2004. Vol. 23-24. P. 204–205.
27. Жилиякова Е.Т., Новиков О.О., Науменко Е.Н., Кричковская Л.В., Тимошенко Т.С., Новикова М. Ю., Литвинов С.А., Киселева Е.Ю. Исследование низкомолекулярных биологически активных соединений растительного происхождения как перспективных агентов для профилактики и лечения себореи // Кубанский научный медицинский вестник. 2010. № 8 (122). С. 68–72.

28. Алинкина Е.С., Мишарина Т.А., Фаткуллина Л.Д. Антирадикальные свойства эфирных масел орегано, тимьяна и чабера // Прикладная биохимия и микробиология. 2013. Т. 49. № 1. С. 82–87.
29. Ozkan A., Erdogan A. Comparative evaluation of antioxidant and anticancer activity of essential oil from *Origanum onites* (Lamiaceae) and its two major phenolic components // Turkey journal of Biology. 2011. No. 35. P. 735–742.
30. Manohar V., Ingram C., Gray J., Talpur N.A., Echard B.W., Bagchi D., Preuss H.G. Antifungal activities of origanum oil against *Candida albicans* // Molecular and Cellular biochemistry. 2001. No. 228. P. 111–117.
31. Теренина М.Б., Мишарина Т.А., Крикунова Н.И. Эфирное масло орегано как ингибитор окисления высших жирных кислот // Прикладная биохимия и микробиология. 2011. Т. 47. № 4. С. 490–494.
32. Бурлакова Е.Б., Воробьева А.К., Мишарина Т.А. Влияние эфирного масла орегано на старение мышей // Известия вузов. Серия «Прикладная химия и биотехнология». 2012. № 2 (3). С. 92–95.
33. Самусенко А.Л. Сравнительная оценка антиоксидантной активности эфирных масел пряно-ароматических растений методом капиллярной газовой хроматографии // Химия растительного сырья. 2010. № 3. С. 107–113.
34. Мишарина Т.А., Бурлакова Е.Б., Фаткулина Л.Д., Алинкина Е.С., Воробьева А.К., Медведева И.Б., Ерохин В.Н., Семенов В.А., Наглер Л.Г., Козаченко А.И. Влияние эфирного масла орегано на прививаемость и развитие карциномы Льюис у мышей-гибридов F1 DBA C57 BLACK // Прикладная биохимия и микробиология. 2013. Т. 49. № 4. С. 423–428.
35. Arunasree K.M. Anti-proliferative effects of carvacrol on a human metastatic breast cancer cell line MDA-MB 231 // Phytomedicine. 2010. No. 17 (8-9). P. 581–588.
36. El Babili F., Bouajila J., Bertrand C., Souchard J. P., Bellvert F., Fouraste I., Moulis C., Valentin A. Oregano: chemical analysis and evaluation of its antimalarial, antioxidant, and cytotoxic activities // Journal of Food Science. 2011. No. 76 (3). P. 512–518.
37. Ozkan A., Erdogan A. A comparative study of the antioxidant/prooxidant effects of carvacrol and thymol at various concentrations on membrane and DNA of parental and drug resistant H1299 cells // Natural Product Communications. 2012. No. 7 (12). P. 1557–1560.
38. Liang W.Z., Lu C.H. Carvacrol-induced $[Ca^{2+}]$ rise and apoptosis in human glioblastoma cells // Life Sciences. 2012. No. 90 (17-18). P. 703–711.
39. Князева О.А., Уразаева А.И. Влияние хронического стресса на развитие привитой миеломы Sp 2/0 Ag14 у мышей BALB/c на фоне ингаляционного введения эфирных масел // Журнал научных статей: Здоровье и образование в XXI веке. 2016. Т. 18. № 4. С. 83–87.
40. Науменко Е.Н., Жиликова Е.Т., Новиков О.О., Кричковская Л.В., Тимошенко Е.Ю., Ступаков А.Г. Исследование иммуномодулирующей активности эфирного масла монарды дудчатой (*Monarda fistulosa*) // Научные ведомости. Серия «Естественные науки». 2012. № 21 (140). Вып. 21/1. С. 154–158.
41. Струкова Е.Г., Ефремов А.А., Гонтова А.А., Соколова Л.С. Воздействие эфирных масел Сибирского региона на условно-патогенные микроорганизмы // Химия растительного сырья. 2009. № 4. С. 79–82.
42. Халдун А.О. Антибактериальное действие эфирных масел некоторых растений // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2006. № 3. С. 92–93.
43. Великородов А.В., Ковалев В.Б., Тырков А.Г., Дегтярев О.В. Изучение химического состава и противогрибковой активности эфирного масла *Lophanthus anisatus* Benth. // Химия растительного сырья. 2010. № 2. С. 143–146.
44. Науменко Е.Н., Жиликова Е.Т., Новиков О.О. Поиски альтернативных противомикробных препаратов // Вестник новых медицинских технологий. 2009. Т. XVI. № 1. С. 187–188.
45. Кудлай Д.Г., Чубуков В.Ф., Оганесян М.Г. Генетика лекарственной устойчивости бактерий. М.: Медицина, 1972. 212 с.
46. Маркелова Н.Н., Семенова Е.Ф., Шпичка А.И., Жученко Е.В. Влияние эфирных масел на микроорганизмы различной таксономической принадлежности в сравнении с современными антибиотиками. Сообщение II. Действие розового эфирного масла и антибиотических субстанций на некоторые грамотрицательные бактерии // Естественные науки. Биология. 2014. № 3 (7). С. 39–47.
47. Карасавиди А.О. Некоторые виды эфирномасличного сырья в медицинской практике // Вестник Воронежского государственного университета. Серия «Химия. Биология. Фармация». 2005. № 1. С. 205–211.
48. Зузук, Б.М., Кузик Р.В. Мелисса лекарственная (*Melissa officinalis* L.): аналитический обзор. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.provisor.co.ua/2008/2> (дата обращения 26.05.17)

49. Гребенникова О.А., Палий А.Е., Логвиненко Л.А. Биологически активные вещества Melissa лекарственной // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». 2013. Т. 26 (65). № 1. С. 43–50.
50. Алексеева А.В., Мазур Л.И., Куркин В.А. Melissa лекарственная: перспективы использования в педиатрической практике // Медицинский альманах. 2009. Т. 9. № 4. С. 177–181.
51. Алексеева А.В. Трава Melissa лекарственной – перспективный источник импортозамещающих нейротропных препаратов // Медицинский альманах. 2011. № 1 (14). С. 233–237.
52. Лосева А.В. Антимикробная активность эфирных масел // Биотехнология. Взгляд в будущее. Материалы III Международной научной интернет-конференции. Казань, 2014. Т. 1. С. 145–148.
53. Карташева О.Л., Ткачев А.В., Уткина Т.М., Потехина Л.П. Влияние эфирных масел полыни на рост микроорганизмов и образование ими биопленок // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2012. № 3. С. 2–10. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2012-3%20Articles/10Naboka.pdf> (дата обращения 11.11.2017).
54. Коновалов Д.А., Хамилонов А.А. Биологически активные соединения полыни однолетней. Эфирное масло // Фармация и фармакология. 2016. Т. 4. № 4. С. 4–33.
55. Жученко Е.В., Семенова Е.Ф., Маркелова Н.Н., Шпичка А.И., Князькова А.А. Влияние эфирных масел на микроорганизмы различной таксономической принадлежности в сравнении с современными антибиотиками. Сообщение III. Действие масел лаванды, розового дерева, эвкалипта, пихты на некоторые грамотрицательные бактерии // Известия высших учебных заведений. Поволжский район. Естественные науки. 2015. № 1 (9). С. 30–41.
56. Степанова Н.В., Количева Н.Л., Денисенко О.М. Обґрунтування використання ефірної олії, отриманої з листя та суцвіть шавлії мускатної, у комплексному лікуванні хвороб пародонта // Український стоматологічний альманах. 2011. № 3. С. 74–77.
57. Солдатченко С.С., Кашенко Г.Ф., Головкин В.А., Гладышев В.В. Полная книга по ароматерапии. Профилактика и лечение заболеваний эфирными маслами. Издание 5-е, дополненное и переработанное. Симферополь: Таврида, 2011. 640 с.
58. Шутова С.В. Ароматерапия: физиологические эффекты и возможные механизмы (обзор литературы) // Вестник Тамбовского университета. Серия «Естественные и технические науки». 2013. Т. 18. № 4-1. С. 1330–1336.
59. Huang M.Y., Liao M.H., Wang Y.K., Huang Y.S., Wen H.C. Effect of lavender essential oil on LPS-stimulated inflammation // American Journal of Chinese Medicine. 2012. Vol. 40 (4). P. 845–859.
60. Toda M., Morimoto K. Effect of lavender aroma on salivary endocrinological stress markers // Archives of Oral Biology. 2008. Vol. 53 (10). P. 964–968.
61. Hirokawa K., Nishimoto T., Taniguchi T. Effects of lavender aroma on sleep quality in healthy Japanese students // Perceptual and Motor Skills. 2012. Vol. 114 (1). P. 111–122.
62. Shiina Y., Funabashi N., Lee K., Toyoda T., Sekine T., Honjo S., Hasegawa R., Kawata T., Wakatsuki Y., Hayashi S., Murakami S., Koike K., Daimon M., Komuro I. Relaxation effects of lavender aromatherapy improve coronary flow velocity reserve in healthy men evaluated by transthoracic Doppler echocardiography // International Journal of Cardiology. 2008. Vol. 129 (2). P. 193–197.
63. Fukui H., Toyoshima K., Komaki R. Psychological and neuroendocrinological effects of odor of saffron (*Crocus sativus*) // Phytomedicine. 2011. Vol. 18 (8-9). P. 726–730.
64. Seo J.Y. The effects of aromatherapy on stress and stress responses in adolescents // Journal of Korean Academy of Nursing. 2009. Vol. 39 (3). P. 357–365.
65. Lee Y.L., Wu Y., Tsang H.W., Leung A.Y., Cheung W.M. A systematic review on the anxiolytic effects of aromatherapy in people with anxiety symptoms // Journal of Alternative and Complementary Medicine. 2011. Vol. 17 (2). P. 101–108.
66. Butje A., Repede E., Shattell M.M. Healing scents: an overview of clinical aromatherapy for emotional distress // Journal of Psychosocial Nursing and Mental Health Services. 2008. Vol. 46 (10). P. 46–52.
67. Dale A., Cornwell S. The role of lavender oil in relieving perineal discomfort following childbirth: a blind randomized clinical trial // Journal of Advanced Nursing. 1994. No 19 (1). P. 89–96.
68. Buckle J. Use aromatherapy as complementary treatment for chronic pain // Alternative Therapies in Health and Medicine. 1999. Vol. 5. No 5. – P. 42–51.
69. Бобрик Ю.В., Тимофеев И.Ю., Кулиниченко А.В., Бабынин А.С., Козуля С.В. Ароматерапия, аэрофитотерапия: перспективы развития и возможности применения при реабилитации больных, профилактике заболеваний // Таврический медико-биологический вестник. 2014. Т. 17. № 2 (66). С. 17–21.
70. Райкова С.В., Коликов А.Г., Шуб Г.М., Дурнова Н.А., Шаповал О.Г., Рахметова А.Ю. Антимикробная активность эфирного масла мяты перечной (*Mentha piperita* L.) // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т. 7. № 4. С. 787–790.

71. Буренина И.А. Основные методологические принципы применения ароматерапии в восстановительном лечении // Вестник современной клинической медицины. 2009. Т. 2. Вып. 2. С. 47–50.
72. Наркевич Е.Н. Методология повышения эффективности туберкулостатических препаратов: обзор литературы // Медицина и образование в Сибири. 2008. № 3. С. 5–9.
73. Шкурупий В.А., Одинцова О.А., Казаринова Н.В., Ткаченко К.Г. Результаты использования эфирного масла мяты перечной в комплексном лечении лиц с инфильтративным туберкулезом легких // Туберкулез и болезни легких. 2006. Т. 83. С. 43–45.
74. Наркевич Е.Н. Эфирные масла в практике стресс-индуцированных патологий (обзор литературы) // Медицина и образование в Сибири. 2008. № 5. С. 4–8.
75. Ярош А.М., Тонковцева В.В., Марчук Н.Ю., Павлова Е.А., Косолапов А.Н., Борода Т.В., Серобаба Л.А., Середина О.С., Борисова Е.В., Максимова И.Н., Овчаренко Ю.П., Сушенко Л.Г., Державицкая Н.И., Страшко И.Ю., Грицкевич О.И., Кулик Н.И., Самотковская Т.А. Сравнительная характеристика влияния эфирных масел разных растений на психоэмоциональное состояние человека // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2015. № 141. С. 5–47.
76. Ярош А.М., Тонковцева В.В., Кликова Я.А., Юркова О.Ф. Влияние эфирных масел на психофизиологическое состояние человека // Бюллетень Никитского ботанического сада. 2010. Вып. 100. С. 114–118.
77. Тонковцева В.В., Ярош А.М. Влияние эфирного масла мяты длиннолистной и цитраля на психоэмоциональное состояние и умственную работоспособность человека // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2015. № 141. С. 56–64.
78. Шутова С.В. Немедикаментозная оптимизация функций мозга у студентов при адаптации к условиям обучения в вузе: монография. Тамбов: ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2012. – 169 с.
79. Baraniuk J.N., Merck S.J. Neuroregulation of human nasal mucosa // Annals of the New York Academy of Sciences. 2009. No. 1170. P. 604–609.
80. Pisseri F., Bertoli A., Pistelli L. Essential oils in medicine: principles of therapy // Parassitologia. 2008. Vol. 50 (1-2). P. 89–91.
81. Сверчкова Н., Коломиец Э. В поисках альтернативы ветеринарным и кормовым антибиотикам // Наука и инновации. 2014. Т. 8. С. 21–24.
82. Гунчак А.В., Гунчак В.М., Ратич І.Б. Біологічний ефект рослинних екстрактів в організмі птиці // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. 2015. Т. 17. № 3. С. 19–31.
83. Rusenova N., Parvanov P. Antimicrobial activities of twelve essential oils against microorganisms of veterinary importance // Trakia Journal of Sciences. 2009. Vol. 7. No. 1. P. 37–43.
84. Старовойтов Е.И., Камалов Р.А. Практические аспекты применения эфирных масел для дезинфекции в животноводстве // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. 2014. № 16 (21). С. 39–43.
85. Патент на изобретение RUS 2188542 (Россия). Средство и способ дезинфекции инкубационных и товарных яиц / Н.А. Шкиль, Н.В. Чупахина, Н.В. Казаринова // Опубликовано 10.09.2002. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bd.patent.su/2188000-2188999/pat/servlet/servlet98a0.html> (дата обращения 25.05.17)
86. Юняева Н.В., Саландаев К.В., Слюсарь А.В. Масло орегано заменяет антибиотики в птицеводстве // Птицеводство. 2016. № 8. С. 43–45.
87. Kirkpınar F., Ünlü H. Bora, Özdemir G. Effects of oregano and garlic essential oils on performance, carcass, organ and blood characteristics and intestinal microflora of broilers // Livestock Science. 2011. Vol. 137 (1-3). P. 219–225.
88. Jamroz D., Orda J., Kamel C., Wiliczkievicz A, Wertelecki T, Skorupinska J. The influence of phytogenetic extracts on performance, nutrient digestibility, carcass characteristics and gut microbial status in broiler chickens // Journal of Animal and Feed Sciences. 2003. Vol. 12. P. 583–596.
89. Патент на изобретение RUS 2294648 (Россия). Кормовая добавка для повышения резистентности и продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы / С.В. Енгашев // Опубликовано 10.03.2007. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bd.patent.su/2294000-2294999/pat/servlet/servlet9e55.html> (дата обращения 25.05.2017)
90. Гунчак А.В., Сірко Я.М., Кирилів Б.Я., Кисців В.О., Лісна Б.Б., Коретчук С.І., Стефанишин О.С., Камінська М.В., Мартинюк У.А. Вплив рослинних екстрактів на процеси травлення в організмі птиці, продуктивність та якість продукції // Біологія тварин. 2016. Т. 18. № 2. С. 25–35.
91. Zhang K.Y., Keen C.A., Waldroup P.W. Evaluation of microencapsulated essential oils and organic acids in diets for broiler chickens // International Journal of Poultry Science. 2005. Vol. 4 (9). P. 612–619.

92. Farag R.S., Badei A.Z.M.A., Hewedi F.M., Elbaroty G.S.A. Antioxidant activity of some spice essential oils on linoleic acid oxidation in aqueous media // Journal of the American Oil Chemists' Society. 1989. Vol. 66. P. 792–799.
93. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods // International Journal of Food Microbiology. 2004. Vol. 94. P. 223–253.
94. Santurio J.M., Santurio D.F., Pozzatti P., Moraes C., Franchin P.R., Alves S.H. Rural C. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de orégano, tomilho e canela frente a sorovares de Salmonella entérica de origem avícola // Ciência Rural. 2007. Vol. 37 (3). P. 803–808.
95. Penalver P., Huerta B., Borge C., Astorga R., Romero R., Perea A. Antimicrobial activity of five essential oils against origin strains of the Enterobacteriaceae family // Acta Pathologica, Microbiologica et Immunologica Scandinavica. 2005. Vol. 113. P. 1–6.
96. Barbour E.K., El-Hakim R.G., Kaadi M.S., Shaib H.F., Gerges D.D., Nehme P.A. Evaluation of the histopathology of the respiratory system in essential oil treated broilers following a challenge with *Mycoplasma gallisepticum* and/or H9N2 influenza virus // International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine. 2006. Vol. 4 (4). P. 293–300.
97. Ткаченко К.Г., Казаринова Н.В., Шкиль Н.А., Чупахина Н.В. Эфирные масла как средства дезинфекции в ветеринарии // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия «Медицина. Фармация». 2009. Т. 59. № 7. С. 58–66.
98. Алексеев И.А. Научное и практическое обоснование применения аэроионизации в сочетании с эфирными маслами в ветеринарной медицине: автореф. дис. ... д-ра вет. наук. – Чебоксары: ФГОУ ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», 2006. – 40 с.
99. Гаврикова Е.И. Показатели оксидантной-антиоксидантной системы высокопродуктивных коров после холодных ингаляций с анисовым эфирным маслом // Аграрный научный журнал. 2016. № 9. С. 6–9.
100. Ярован Н.И., Гаврикова Е.И. Антисвободно-радикальное действие анисового эфирного масла на организм крупного рогатого скота // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2016. Т. 60. № 3. С. 23–29.
101. Говорун М.И., Тихомиров А.А. Защитное действие эфирных масел при внешнем гамма-облучении животных // Медицина катастроф. 2014. № 3 (87). С. 59–62.
102. Патент на изобретение RUS 2187302 (Россия). Противовоспалительная, ранозаживляющая мазь, применяемая для лечения маститов / Шурыгин А.Я., Шевкопляс В.Н., Шурыгина Л.В. // Опубликовано 20.08. 2002. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bd.patent.su/2187000-2187999/pat/servl/servletdde9.html> (дата обращения 25.05.2017).
103. Тамбовцев К.А., Яковлева М.П., Ишмуратова Н.М. Синтетические феромонные препараты в пчеловодстве // Вестник башкирского университета. 2010. Т. 15. № 2. С. 265–281.
104. Ветрова Ю.Н., Горькова И.В. Исследование влияния новых эфирных композиций масел и озонирования на качество и сроки хранения мясных изделий // Международный журнал экспериментального образования. 2010. № 8. С. 53–55.
105. Nguefack J., Somda I., Mortensen C.N., Amvam Z. Evaluation of five essential oils from aromatic plants of Cameroon for controlling seed-borne bacteria of rice (*Oryza sativa* L.) // Seed science and technology. 2005. Vol. 33. P. 397–407.
106. Во Тхи Нгок Ха, Джалилов Ф.С. Антибактериальная активность эфирных масел и их использование для обеззараживания семян капусты от сосудистого бактериоза // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2014. № 6. С. 59–68.
107. Русакова Г.Г., Парахневич Е.Д., Парахневич Д.В., Русакова М.М. Использование эфирного горчичного масла в различных отраслях сельского хозяйства // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2014. № 4 (36). С.1–4.
108. Маланкина Е.Л. Эфирным маслом – по клещам и нематодам. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.greeninfo.ru/protection_plants/pesticides.html/Article/_aID/5004 (дата обращения 26.05.2017).

References

1. Kazarinova N.V., Tkachenko K.G. Prevention and treatment of various infectious diseases with essential oils of oregano and peppermint // Genetic Resources of Medicinal and Aromatic Plants: collection of scientific papers of the international conference dedicated to the 50th anniversary of the All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (VILAR) Botanic Garden. Moscow: VILAR. 2001. P. 380–381.
2. Nikolaevsky V.V. Aromatherapy: directory. Moscow: Medicine, 2000. 336 p.
3. Voitkevich S.A. Essential oils for perfumery and aromatherapy. Moscow: Food Industry, 1999. 284 p.

4. Tkachenko K.G. Essential oil plants and essential oils: achievements and prospects, modern trends of study and application // Bulletin of the Udmurt University. 2011. Vol. 1. P. 88–99.
5. Ponomareva E.I., Molokhova E.I., Khokhlov A.K. Application of essential oils in pharmacy // Modern problems of science and education. 2005. No. 4. P. 567–574.
6. Sidorenko S.V. Clinical significance of resistance of microorganisms to antimicrobial drugs // Russian medical news. 1998. No. 1. P. 28–34.
7. Tyutyunnik V.I., Ponomareva N.G., Krivoshein Yu.S. Antimicrobial action of essential oils isolated from plants // Cultivation and processing of essential oil crops. Proceedings. 1977. Vol. X. P. 27–33.
8. Patent for invention RUS 2157697 (Russia). Pharmaceutical compositions based on essential oils obtained from plants for use in the field of medicine and veterinary medicine / D. Ninkov // Published 20.10.2000. [Electronic resource]. Access point: <http://bd.patent.su/2157000-2157999/pat/servl/servlet825f.html> (reference's date 05.25.2017).
9. Frolova A.V. Essential oils are promising sources in the development of antimicrobial medicines for topical treatment of purulent wounds // Bulletin of Vitebsk State Medical University. 2010. Vol. 9. No. 1. P. 1–10.
10. Ponomareva E.I., Mavrina A.R., Votintseva E.O., Molohova E.I. Essential oils in the pharmaceutical market // Theoretical and applied aspects of modern science. 2014. No. 6-2. P. 116–120.
11. Kotyuk L.A. Antimicrobial activity of oil-bearing plants Lamiaceae Lindl. towards *Escherichia coli* // Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University. 2016. Vol. 6. No. 1. P. 216–236.
12. Mihajilov-Krstev T., Radnovic D., Kitic D., Stojanovic-Radic Z., Zlatkovic B. Antimicrobial activity of *Satureja hortensis* L. essential oil against pathogenic microbial strains // Biotechnology and Bioengineering. 2009. Eq. 23 (4). P. 1492–1496.
13. Abolfazl M., Hadi A., Frhad M., Hossein N. *In vitro* antibacterial activity and phytochemical analysis of some medicinal plants // Journal of Medicinal Plants Research. 2014. Vol. 8 (3). P. 186–194.
14. Lahooji A., Mirabolfathy M., Karami-Osboo R. Effect of *Zataria multiflora* and *Satureja hortensis* essential oils, thymol and carvacrol on growth of *Fusarium gramineum* isolates and deoxynivalenol production // Iranian Journal of Pathology. 2010. Vol. 46. No. 1. P. 11–13.
15. Obaidat M.M., Frank J.F. Inactivation of *Salmonella* and *Escherichia coli* O157:H7 on sliced and whole tomatoes by allyl isothiocyanate, carvacrol, and cinnamaldehyde in vapor phase // Journal of Food Protection. 2009. No. 72 (2). P. 315–324.
16. Tyrkov A.G., Sukhenko L.T., Akmaev E.R. Antimicrobial activity of essential oils extracted from plants of the Astrakhan region // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2012. Vol. 88. No. 2. P. 57–59.
17. Chumakova V.V., Popova O.I. Lophant anisovy (*Agastache foeniculum* L.) – a promising source of medicinal products // Pharmacy and pharmacology. 2013. No. 1. P. 39–43.
18. Kotyuk L.A. Antimicrobial activity of ethanol extract of *Satureja hortensis* L. towards pathogenic microbial strains // Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University. 2014. No. 4 (3). P. 109–124.
19. Fukleva L.A., Puchkan L.A. Study of the composition and the possibility of using thyme ordinary and Crimean practice in pharmaceutical practice // Scientific Bulletin. Series “Medicine. Pharmacy”. 2013. No. 18 (161). Vol. 23. P. 207–210.
20. Starchak Yu.A., Bubenchikova A.N. Antimicrobial activity of aqueous extracts and essential oils of thyme flora middle zone of European part of Russia // Scientific notes of Orel State University. 2014. No. 6 (62). P. 144–147.
21. Hammer K.A., Carbon C.F., Riley T.V. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts // Journal of Applied Microbiology. 1999. No. 86. P. 985–990.
22. Shakalite Yu., Pashkevičius A., Lozhene K. Action of natural fungicidal agents on the growth of yeast-like *Candida* species // Modern Mycology in Russia. Materials of the 2nd congress of mycologists in Russia. Moscow: National Academy of Mycology. 2008. Vol. 2. P. 305–306.
23. Ermakova T.S., Titov L.P. Antimycotic action of essential oils on yeast-like and mold fungi // Successes of medical mycology. 2003. Vol. 1. No. 1. P. 95–96.
24. Aznagulova G.R., Eprintseva E.S. Essential oils in the treatment of candidomycosis // Scientific research: from theory to practice. 2015. Vol. 1. No. 2 (3). P. 106–109.
25. Ermakova T.S., Priskar V.I., Bodrug M.V., Titov L.P. Investigation of the antimycotic activity of the essential oil of the mountain chaiber // Immunopathology, allergology, infectology. 2000. No. 3. P. 87–88.
26. Schelz Z.S., Molnar J., Hofmann J. Antimicrobial activity of volatile oils // International Journal of Antimicrobial Agents. 2004. P. 204–205.
27. Zhilyakova E.T., Novikov O.O., Krichkovskaya L.V., Krichkovskaya L.V., Timoshenko T.S., Novikova M.Yu., Litvinov S.A., Kiseleva E.Yu. Investigation of low-molecular biologically active compounds of plant origin as promising agents for the prevention and treatment of seborrhea // Kuban scientific medical journal. 2010. No. 8 (122). P. 68–72.

28. Alinkina E.S., Misharina T.A., Fatkulina L.D. Antiradical properties of essential oils of oregano, thyme and chaber // Applied biochemistry and microbiology. 2013. Vol. 49. No. 1. P. 82–87.
29. Ozkan A., Erdogan A. Comparative evaluation of antioxidant and anticancer activity of essential oil from *Origanum onites* (Lamiaceae) and its two major phenolic components // Turkey journal of Biology. 2011. No. 35. P. 735–742.
30. Manohar V., Ingram C., Gray J., Talpur N.A., Echard B.W., Bagchi D., Preuss H.G. Antifungal activities of origanum oil against *Candida albicans* // Molecular and Cellular biochemistry. 2001. No. 228. P. 111–117.
31. Terenina M.B., Misharina T.A., Krikunova N.I., Alinkina E.S., Misharina T.A., Fatkulina L.D. Essential oil of oregano as an inhibitor of oxidation of higher fatty acids // Applied Biochemistry and Microbiology. 2011. Vol. 47. No. 4. P. 490–494.
32. Burlakova E.B., Vorobyeva A.K., Misharina T.A. The effect of oregano essential oil on the aging of mice aging // Izvestiya Vuzov. Series “Applied chemistry and biotechnology”. 2012. No. 2 (3). P. 92–95.
33. Samusenko A.L. Comparative evaluation of the antioxidant activity of essential oils of spicy aromatic plants by the method of capillary gas chromatography // Chemistry of plant raw materials. 2010. No. 3. P. 107–113.
34. Misharina T.A., Burlakova E.B., Fatkulina L.D., Alinkina E.S., Vorob'eva A.K., Medvedeva I.B., Erohin V.N., Semenov V.A., Nagler L.G., Kozachenko A.I. Effect of oregano essential oil on the inoculation and development of Lewis carcinoma in hybrid mice F1 DBA C57 BLACK // Applied Biochemistry and Microbiology. 2013. Vol. 49. No. 4. P. 423–428.
35. Arunasree K.M. Anti-proliferative effects of carvacrol on a human metastatic breast cancer cell line MDA-MB 231 // Phytomedicine. 2010. No. 17 (8-9). P. 581–588.
36. El Babili F., Bouajila J., Souhard J. P., Bertrand C., Bellvert F., Fouraste I., Moulis C., Valentin A. Oregano: chemical analysis and evaluation of its antimalarial, antioxidant, and cytotoxic activities // Journal of Food Science. 2011. No. 76 (3). P. 512–518.
37. Ozkan A., Erdogan A. A comparative study of the antioxidant/prooxidant effects of carvacrol and thymol at various concentrations on membrane and DNA of parental and drug resistant H1299 cells // Natural Product Communications. 2012. No. 7 (12). P. 1557–1560.
38. Liang W.Z., Lu C.H. Carvacrol-induced $[Ca^{2+}]$ rise and apoptosis in human glioblastoma cells // Life Sciences. 2012. No. 90 (17-18). P. 703–711.
39. Knyazeva O.A., Urazaeva A.I. Effect of chronic stress on the development of graft myeloma Sp 2/0 Ag14 in BALB/s mice against the background of inhalation of essential oils // Journal of Scientific Articles: Health and Education in the 21st Century. 2016. Vol. 18. No. 4. P. 83–87.
40. Naumenko E.N., Zhilyakova E.T., Novikov O.O., Krichkovskaya L.V., Timoshenko E.Yu., Stupakov A.G. Investigation of the immunomodulating activity of essential oil of the monarchy of the *Monarda fistulosa* (*Monarda fistuloza*) // Scientific statements. Series “Natural Sciences”. 2012. No. 21 (140). Issue 21/1. P. 154–158.
41. Strukova E.G., Efremov A.A., Gontova A.A., Sokolova E.S. Effect of essential oils of the Siberian region on conditionally pathogenic microorganisms // Chemistry of plant raw materials. 2009. No. 4. P. 79–82.
42. Khaldun A.O. Antibacterial effect of essential oils of some plants // Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology. 2006. No. 3. P. 92–93.
43. Velikorodov A.V., Kovalev V.B., Tyrkov A.T., Degtyarev O.V. The study of the chemical composition and antifungal activity of essential oil *Lophantus anisatus* Benth. // Chemistry of plant raw materials. 2010. No. 2. P. 143–146.
44. Naumenko E.N., Zhilyakova E.T., Novikov O.O. Search for alternative antimicrobial agents // Bulletin of new medical technologies. 2009. Vol. XVI. No. 1. P. 187–188.
45. Kudlay D.G., Chubukov V.F., Oganesyanyan M.G. Genetics of drug resistance of bacteria. Moscow: Medicine, 1972. 212 p.
46. Markelova N.N., Semenova E.F., Shpichka A.I., Zhuchenko E.V. Effect of essential oils on microorganisms of different taxonomic affiliation in comparison with modern antibiotics. Communication II. The effect of pink essential oil and antibiotic substances on some Gram-negative bacteria // Natural Sciences. Biology. 2014. No. 3 (7). P. 39–47.
47. Karasavidi A.O. Some kinds of essential oil in medical practice // Bulletin of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy. 2005. No. 1. P. 205–211.
48. Zuzuk B.M., Kutsik R.V. *Melissa officinalis* (*Melissa officinalis* L.): analytical review. [Electronic resource]. Access point: <http://www.provisor.co.ua/2008/2> (reference's date 26.05.2017).
49. Grebennikova O.A., Paliy A.E., L.A. Logvinenko Biologically active substances of lemon balm // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. Series “Biology, Chemistry”. 2013. Vol. 26 (65). No. 1. P. 43–50.

50. Alekseeva A.V., L.I. Mazur, Kurkin V.A. The perspectives of the using of *Melissa officinalis* in pediatry // Medical almanac. 2009. Vol. 9. No. 4. P. 177–181.
51. Alekseeva A.V. The herb of sweet officinalis – prospective source of substitute of imported neurotropic medicine // Medical almanac. 2011. No. 1 (14). P. 233–237.
52. Loseva A.V. Antimicrobial activity of essential oils // Biotechnology. A look into the future. Materials of the 3rd International Scientific Internet Conference. Kazan, 2014. Vol. 1. P. 145–148.
53. Kartasheva O.L., Tkachev A.V., Utkina T.M., Potehina L.P. The influence of wormwood essential oils on the growth of microorganisms and the formation of biofilms by them // Bulletin of the Orenburg Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 2012. No. 3. P. 2–10. [Electronic resource]. Access point: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2012-3%20/Articles/10Naboka.pdf> (reference's date 11.11.2017).
54. Konovalov D.A., Khamilonov A.A. Biologically active compounds of *Artemisia annua* essential oil // Pharmacy and pharmacology. 2016. Vol. 4. No. 4. P. 4–33.
55. Zhuchenko E.V., Semenova E.F., Markelova N.N., Shpichka A.I., Knyaz'kova A.A. Influence of essential oils on microorganisms belonging to different taxons in comparison with modern antibiotics. Report III. Effects of essential oils of lavender, rosewoodtree, eucalyptus, fir on some gram-negative bacteria // University proceedings. Volga region natural sciences. 2015. No. 1 (9). P. 30–41
56. Stepanova N.V., Kolicheva N.L., Denisenko A.M. The substantiation of the use of essential oil obtained from leaves and inflorescences of musk spruce in the complex treatment of periodontal diseases // Ukrainian Dental Almanac. 2011. No. 3. P. 74–77.
57. Soldatchenko S.S., Kashchenko G.F., Golovkin V.A., Gladyshev V.V. Full book on aromatherapy. Prevention and treatment of diseases with essential oils. Edition 5th, supplemented and revised. Simferopol: Tavrida, 2011. 640 p.
58. Shutova S.V. Aromatherapy: physiological effects and possible mechanisms (literature review) // Bulletin of Tambov University. Series: "Natural and technical sciences". 2013. Vol. 18. No. 4-1. P. 1330–1336.
59. Huang M.Y., Liao M.H., Wang Y.K., Huang Y.S., Wen H.C. Effect of lavender essential oil on LPS-stimulated inflammation // American Journal of Chinese Medicine. 2012. Vol. 40 (4). P. 845–859.
60. Toda M., Morimoto K. Effect of lavender aroma on salivary endocrinological stress markers // Archives of Oral Biology. 2008. Vol. 53 (10). P. 964–968.
61. Hirokawa K., Nishimoto T., Taniguchi T. Effects of lavender aroma on sleep quality in healthy Japanese students // Perceptual and Motor Skills. 2012. Vol. 114 (1). P. 111–122.
62. Shiina Y., Funabashi N., Le K., Toyoda T., Sekine T, Honjo S., Hasegawa R., Kawata T., Wakatsuki Y., Hayashi S., Murakami S., Koike K., Daimon M., Komuro I. Relaxation effects of lavender aromatherapy improve coronary flow velocity reserve in healthy men evaluated by transthoracic Doppler echocardiography // International Journal of Cardiology. 2008. Vol. 129 (2). P. 193–197.
63. Fukui H., Toyoshima K., Komaki R. Psychological and neuroendocrinological effects of odor of saffron (*Crocus sativus*) // Phytomedicine. 2011. Vol. 18 (8-9). P. 726–730.
64. Seo J.Y. The effects of aromatherapy on stress and stress responses in adolescents // Journal of Korean Academy of Nursing. 2009. Vol. 39 (3). P. 357–365.
65. Lee Y.L., Wu Y., Tsang H.W., Leung A.Y., Cheung W.M. A systematic review on the anxiolytic effects of aromatherapy in people with anxiety symptoms // Journal of Alternative and Complementary Medicine. 2011. Vol. 17 (2). P. 101–108.
66. Butje A., Repede E., Shattell M.M. Healing scents: an overview of clinical aromatherapy for emotional distress // Journal of Psychosocial Nursing and Mental Health Services. 2008. Vol. 46 (10). P. 46–52.
67. Dale A., Cornwell S. The role of lavender oil in relieving perineal discomfort following childbirth: a blind randomized clinical trial // Journal of Advanced Nursing. 1994. No. 19 (1). P. 89–96.
68. Buckle J. Use aromatherapy as complementary treatment for chronic pain // Alternative Therapies in Health and Medicine. 1999. Vol. 5 No. 5. P. 42–51.
69. Bobrik Yu.V., I.Yu. Timofeev, Kulichenko A.V., Babynin A.S., Kozulya S.V. Aromatherapy, aerophytotherapy – perspectives of development and application possibilities for patients' rehabilitation, disease prevention // Tavrichesky medikobiological bulletin. 2014. Vol. 17. No. 2 (66). P. 17–21.
70. Raikova S.V., Kolikov A.G., Shub G.M., Durnova N.A., Shapoval O.G., Rahmetova A.Yu. Antimicrobial activity of peppermint essential oil (*Mentha piperita* L.) // Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2011. Vol. 7. No. 4. P. 787–790.
71. Burenina I.A. The main methodological principles of the use of aromatherapy in restorative treatment // Bulletin of modern clinical medicine. 2009. Vol. 2. Issue 2. P. 47–50.
72. Narkevich E.N. Methodology of increasing the effectiveness of tuberculostatic drugs: a review of literature // Medicine and education in Siberia. 2008. № 3. P. 5–9.

73. Shkurupiy V.A., Odintsova O.A., Kazarinova N.V., Tkachenko K.G. Results of the use of peppermint essential oil in the complex treatment of persons with infiltrative pulmonary tuberculosis // Tuberculosis and lung diseases. 2006. Vol. 83. P. 43–45.
74. Narkevich E.N. Essential oils in the practice of stress-induced pathologies (Review of the literature) // Medicine and education in Siberia. 2008. No. 5. P. 4–8.
75. Yarosh A.M., Tonkovtseva V.V., Marchuk N.Yu., Pavlova E.A., Kosolapov A.N., Boroda T.V., Serobaba L.A., Seredina O.S., Borisova E.V., Maksimova I.N., Ovcharenko Yu.P., Sushchenko L.G., Derzhavitskaya N.I., Strashko I.Yu., Gritskevich O.I., Kulik N.I., Samotkovskaya T.A. Essential oils of different plants and comparative description of their effect on human psychoemotional state // Collection of scientific works of the State Nikitsky Botanical Garden. 2015. No. 141. P. 5–47.
76. Yarosh A.M., Tonkovtseva V.V., Kulikova Y.A., Yurkova O.F. Influence of essential oils on the psycho physiological state of a man // Bulletin of the Nikitsky Botanical Garden. 2010. Issue 100. P. 114–118.
77. Tonkovtseva V.V., Yarosh A.M. Effect of essential oils composition of *Mentha longifolia* and Citral on human psychoemotional state and mental capacity // Collected scientific works of the State Nikitsky Botanical Garden. 2015. No. 141. P. 56–64.
78. Shutova S.V. Non-pharmacological optimization of brain functions in students when adapting to the conditions of study at a university: monograph. Tambov: Publishing house of the TRPA “Business-Scienc-Society”, 2012. 169 p.
79. Baraniuk J.N., Merck S.J. Neuroregulation of human nasal mucosa // Annals of the New York Academy of Sciences. 2009. No. 1170. P. 604–609.
80. Pisseri F., Bertoli A., Pistelli L. Essential oils in medicine: principles of therapy // Parassitologia. 2008. Vol. 50 (1-2). P. 89–91.
81. Sverchkova N., Kolomiets E. In search of an alternative to veterinary and fodder antibiotics // Science and Innovations. 2014. Vol. 8. P. 21–24.
82. Gunchak A.V., Gunchak V.M., Ratich I.B. Biological effect of plant extracts in the poultry // Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S.Z. Gzhytskyj. 2015. Vol. 17. No. 3. P. 19–31.
83. Rusenova N., Parvanov P. Antimicrobial activities of twelve essential oils against microorganisms of veterinary importance // Trakia Journal of Sciences. 2009. Vol. 7. No. 1. P. 37–43.
84. Starovoitov E.I., Kamalov R.A. Practical aspects of application of essential oils for disinfection in livestock breeding // Vestnik of the Russian State Agrarian Extramural University. 2014. No. 16 (21). P. 39–43.
85. Patent for invention RUS 2188542 (Russia). Means and method of disinfection of incubation and commodity eggs / N.A. Shkil, N.V. Chupakhina, N.V. Kazarinova // Published on September 10, 2002. [Electronic resource]. Access point: <http://bd.patent.su/2188000–2188999/pat/servlet/servlet98a0.html> (reference's date 25.05.2017).
86. Yunyaeva N.V., Salandayev K.V., Slyusar A.V. Oregano oil replaces antibiotics in poultry // Poultry. 2016. No. 8. P. 43–45.
87. Kirkpinar F., Bora Ünlü H., Özdemir G. Effects of oregano and garlic essential oils on performance, carcass, organ and blood characteristics and intestinal microflora of broilers // Livestock Science. 2011. Vol. 137 (1-3). P. 219–225.
88. Jamroz D., Orda J., Kamel C., Wiliczkiwicz A., Wartecki T., Skorupinska J. The influence of phytochemical extracts on performance, nutrient digestibility, carcass characteristics and gut microbial status in broiler chickens // Journal of Animal and Feed Sciences. 2003. Vol. 12. P. 583–596.
89. Patent for invention RUS 2294648 (Russia). Fodder additive to increase the resistance and productivity of farm animals and poultry / C.V. Enashev // Published on March 10, 2007. [Electronic resource]. Access point: <http://bd.patent.su/2294000–2294999/pat/servlet/servlet9e55.html>. (reference's date 25.05.17).
90. Gunchak A.V., Sirko Ya.M., Kirilov B.Ya., Kystsiv V.O., Lisna B.B., Koretchuk S.I., Stefanyshyn O.S., Kamins'ka M.V., Martinyuk U.A. Influence of plant extracts on the processes of digestion in the organism of the bird, productivity and quality of products // Biology of animals. 2016. Vol. 18. No. 2. P. 25–35.
91. Zhang K.Y., Keen C.A., Waldroup P.W. Evaluation of microencapsulated essential oils and organic acids in diets for broiler chickens // International Journal of Poultry Science. 2005. Vol. 4 (9). P. 612–619.
92. Farag R.S., Badei A.Z.M.A., Hewedi F.M., Elbaroty G.S.A. Antioxidant activity of some spice essential oils on linoleic acid oxidation in aqueous media // Journal of the American Oil Chemists' Society. 1989. Vol. 66. P. 792–799.
93. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods // International Journal of Food Microbiology. 2004. Vol. 94. P. 223–253.

94. Santurio J.M., Santurio D.F., Pozzatti P., Moraes C., Franchin P.R., Alves S.H. Rural C. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de orégano, tomilho e canela frente a sorovares de *Salmonella entérica* de origem avícola // *Ciência Rural*. 2007. Vol. 37 (3). P. 803–808.
95. Penalver P., Huerta B., Borge C., Astorga R., Romero R., Perea A. Antimicrobial activity of five essential oils against origin strains of the Enterobacteriaceae family // *Acta Pathologica, Microbiologica et Immunologica Scandinavica*. 2005. Vol. 113. P. 1–6.
96. Barbour E.K., El-Hakim R.G., Kaadi M.S., Shaib H.F., Gerges D.D., Nehme P.A. Evaluation of the histopathology of the respiratory system in essential oil treated broilers following a challenge with *Mycoplasma gallisepticum* and/or H9N2 influenza virus // *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*. 2006. Vol. 4 (4). P. 293–300.
97. Tkachenko K.G., Kazarinova N.V., Shkil N.A., Chupakhina N.V. Essential oils as a means of disinfection in veterinary medicine // *Scientific reports of Belgorod State University. Series “Medicine. Pharmacy”* 2009. Vol. 59. No. 7. P. 58–66.
98. Alekseev I.A. Scientific and practical substantiation of application of aeroionization in combination with essential oils in veterinary medicine: abstract dis. ... doc. Veterinary sciences. Cheboksary: Federal State Budget Educational Institution of Higher Education “Chuvash State Agricultural Academy”, 2006. 40 p.
99. Gavrikova E.I. Indicators of oxidative-antioxidant system of highly productive cows after cold inhalations with anise essential oil // *Agrarian scientific journal*. 2016. No. 9. P. 6–9.
100. Yarovan N.I., Gavrikova E.I. Antifree-radical impact of anise ethereal oil inhalations on cattle organism // *Vestnik Orel State Agrarian University*. 2016. Vol. 60. No. 3. P. 23–29.
101. Govorun M.I., Tikhomirov A.A. Protective action of essential oils with external gamma irradiation of animals // *Medicine of catastrophes*. 2014. No. 3 (87). P. 59–62.
102. Patent for invention RUS 2187302 (Russia). Anti-inflammatory, wound-healing ointment, used to treat mastitis / A.Ya. Shurygin., V.N. Shevkopyas, L.V. Shurygina // Posted on 20.08.2002. [Electronic resource]. Access point: <http://bd.patent.su/2187000-2187999/pat/servl/servletdde9.html> (reference's date 25.05.2017).
103. Tambovtsev K.A., Jakovleva M.P., Ishmuratova N.M. Synthetic pheromone preparations in beekeeping // *Bulletin of the Bashkir University*. 2010. Vol. 15. No. 2. P. 265–281.
104. Vetrova Yu.N., Gorkova I.V. Research of the influence of new ethereal compositions of oils and ozonization on the quality and shelf life of meat products // *International Journal of Experimental Education*. 2010. No. 8. P.53–55.
105. Nguefack J., Somda I., Mortensen C.N., Amvam Z. Evaluation of five essential oils from aromatic plants of Cameroon for controlling seed-borne bacteria of rice (*Oryza sativa* L.) // *Seed science and technology*. 2005. Vol. 33. P. 397–407.
106. Vo Thi Ngoc Ha, Dzhaililov F.S. Antibacterial activity of essential oils and their use for disinfection of cabbage seeds against black root // *Izvestiya Timiriazevskoy Agricultural Academy*. 2014. No. 6. P. 59–68.
107. Rusakova G.G., Parakhnevich E.D., Parakhnevich D.V., Rusakova M.M. Use of essential mustard oil in various branches of agriculture // *Proceedings of Nizhnevolskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2014. No. 4 (36). P. 1–4.
108. Malankina E.L. Essential oil – for mites and nematodes. [Electronic resource]. Access point: https://www.greeninfo.ru/protection_plants/pesticides.html/Article/_aa/500/. (reference's date 26.05.17).

UDC 633.81; 577.19

Pashtetskiy V.S., Nevkrytaya N.V.

USE OF ESSENTIAL OILS IN MEDICINE, AROMATHERAPY, VETERINARY AND CROP PRODUCTION (REVIEW)

Summary. The article gives an overview of the research of essential oils (basically essential oils of the family *Lamiaceae*) and the possibilities of their use in medicine, aromatherapy, veterinary and plant growing. The components of essential oils with a high antimicrobial, antibacterial effect are determined: thymol, carvacrol (most active components of oils), eugenol, linalool, geraniol, menthol, neral, geranial, citronellal, thujone, fenchone, carvone, pinocampone, camphor, menton, anethole, estragol. These phenolic compounds are contained in significant quantities in the essential oils of such representatives of the family *Lamiaceae*, as oregano, summer savory, winter savory or mountain savory, wild bergamot or bee balm, common thyme or garden thyme. The mechanism of action of essential oils and their components on microorganisms is not fully

understood. It is assumed that they reduce the permeability of cytoplasmic membranes of microorganisms, reducing activity of their aerobic respiration, counteract their survival, preventing them from adapting to an aggressive agent. The problem of replacing chemical antibiotics with phytobiotics, to which essential oils and their individual components are assigned, is becoming more and more urgent. Studies had shown that components of essential oils have some antioxidant, antimycotic, geroprotective, antiviral, and antituberculous properties. The above, far from complete, review of research on essential oils indicates a high demand for them in various areas of human activity. It is obvious that the properties of essential oils as well as their physiological aspect have not yet been fully studied, and the range of their use in various spheres of human activity can be substantially expanded.

Keywords: *essential oil, phytobiotics, antimicrobial, antibacterial activity.*

Паштецкий Владимир Степанович, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, врио директора ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: priemnaya@niishk.ru.

Невкрытая Наталья Владимировна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией селекции отдела эфиромасличных и лекарственных культур ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: nevkritaya@mail.ru.

Pashtetskiy Vladimir Stepanovich, D. Sc. (Agr.), acting director, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150 Kievskaya str., Simferopol, 295493, Russia; e-mail: priemnaya@niishk.ru.

Nevkrytaya Natalya Vladimirovna, Cand. Sc. (Biol.), head of the laboratory of breeding of the Department of essential oil and medicinal crops, Federal State Budgetary Scientific Institution “Scientific Research Institute of Agriculture of Crimea”, 150 Kievskaya Str., Simferopol, Republic of Crimea, 295453, Russia; e-mail: nevkritaya@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 10.01.2018.

Дата принятия к печати – 20.01.2018.

АГРОНОМИЯ
AGRONOMY

DOI 10.25637/TVAN2018.01.03

УДК 633.854.78:631.52

Горбаченко Ф.И., Усатенко Т.В., Горбаченко О.Ф.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ
СОРТОВ И ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА, ТОЛЕРАНТНЫХ К ЗАРАЗИХЕ
(*OROBANCHE CUMANA WALLR.*)**

ФГБНУ «Донская опытная станция имени Л.А. Жданова ВНИИМК»

Аннотация: Цель исследований – разработка новых и совершенствование существующих методов получения исходного материала и на его основе создание высокопродуктивных гибридов подсолнечника различных групп спелости, устойчивых к основным патогенам и адаптированных к возделыванию в регионах недостаточного увлажнения. Донская опытная станция с 30-х гг. XX века проводит работы по селекции подсолнечника, направленные на получение высокопродуктивных сортов, устойчивых к расам заразихи (*Orobanche cumana Wallr.*) и ложной мучнистой росы. Особый вклад в борьбу с заразихой внес Л.А. Жданов: созданные им высокопродуктивные заразиховыносливые сорта Ждановский 6432, Степняк позволили сохранить подсолнечник. Следующая волна появления новых более агрессивных рас заразихи пришлась на 70-80-е годы прошлого столетия. Выведены сорта: Донской 60 (1982 г.), Азовский (1993 г.), Казачий (1996 г.), Донской крупноплодный (1992 г.) и гибриды: Донской 342 (1991 г.), Орион (1993 г.), Гарант (1998 г.), Престиж (2002 г.) и др., которые высевали ежегодно на площади около 1 млн га. В последние 20 лет поступают сообщения об увеличении поражения посевов подсолнечника заразихой на полях России и других стран. На данный момент дифференцировано более 8 рас заразихи. Поэтому на Донской станции расширены работы по созданию селекционного материала, толерантного к расам заразихи E, F, G, H. В 2006-2015 гг. получены принципиально новые родительские линии и на их основе созданы высокопродуктивные гибриды Патриот (2012 г.), Паритет (2014 г.), Спринт и Ревани (2015 г.), толерантные к 7 расам заразихи. В 2015 г. переданы в Госкомиссию толерантные к 7 расам заразихи гибриды Горстар и Горфилд, которые успешно прошли государственное испытание и внесены в Госреестр РФ с 2018 г. Внедрение заразиховыносливых гибридов в сельскохозяйственное производство, соблюдение классической технологии возделывания будет способствовать увеличению производства подсолнечника и обеспечению перерабатывающей промышленности товарным сырьём.

Ключевые слова: подсолнечник, заразиха, селекция, устойчивость, сорт, гибрид.

Введение

История селекции подсолнечника на Донской опытной станции неразрывно связана с селекцией на устойчивость к заразихе. Заразиха – *Orobanche cumana Wallr.* – растение, паразитирующее на корневой системе подсолнечника. Заразиха высасывает питательные вещества и воду, что приводит к снижению урожайности, ухудшению качества семенной и товарной продукции, а при сильном поражении – даже к гибели посевов. Долгое время заразиха привлекает внимание исследователей разных специальностей – ботаников, физиологов, селекционеров [1-6].

Ученые установили, что подсолнечник и зарази́ха находятся в непрерывном процессе сопряженной эволюции – «хозяин-паразит». Поэтому селекцию подсолнечника на устойчивость к зарази́хе необходимо проводить постоянно. В середине 30-х годов прошлого столетия в южных районах СССР сложилось тяжелое положение с выращиванием подсолнечника в связи с массовым его поражением зарази́хой. Важнейшая масличная культура находилась под серьезной угрозой и могла исчезнуть как сельскохозяйственная культура. Проведенные обследования производственных посевов показали, что все ранее выведенные сорта поражены зарази́хой, причем в отдельных хозяйствах отмечена полная гибель посевов.

Академиком Л.А. Ждановым установлено, что на подсолнечнике в то время (1927-1932 гг.) паразитировали различные физиологические расы зарази́хи, получившие название А и Б, причем более агрессивной была зарази́ха расы Б, которая почти на 100% поражала все возделываемые сорта [7-9]. Применяя методы отбора на искусственном, сильно инфицированном семенами зарази́хи фоне, Л.А. Жданов впервые в СССР на Донской опытной станции селекционным путем выделил зарази́хоустойчивые растения подсолнечника, которые стали исходным материалом для сортов Ждановский 6432, Ждановский 8281 и Степняк. В предвоенные годы эти сорта высевали на площади более 1 млн га. Внедрение в производство этих и других сортов позволило значительно повысить урожайность подсолнечника (с 3-5 ц/га до 15-17 ц/га), особенно в районах распространения зарази́хи, расширить его посевные площади в СССР до 3 млн га и восстановить подсолнечник как сельскохозяйственную культуру [10]. Доказано, что подсолнечник может давать высокие урожаи семян и обеспечивать маслосемянно-жировую промышленность товарным сырьем.

Такая благоприятная обстановка с возделыванием подсолнечника продолжалась 35-40 лет. Соблюдение чередования сельскохозяйственных культур в севооборотах, использование для посева выносливых к зарази́хе сортов и выполнение требуемых научно обоснованных технологий выращивания позволило хозяйствам во всех зонах возделывания получать высокие урожаи подсолнечника.

В 1970-1974 гг. стали поступать сигналы о поражении подсолнечника зарази́хой. Проведенные обследования посевов в хозяйствах Ростовской области и оценка возделываемых сортов на инфицированном зарази́хой фоне показали, что возникли новые более агрессивные расы зарази́хи [11-13]. Установлено, что на процесс возникновения новых рас и быстрое их распространение оказывают значительное влияние расширение посевных площадей, нарушение чередования культур в севообороте и ухудшение культуры земледелия. В отдельных хозяйствах подсолнечник занимал в севообороте до 20%, что привело к быстрому распространению зарази́хи и активному его поражению на больших производственных площадях.

В последние 20 лет произошли значительные изменения в агроценозах. Высокая рентабельность производства маслосемян подсолнечника привела к неоправданному расширению его посевных площадей, несоблюдению чередования сельскохозяйственных культур в севообороте. Только в Ростовской области посевная площадь подсолнечника в отдельные годы (1992-2010 гг.) составила 1,1-1,3 млн га вместо 450-550 тыс. га согласно научно-обоснованным системам земледелия. Завоз иностранными фирмами партий семян гибридов, не проверенных на устойчивость к местным популяциям зарази́хи, а также чрезмерное увлечение поверхностной обработкой почвы, способствовало накоплению огромных запасов семян зарази́хи, возникновению и распространению более вирулентных рас.

Сорта и гибриды подсолнечника, ранее устойчивые, стали сильно поражаться новыми расами. Сообщения об обнаружении новых рас заразики стали поступать из Румынии, Испании, Турции, Болгарии, Ирана, Китая. Во многих Европейских странах, возделывающих подсолнечник, заразики стали ограничителем производства этой культуры. К настоящему времени учёными обнаружено 8 рас этого патогена разной агрессивности (А, В, С, D, Е, F, G, H), из которых 3 последние обладают наибольшей вирулентностью. Румыния, Испания и Турция первыми пострадали от этих рас. В этих странах созданы линии-дифференциаторы устойчивости подсолнечника к каждой из рас [23-25].

В России идентификацию расовой принадлежности заразики, собранной с полей разных регионов, провели ученые ВНИИМК имени В.С. Пустовойта. Обследования полей подсолнечника в Ростовской, Волгоградской областях, Краснодарском и Ставропольском краях показали наличие более агрессивных рас во всех обследованных регионах, но больше всего их накоплено в агроценозах Ростовской и Волгоградской областей. Установлена большая пестрота расового состава *O. citana* не только в зависимости от региона или района, но и от конкретного поля [26-29].

Необходимо отметить, что Ростовская область находится в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения, острый дефицит влаги ощущается при возделывании всех сельскохозяйственных культур, в том числе и подсолнечника.

Цель исследований – разработка новых и совершенствование существующих методов получения исходного материала и на его основе создание высокопродуктивных гибридов подсолнечника различных групп спелости, устойчивых к основным патогенам и адаптированных к возделыванию в регионах недостаточного увлажнения.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили в 1970-2017 гг. на экспериментальной полевой базе ФГБНУ «Донская опытная станция имени Л.А. Жданова ВНИИМК». Почвы полей станции представлены предкавказским черноземом с содержанием гумуса в пахотном слое от 3,87% до 4,18%.

Среднегодовая температура воздуха 8,5-9,1 °С. Вегетационный период подсолнечника 85-116 дней. По многолетним данным среднегодовое количество осадков составило 488 мм [14].

В качестве исходного материала использовали сорта и гибриды подсолнечника селекции станции и других селекционных учреждений, образцы семян из мировой коллекции ВИР, а также семена заразики *Orobanche citana* Wallr., собранные на полях посевов товарного подсолнечника в различных почвенно-климатических зонах Ростовской области. Полевые и лабораторные исследования выполнены по общепринятой методике, разработанной на станции и во ВНИИМК [15]. Испытание исходного материала проводили на 2-х, 4-х и 5-ти рядковых делянках селекционного питомника, а на инфицированном семенами заразики фоне – на 2-х и 4-х рядковых. В качестве стандарта использовали гибрид, принятый Госкомиссией для определенной группы спелости в регионе, а контроля – лучший по толерантности к заразики сорт или гибрид инорайонной селекции. Устойчивость к заразики проводили на учетных рядках делянок с обязательным подсчетом процента и степени поражения этим растением паразитом.

Устойчивость к ложной мучнистой росе (ЛМР) оценивали по методикам А.Я. Панченко [16, 17].

Масличность семян определяли с помощью ЯМР – анализатора АМВ-1006 М. Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа [18].

Результаты и обсуждение

С 1974 г. на станции продолжены методические разработки по селекции, заложен специальный полевой питомник, инфицированный семенами заразики, собранными в разных зонах возделывания подсолнечника. Ежегодно этот фон дополняли семенами более вирулентных рас заразики из разных регионов России и Украины. В качестве сортов-индикаторов использовали устойчивый к расе А и неустойчивый к расе Б сорт Круглик А-41, выносливые к расе А и Б сорта Зенит и Маяк. Одновременно проводили изучение селекционного материала в условиях теплицы. Установлено, что все изученные сорта и номера подсолнечника в различной степени поражаются новыми расами заразики (таблица 1).

Наиболее эффективный и результативный метод получения заразикустойчивых форм – самоопыление растений подсолнечника на инфекционном фоне. Поскольку инбридинг ведет к генетической дифференциации исходного материала, нам удалось уже на третий год получить инцухт-линии, которые почти не поражались заразику [19-21]. Проведенные методические и практические исследования позволили получить новый перспективный исходный материал, отличавшийся высокой (80-100%) выносливостью к комплексу рас заразики и обладавший хозяйственно ценными признаками (таблица 2).

В последующие годы инфекционный фон заразики использовали для оценки, гибридизации и отбора исходного материала, устойчивого к новым более агрессивным расам заразики.

**Таблица 1 – Поражение подсолнечника заразику (инфекционный фон)
(Донская опытная станция, 1976 г.)**

Селекционный номер, сорт	Количество цветоносов заразики на 100 растений, шт.	Поражаемость заразику, %	Степень поражения (количество цветоносов на растении), шт.
Зенит	2984	80	37,3
385	3192	80	39,9
Кировоградский 23	3311	70	47,3
Донской низкорослый 47	5180	100	51,8
Зеленка 368	4949	90	56,1
Армавирский 3497	5400	90	60,0
Маяк	6080	100	60,0
1141	4912	80	61,4
Передовик	6300	100	63,0
319	4410	70	63,0
6843	5224	80	65,3
ВНИИМК 8883	7230	100	72,3
Круглик А-41 (St.)	9157	100	91,6

При создании высокопродуктивных сортов подсолнечника, устойчивых к новым расам, весь исходный материал на всех этапах селекционного процесса (питомники 1-го и 2-го года изучения, предварительного и конкурсного испытания, питомники направленного опыления) проходил оценку на устойчивость к этому растению-паразиту.

Применение непрерывного контроля исходного материала на устойчивость путем его оценки на инфекционном фоне в полевых условиях и в условиях теплицы, а также изучение в питомниках оценки и размножение на участках направленного опыления, позволило создать ценный для селекционной практики исходный

материал – 5714, 3/174, 10565, 105537 и др., на основе которого выведены сорта: Донской 60 (1982 г.), Азовский (1993 г.), Казачий (1996 г.) и гибриды: Донской 342 (1991 г.), Орион (1993 г.), Донской 1448 (2000 г.), Донской 151 (2004 г.), Фермер (2007 г.), Мечта (2007 г.) и др., выносливые к комплексу новых рас заразики [22].

Таблица 2 – Характеристика лучших заразикустойчивых номеров подсолнечника (Донская опытная станция, 1981-1983 гг.)

Селекционный номер, сорт	Вегетационный период, дни	Урожайность семян, т/га	Содержание масла в семенах, %	Сбор масла, т/га	Поражаемость заразику, % (инфекционный фон)
Раннеспелая группа					
5714	93	2,94	48,4	1,33	4,2
3/174	96	2,91	51,5	1,42	7,4
5841	96	2,83	48,0	1,27	1,3
9061	93	2,73	50,5	1,30	0,0
Зенит (St.)	97	2,66	52,7	1,32	94,8
НСР ₀₅	-	0,18	0,5	0,04	-
Среднеспелая группа					
10565	100	3,02	52,1	1,50	3,3
10470	101	2,90	51,1	1,41	0,0
10537	99	2,85	50,8	1,37	0,0
Маяк (St.)	103	2,72	52,2	1,35	99,7
НСР ₀₅	-	0,21	0,6	0,05	-

Эти гибриды внесены в Государственный реестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию. Кроме этого, с помощью самоопыления и межсортных скрещиваний отобранных образцов получены сложные популяции, отдельные биотипы которых имели высокую массу 1000 семян. Семена отобранных растений (семей) были высеяны делянками на пространственно изолированном участке и стали родоначальниками первого отечественного крупноплодного (с массой 1000 семян 110-160 г) сорта Донской крупноплодный, внесенный в Госреестр в 1992 г.

Необходимо отметить, что Ростовская область находится в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения, острый дефицит влаги ощущается при возделывании всех сельскохозяйственных культур, в том числе и подсолнечника. В связи с этим работы по селекции масличных культур, проводимые на станции, постоянно осуществляются в условиях острого недостатка влаги. Селекционеры, выполняя свои программы в жестких погодных условиях, подбирают исходный материал и проводят его оценку не только по основным хозяйственно ценным признакам, но и на засухоустойчивость. Учитывая сложившуюся ситуацию, значительная часть селекционной программы в последние годы ориентирована на создание исходного материала с периодом вегетации 85-95 дней, характеризующегося высокой продуктивностью и масличностью семян, дружным цветением и созреванием, выносливостью к патогенам и заразику.

На основе созданного исходного материала получен ряд высокопродуктивных раннеспелых гибридов подсолнечника, лучшие из которых внесены в Госреестр селекционных достижений РФ и допущены к использованию в различных регионах России: Патриот (2012 г.), Паритет (2014 г.), Спринт (2015 г.), Реванш (2015 г.).

В связи с появлением новых особо опасных рас заразики, необходимо получить принципиально новый исходный материал подсолнечника. При создании такого исходного материала одно из главных и необходимых условий – наличие генов устойчивости и их достоверная оценка. Для получения нового исходного

материала использовали семена сортов, гибридов и линий подсолнечника отечественной и инорайонной селекции. Отцовские линии должны обладать устойчивостью к ЛМР, поэтому их селективировали на устойчивость к самым распространенным в нашем регионе расам патогена (330, 710, 730). Получение и оценку созданного исходного материала проводили на полевом фоне, инфицированном семенами более вирулентных рас заразики, и в теплице. Перед посевом в почву вносили смесь семян заразики, собранных в разных районах Ростовской области. В последующие годы на этот участок дополнительно вносили семена этого растения-паразита из Волгоградской, Саратовской, Оренбургской и других областей России. В качестве контроля инфекционной нагрузки использовали семена гибрида Донской 22, не обладающего устойчивостью к более агрессивным расам, и набор линий-дифференциаторов, которые позволили нам определить в смеси семян биотипы заразики – расы E, F, G, H. [30-33].

Применяя метод многократного самоопыления, гибридизации и оценки, нам удалось через 3-4 года создать исходный селекционный материал, сочетающий в своих геномах толерантность к высоковирулентным расам заразики с устойчивостью к трем расам ЛМР. Это подтверждено результатами оценки линий при искусственном заражении на полевом инфицированном семенами заразики фоне, в теплице и в лабораторных условиях (таблица 3).

Таблица 3 – Характеристика селекционного материала подсолнечника, толерантного к заразики и ложной мучнистой росе (ФГБНУ «ДОС ВНИИМК», 2016-2017 гг.)

Линия	Вегетационный период от всходов до цветения, сут	Масличность семян, %	Лузжистость семян, %	Масса 1000 семян, г	Высота растений, см	Поражаемость, %				
						Заразихой (<i>O. cumana</i>)	ЛМР, расы			Ризопусом (<i>Rhizopus sp.</i>)
							330	710	730	
I-6/1254	62	43,0	35,8	40,0	138	0	0	0	0	0
I-8/167	63	50,0	29,1	41,1	110	0	0	0	0	6,0
I-7/640	64	34,0	36,3	73,0	114	0	0	0	0	1,3
I-4/2154	64	46,8	37,0	33,0	117	0	0	0	0	0
I-7/743	64	40,0	37,5	33,5	120	0	0	0	0	0
I-6/1350	64	40,1	29,2	38,0	121	0	0	0	0	0
I-6/1198	65	39,2	33,5	65,0	140	0	0	0	0	0
I-6/1200	65	45,9	29,9	35,5	119	0	0	0	0	0
ВД 541, контроль	57	41,0	33,2	48,6	105	86,5	0	100	100	0
ВД 62, контроль	68	37,0	33,9	51,0	146	100	100	100	100	20
Донской 22, контроль	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-
НСР ₀₅	-	0,5	-	5,6	-	14,2	10,6	12,3	11,4	7,8

На растениях выделенных линий (I-6/1254, I-8/167, I-7/743 и др.) не обнаружено цветоносов заразики при поражении контролей: ВД 541 – 86,5%, ВД 62 – 100%. По длине вегетационного периода от всходов до цветения (60-65 суток)

полученные линии можно отнести к раннеспелой и среднераннеспелой группам. С лучшими отцовскими линиями, толерантными к высоковирулентным расам заразики и ложной мучнистой росы, созданы экспериментальные гибриды, результаты их оценки на инфекционном участке по заразики представлены в таблице 4.

На растениях гибридов Донской 390, Донской 16 цветоносов заразики не обнаружено, на остальных поражение достигало 2,5-15,5%, степень поражения варьировала в зависимости от гибрида от 1 до 5 цветоносов заразики на одно растение. Из полученных данных видно, что на станции созданы гибриды, которые не уступают по толерантности к заразики иностранному гибриду Белла фирмы Евралис и выгодно отличаются от стандарта гибрида Мечта.

Таблица 4 – Результаты испытания новых гибридов подсолнечника на толерантность к высоковирулентным расам заразики (ФГБНУ «ДОС ВНИИМК», инфекционный участок, 2016-2017 гг.)

Гибрид	Поражаемость заразики, %	Степень поражения (количество цветоносов на растении), шт.
Донской 390	0	0
Донской 16	0	0
Донской 45 (Горстар)	2,5	1,2
Донской 931	5,8	1,0
Донской 127 (Горфилд)	10,5	2,3
Донской 120	12,7	4,8
Донской 123	14,9	2,4
Донской 12	15,5	1,6
Белла – контроль	19,3	4,5
Донской 22 – контроль	100	∞
Мечта (St.)	100	∞
НСР ₀₅	13,7	5,2

На основе созданных на Донской опытной станции родительских линий, устойчивых к наиболее распространенным агрессивным расам патогена, получены новые гибриды. Они переданы в 2015 г. на оценку в Госкомиссию по сортоиспытанию и охране селекционных достижений под названием Горстар и Горфилд. Гибрид Горстар – коммерческое название гибрида Донской 45. Получен от скрещивания ЦМС-линии ЭД 45 с отцовской линией I-8/167, толерантной к заразики (расы E, F, G) и устойчивой к ложной мучнистой росе (расы 330, 710, 730). Гибрид Горфилд – коммерческое название гибрида Донской 127, полученного от скрещивания ЦМС-линии ЭД 127 с линией-восстановителем I-8/167. По результатам государственного испытания они внесены в Госреестр РФ и допущены к использованию во всех зонах возделывания подсолнечника России с 2018 г.

Выводы

Многолетние исследования (1970-2017 гг.), проведенные на Донской опытной станции подтверждают, что самым надежным и результативным методом борьбы с заразики является селекционный. Использование достоверной оценки и наличие источников генов устойчивости позволяют получать селекционный материал и на его основе создавать родительские линии и гибриды подсолнечника, не уступающие по толерантности к заразики лучшим иностранным гибридам.

С 1980-х гг. учеными станции выведены устойчивые к заразики и ложной мучнистой росе сорта: Донской 60 (1982 г.), Азовский (1993 г.), Казачий (1996 г.) и гибриды: Донской 342 (1991 г.), Орион (1993 г.), Донской 1448 (2000 г.), Донской

151 (2004 г.), Фермер (2007 г.), Мечта (2007 г.), Донской 390, Донской 16, Донской 45 (Горстар), Донской 127 (Горфилд), Донской 120, Донской 123, Донской 12 (2017), допущенные к использованию во всех зонах возделывания подсолнечника России.

Два новых гибрида, толерантных к высоковирулентным расам заразики, Горфилд и Горстар, успешно прошли государственное испытание и внесены в Госреестр селекционных достижений РФ с 2018 г. Внедрение новых и ранее созданных толерантных к основным патогенам гибридов в сельскохозяйственное производство, применение классической безгербицидной технологии, позволит значительно увеличить производство семян подсолнечника и обеспечить перерабатывающую промышленность товарным сырьём для выработки растительного масла и других пищевых продуктов.

Литература

1. Рихтер А.А. К физиологии заразики, поражающей подсолнечник // Труды Саратовского Госуниверситета. 1925. Т.3. Вып. 3. С. 17–24.
2. Рихтер А.А. К вопросу о заразики на подсолнечнике // Маслобойно-жировое дело. 1928. № 1 (30) С. 36–41.
3. Бейлин И.Г. Заразики и борьба с ними. М.: ОГИЗ, 1947. 76 с.
4. Новопокровский И.В. О видах заразики *Orobanche*, поражающей культурные растения Дона и Северного Кавказа // Донской институт сельского хозяйства и мелиорации. 1928. Т. 8. С. 49–58.
5. Пустовойт В.С., Пустовойт Г.В. Селекция подсолнечника на устойчивость к заразики // Защита растений от вредителей и болезней. 1963. № 4. С. 15–17.
6. Пустовойт В.С., Дворянkin Н.И. К 80-летию академика ВАСХНИЛ Л.А. Жданова // Вестник сельскохозяйственной науки. 1970. № 3. С. 122–123.
7. Жданов Л.А. Подсолнечник и заразики // Бюллетень Донской селекционной станции. 1927. № 2. 24 с.
8. Жданов Л.А. Об иммунитете подсолнечника к заразики // Маслобойно-жировое дело. 1928. № 8. С. 22–28.
9. Жданов Л.А. Подсолнечник и заразики // Труды сессии ВАСХНИЛ. Воронеж, 1933. С. 419–425.
10. Пустовойт В.С. Селекция, семеноводство и некоторые вопросы агротехники подсолнечника. М.: Колос. 1966. 368 с.
11. Горбаченко Ф.И. Получение и использование самоопыленных линий низкорослого подсолнечника для селекции на гетерозис // Сельскохозяйственная биология. 1973. № 4. С. 568–572.
12. Горбаченко Ф.И., Мезинова В.В., Усатенко Т.В. Селекция подсолнечника на устойчивость к заразики // Масличные культуры. 1985. № 5. С. 20–24.
13. Горбаченко Ф.И., Шурупов В.Г. Селекция сортов и гибридов подсолнечника на Дону // Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 1991. Вып. 4. С. 11–16.
14. Бондаренко С.Г., Горбаченко Ф.И., Горячев В.П. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы. Ростов-на-Дону: Министерство сельского хозяйства и продовольствия. 2013. Ч. 2. 250 с.
15. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / под общ. ред. В. М. Лукомца. Краснодар, 2010. 328 с.
16. Панченко А.Я. Ранняя диагностика заразикиустойчивости при селекции и улучшающем семеноводстве подсолнечника // Вестник сельскохозяйственной науки. 1975. № 2. С. 107–115.
17. Панченко А.Я. Ускоренный метод оценки подсолнечника на устойчивость к ложной мучнистой росе // Селекция и семеноводство. 1965. № 2. С. 52–54.
18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М: Агропромиздат. 1983. 352 с.
19. Горбаченко Ф.И., Мезинова В.В., Усатенко Т.В. Селекция подсолнечника на устойчивость к заразики // Масличные культуры. 1985. № 5. С. 32–33.
20. Горбаченко Ф.И., Воскобойник Л.К., Усатенко Т.В. Использование метода «второго цикла» для получения линий восстановителей фертильности пыльцы подсолнечника // Селекция и семеноводство. 1991. № 1. С. 30–31.
21. Горбаченко Ф.И. Селекция межлинейных гибридов подсолнечника на Дону // Тезисы докладов VI съезда ВОГиС. Минск. 1992. Ч. 2. С. 36.
22. Горбаченко, Ф.И. Методы селекции сортов и гибридов подсолнечника для зоны недостаточного увлажнения. Автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук. Ростов-на-Дону, Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта. 1995. 49 с.

23. Шкорич Д., Йоич С. Селекция подсолнечника на устойчивость к заразихе (*Orobanche cumana* Wallr.) // Сборник докладов Международной научно-практической конференции «Современные проблемы научного обеспечения производства подсолнечника», посвященной 120-летию со дня рождения академика В.С. Пустовойта. Краснодар: ВНИИМК. 2006. С. 17–22.
24. Fernandez-Escobar M., Rodriguez-Ojeda I., Carlos Alonso L. Distribution and dissemination of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) race F in Southern Spain // Proc. 17th International Sunflower Conference. Cordoba. Spain. 2008. V. 1. P. 231–236.
25. Emilia S.E., Nastase D., Pacureanu M., Păcureanu-Joita M., Raranciuc S., E. Procopovici. The impact of the new races of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) parasite in sunflower crop in Romania // Proc. 17th International Sunflower Conference. Cordoba. Spain. 2008. Vol. 1. P. 225–230.
26. Антонова Т.С., Ситало Н.М., Арасланова Н.М., Гучетль С.З., Рамазанова С.А., Челюстникова Т.А. Распространение и вирулентность заразихи (*Orobanche cumana* Wallr.) на подсолнечнике в Ростовской области // Масличные культуры: Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2009. Вып. 1 (140). С. 31–37.
27. Антонова Т.С. Арасланова Н.М., Гучетль С.З., Трёмбак Е.Н., Челюстникова Т.А., Рамазанова С.А. Вирулентность популяций заразихи на подсолнечнике в регионах Северного Кавказа // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. № 3. 2009. С. 66–69.
28. Антонова Т.С., Арасланова Н.М., Рамазанова С.А., Гучетль С.З., Челюстникова Т.А. Вирулентность заразихи, поражающей подсолнечник в Волгоградской и Ростовской областях // Масличные культуры: Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2011. Вып. 1 (146-147). С. 127–130.
29. Антонова Т.С., Стрельников Е.А., Арасланова Н.М. Идентификация расовой принадлежности заразихи *Orobanche cumana* Wallr с полей подсолнечника в Краснодарском и Ставропольском краях, Оренбургской области и Казахстане // Масличные культуры: Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2014. Вып. 1 (157-158). С. 114–120.
30. Горбаченко Ф.И., Усатенко Т.В. Получение линий восстановителей фертильности подсолнечника методом рекуррентной селекции // Сборник Генетика и селекция растений на Дону. 1995. Вып. 2. С. 136–141.
31. Gorbachenko F.I. Some aspects of creation and use self-pollinated lines of toll and short-stack: sunflower for heterosis breeding // Proceedings of 14th international sunflower conference. Chine. 12-20 June. 1996. P. 243–248.
32. Горбаченко Ф.И., Усатенко Т.В., Горбаченко О.Ф. Селекция RF-линий подсолнечника // Сборник Генетика и селекция растений на Дону. 2003. Вып. 3. С. 242–245.
33. Горбаченко О.Ф. Особенности селекции, семеноводства и технологии возделывания подсолнечника для зоны недостаточного увлажнения. Автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук. п. Рассвет. Донской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства РАСХН. 2012. 47 с.

References

1. Rikhter A.A. To the physiology of Broomrape affecting sunflower // Proceedings of Saratov University. 1925. Vol. 3. P. 17–24.
2. Rikhter A.A. To the question of Broomrape on the sunflower // Oil-fat case. 1928. No. 1 (30). P. 36–41.
3. Beilin I.G. of Broomrape and its control // Moscow ogiz. 1947. 76 p.
4. Novopokrovsky I.V. About the kinds of Broomrape affecting *Orobanche* stems from cultivated plants of the don and the North Caucasus // The Don Institute of agriculture and land reclamation. 1928. Vol. 8. P. 49–58.
5. Pustovoit V.S., Pustovoit G.V. Breeding sunflower for resistance to Broomrape // Protection of plants from pests and diseases. 1963. No. 4. P. 15–17.
6. Pustovoit V.S., Pustovoit V.S., Dvoryadkin N.I. To 80th anniversary of academician L.A. Zhdanov // Bulletin of agricultural science. 1970. No. 3. P. 122–123.
7. Zhdanov L.A. Sunflower and Broomrape // Bulletin of the Don breeding station. 1927. No. 2. 24 p.
8. Zhdanov L.A. On the immunity of sunflower to Broomrape // Oil and fat business. 1928. No. 8. P. 22–28.
9. Zhdanov L.A. Sunflower and Broomrape // Proceedings of the session of agricultural Sciences. Voronezh, 15-20 February 1933. P. 419–425.
10. Pustovoit V.S. Breeding, seed production and some of the issues of farming sunflower // Moscow: Kolos. 1966. 368 p.
11. Gorbachenko F.I. Receipt and use samoilenki lines undersized for sunflower breeding for heterosis // Agricultural biology. 1973. No. 4. P. 568–572.
12. Gorbachenko F.I., Mezenova V.V., Usatenko T.V. Breeding sunflower for resistance to Broomrape // Oilseeds. 1985. No. 5. P. 20–24.
13. Gorbachenko F.I., Shurupov V.G. Selection of varieties and hybrids of sunflower on Don // Scientific and Technical Bulletin VNIIMK. 1991. Vol. 4. P. 11–16.

14. Bondarenko S.G., Gorbachenko F.I., Goryachev V.P. Zonal system of agriculture of the Rostov region for 2013–2020. Rostov-on-Don: M-agriculture and food, 2013. Part II. 250 p.
15. Methodology of field agricultural experiments with oil crops / ed. by Lukomets V.M. Krasnodar, 2010. 328 p.
16. Panchenko A.Y. Early diagnosis of parasitology in breeding and improving seed production of sunflower // Journal of agricultural science. 1975. No. 2. P. 107–115.
17. Panchenko A.Y. A Rapid method for evaluation of sunflower for resistance to downy mildew // Breeding and seed production. 1965. No. 2. P. 52–54.
18. Dospikhov B.A. Methods of field experience. Moscow: Agropromizdat. 1983. 352 p.
19. Gorbachenko F.I., Mezenova V.V., Usatenko T.V. Breeding sunflower for resistance to Broomrape // Oilseeds. 1985. No. 5. P. 32–33.
20. Gorbachenko F.I., Voskoboynik L.K., Usatenko T.V. The use of the “second cycle” method to obtain lines of sunflower pollen fertility restorers // Selection and seed production. 1991. No. 1. P. 30–31.
21. Gorbachenko F.I. Selection of interline hybrids of sunflower-on-don // VI Congress of VOGiS. Scientific conference abstracts. Minsk. 1992. Part 2. P. 36.
22. Gorbachenko F.I. Methods of breeding varieties and hybrids of sunflower for the zone of insufficient moistening. Abstract diss. ... Dr. of Sc. (Agr.). Rostov-on-Don. 1995. 49 p.
23. Shkorich D., Iotsich S. Sunflower Breeding for resistance to Broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) // Collection of reports of International scientific-practical conference “Modern problems of scientific support for sunflower production”, dedicated to the 120th anniversary of the birth of academician V.S. Pustovoit. Krasnodar: VNIIMK. 2006. P. 17–22.
24. Fernandez-Escobar M., Rodriguez-Ojeda I., Alonso C.L. Distribution and dissemination of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) race F in Southern Spain // Proc. 17th International Sunflower Conference. Cordoba. Spain. 2008. Vol. 1. P. 231–236.
25. Emilia S.E., Nastase D., Pacureanu M., Păcureanu-Joita M., Raranciuc S., E. Procopovici. The impact of the new races of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) parasite in sunflower crop in Romania // Proc. 17th International Sunflower Conference. Cordoba. Spain. 2008. Vol. 1. P. 225–230.
26. Antonova T.S., Sitalo N.M., Araslanova N.M., Guchetl S.Z., Ramazanova S.A. Chelustnikova T.A. Spreading and virulence of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in the Rostov region // Oil crops. Scientific and Technical Bulletin VNIIMK. 2009. Vol. 1 (140). P. 31–37.
27. Antonova T.S., Araslanova N.M., Guchetl S.Z., Tremback E.N., Antonova T.A. Chelesticova T.A., Ramazanova S.A. Virulence of populations of Broomrape on sunflower in the regions of the North Caucasus // Herald of the Russian Academy of agricultural Sciences. No. 3. 2009. P. 66–69.
28. Antonova T.S., Arslanova N.M., Ramazanova S.A., Virulence of Broomrape, affecting sunflower in the Volgograd and Rostov regions // Oilseeds: Scientific.-tech. bull. VNIIMK. 2011. Vol. 1 (146-147). P. 127–130.
29. Antonova T.S., Strelnikov A.E., Araslanova N.M. Identification of race of Broomrape *Orobanche* Wallr of semapa with fields of sunflower in the Krasnodar and Stavropol edges, the Orenburg region and Kazakhstan // Oilseeds: Scientific.-tech. bull. VNIIMK. 2014. Vol. 1 (157-158). P. 114–120.
30. Gorbachenko F.I., Usatenko T.V. Production of sunflower fertility reducing lines by recurrent selection method // SB. Genetics and plant breeding on don. Rostov-on-Don: publishing house of Rostov University. 1995. Vol. 2. P. 136–141.
31. Gorbachenko F.I. Some aspects of creation and use of self-pollinated lines of toll and short-stack: sunflower breeding for heterosis // Proceedings of 14th international sunflower conference. Chine. 12-20 June. 1996. P. 243–248.
32. Gorbachenko F.I., Usatenko T.V., Gorbachenko O.F. Selection of RF-lines of sunflower // Proc. Genetics and plant breeding in the don. Rostov-on-Don. 2003. Vol. 3. P. 242–245.
33. Peculiarities of selection, seed-growing and technology of cultivation of sunflower for the zone of insufficient moisture. Abstract diss. ... Dr. Sc. (Agr.). Village Rassvet. Don Zonal Scientific Research Institute of Agriculture of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2012. 47 p.

UDC 633.854.78:631.52

Gorbachenko F.I., Usatenko T.V., Gorbachenko O.F.

RESULTS AND PROSPECTS OF CREATION OF HIGH-PRODUCTIVE VARIETIES AND HYBRIDS OF SUNFLOWER TOLERANCES TO *OROBANCHE CUMANA* WALLR.

Summary. The article shows the history and recent advances in sunflower breeding on resistance to Broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) at station. Marked a great

contribution to the struggle against Broomrape of academician L.A. Zhdanov for the first time found the existence of physiological races of Broomrape – A and B. They created the first high-yielding varieties seriously Zhdanovsky 6432, Stepnyak, etc. began to be sown over large production areas in the prewar years (1937 – 3 million hectares) and sunflower was preserved as an agricultural crop that provides commodity raw oil and fat industry. The next wave of emergence of new more aggressive races of a broom falls on 70-80 years of the last century that caused need of creation of new initial material of sunflower. The use of reliable methods of evaluation for resistance to infestation, self-pollination, hybridization with the use of chemical castration, saturating crosses allowed to create a new source breeding material. Evaluation of the created source material on selection valuable features showed the prospects of its use as parent lines and breeding numbers of new hybrids and sunflower varieties. Were derived infectious varieties: Donskoy 60 (1982), Azov (1993), Cossack (1996), Donskoy large-fruit (1992) and hybrids: don 342 (1991), Orion (1993), Guarantor (1998), Prestige (2002), etc., which were sown annually on an area of about 1 million hectares. In the last 20 years, there have been reports of an increase in the destruction of sunflower seeds with Broomrape in the fields of Russia and other countries cultivating this culture. This indicated the emergence of even more aggressive races of the pathogen. Scientists from different countries have so far differentiated more than 8 races of contagion. Due to the current situation at the don station works on creation of the selection material tolerant to new more virulent races of a broom (E, F, G, H) were expanded. In 2006-2015 principally new parental lines are received and, on their basis, the highly productive hybrids Patriot (2012), Parity (2014), Sprint and Revenge (2015) tolerant to 7 races of Broomrape are created. In 2015 he was transferred to the state Commission hybrids Gorstar and Gorfield that have successfully passed state trials and entered in the state register of the Russian Federation in 2018. The introduction of the created infectious hybrids into agricultural production, as well as compliance with the classical cultivation technology, will contribute to a significant increase in the production of sunflower oil seeds and ensure the processing industry with commodity raw materials.

Keywords: *sunflower, Broomrape, breeding, resistance, variety, hybrid.*

Горбаченко Федор Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, научный руководитель станции, заведующий отделом селекции ФГБНУ «Донская опытная станция имени Л.А. Жданова Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур»; 346754, Россия, Ростовская область, Азовский район, п. Опорный, ул. Жданова 2; e-mail: gnudos@mail.ru.

Усатенко Татьяна Васильевна, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией селекции на иммунитет подсолнечника Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Донская опытная станция имени Л.А. Жданова Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур»; 346754, Россия, Ростовская область, Азовский район, п. Опорный, ул. Жданова 2; e-mail: gnudos@mail.ru.

Горбаченко Олег Федорович, доктор сельскохозяйственных наук, временно исполняющий обязанности директора Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Донская опытная станция имени Л.А. Жданова Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур»; 346754, Россия, Ростовская область, Азовский район, п. Опорный, ул. Жданова 2; e-mail: gnudos@mail.ru.

Gorbachenko Feodor Ivanovich, Dr. Sc. (Agr.), professor, scientific head of the station, head of the Department of Selection of Federal state budgetary scientific institution “Donskaya experimental station named after L.A. Zhdanov – Russian scientific research Institute of oil crops”; 2 Zhdanov str., Oporny village, Azov district, Rostov region, 346754; e-mail: gnudos@mail.ru.

Usatenko Tatyana Vasilievna, Senior Researcher, Head of the Laboratory of Selection for Sunflower of Federal state budgetary scientific institution “Donskaya experimental station named after L.A. Zhdanov –

Russian scientific research Institute of oil crops”; 2 Zhdanov str., Oporny village, Azov district, Rostov region, 346754; e-mail: gnudos@mail.ru.

Gorbachenko Oleg Feodorovich, Dr. Sc. (Agr.), Executive Director of Federal state budgetary scientific institution “Donskaya experimental station named after L.A. Zhdanov – Russian scientific research Institute of oil crops”; 2 Zhdanov str., Oporny village, Azov district, Rostov region, 346754; e-mail: gnudos@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 04.08.2017.

Дата принятия к печати – 28.02.2018.

ОЦЕНКА МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА И ТОКСИЧНОСТИ ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД КРЫМА КАК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ВОДЫ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

Аннотация. Цель исследований – изучение возможности использования очищенных сточных вод Республики Крым для целей орошения. Исследования включали: отбор проб очищенных сточных вод канализационно-очистных сооружений (КОС) г. Симферополя, пгт. Гвардейского, пгт. Советского, с. Вилино для определения их химического состава с целью расчета основных ирригационных коэффициентов, по принятым в РФ методикам, присвоения класса пригодности согласно почвенно-мелиоративной классификации и изучение их токсичности с использованием метода биотестирования на семенах кресс-салата и пшеницы. Результаты показали, что данную категорию вод не всегда можно использовать для целей орошения без дополнительной доочистки, так как в отдельных случаях это может привести к развитию негативных процессов в почвах – хлоридного засоления, натриевого и магниевого осолонцевания, содообразования. Среди рассмотренных очистных сооружений наиболее перспективны для целей орошения – стоки г. Симферополя и с. Вилино, так как по результатам химического анализа они относятся ко II и III классу качества, а также не оказали на тест-растения ингибирующего эффекта. Очищенные сточные воды КОС пгт. Советского и пгт. Гвардейского не рекомендуется использовать для орошения без доведения их состава до нормативных показателей. В водodefицитных условиях, которые сложились в Крыму, нецелесообразно сбрасывать очищенные сточные воды в водные объекты, их возможно утилизировать на полях орошения, однако перед этим необходимо проводить комплексную оценку по каждому очистному сооружению, так как солевой состав стоков сильно различается. Использование очищенных сточных вод для полива не только позволит увеличить площади орошаемых земель, но и поможет в несколько раз уменьшить антропогенную нагрузку на все водные объекты Крымского полуострова.

Ключевые слова: очищенные сточные воды, Крым, загрязнение, орошение, биотестирование, качество вод, река Салгир.

Введение

Прекращение поставок воды по Северо-Крымскому каналу отразилось на водообеспечении подотрасли сельского хозяйства – орошаемом земледелии. В результате произошло сокращение площадей под выращивание влаголюбивых культур, недобор урожая, простаивание дорогостоящей дождевальной техники, ухудшение технического состояния оросительной сети, сокращение рабочих мест. Одним из возможных путей решения сложившихся водных проблем, по мнению некоторых ученых [1-4], является использование альтернативных источников воды, наиболее перспективным из которых являются очищенные городские сточные воды. В Республике Крым централизованными системами водоотведения в настоящее время обеспечено 16 городов (100%), 24 поселка городского типа (96%), 724 сельских населенных пункта (93%) [5]. Образующиеся от деятельности всех сфер экономики сточные воды поступают на очистные сооружения, и, после очистки, сбрасываются в водные объекты. В сложившихся условиях эти воды целесообразно перенаправлять для повторного использования для нужд сельского хозяйства. Для

этого необходимо, чтобы их объемы не сокращались, а качество соответствовало требуемым значениям, предъявляемым для данного вида водопользования.

На рисунке 1 приведена динамика суммарного объема сточных вод, ежегодно сбрасываемых с очистных сооружений Крыма [5].

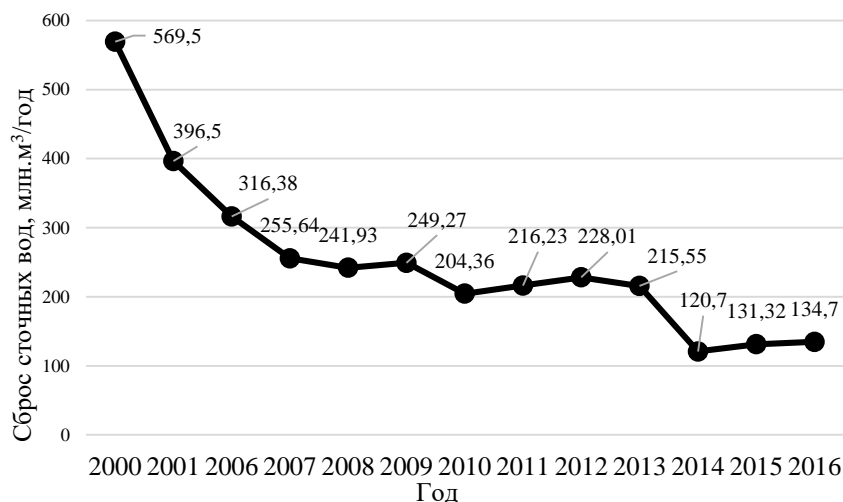


Рисунок 1 – Динамика суммарного объема сточных вод, сбрасываемых в водные объекты полуострова, млн м³/год

Следует отметить, что с 2000 г. объем сточных вод, сбрасываемый в водные объекты полуострова, сократился к 2014 г. более чем в 4 раза (с 569,5 млн м³ до 120,7 млн м³), однако начиная с 2014 г. произошло увеличение сброса очищенных сточных вод на 11,6 %, что может быть связано с увеличением количества отдыхающих, приехавших на полуостров (2014 год – 3 млн отдыхающих, 2015 г. – 4,6 млн, 2016 г. – 5,6 млн) [6].

Рассматривая динамику сброса сточных вод основными отраслями экономики Крыма в % от общего сброса, их можно поставить по убыванию в следующем порядке – коммунальное хозяйство (2013 г. – 50%, 2014 г. – 83%), сельское хозяйство (2013 г. – 47%, 2014 г. – 15%) и промышленность (2013 г. – 3%, 2014 г. – 2%) [5].

Основными критериями, определяющими перспективы использования очищенных сточных вод для целей орошения, является их количество и качество. Объемы поливной воды должны быть постоянны и не зависеть от погодных условий, для обеспечения проведения поливов в вегетационный период. Так, суммарный объем сточных вод за вегетационный период по перспективным для возможности использования стоков канализационно-очистных сооружений (КОС) Крыма составляет около 65 млн м³ [3]. Это может дать возможность расширения орошаемых площадей на 19 тыс. га (в 2017 г. полито 12,7 тыс. га), однако, исходя из научно-обоснованной [3] оросительной нормы 2,2 тыс м³/га, данных объемов может хватить на орошение 25-30 тыс. га садов, виноградников, технических и кормовых культур, с использованием капельного внутрипочвенного орошения, что позволит до 2020 г. увеличить орошаемые площади до 59 тыс. га.

Однако, при выборе источника орошения следует учитывать, что водные ресурсы, применяемые для полива сельскохозяйственных культур, способны оказывать существенное воздействие на компоненты природной среды и эффективность функционирования технических сооружений.

Учитывая рост численности населения и увеличивающиеся темпы урбанизации, следует выделить главную отрасль, сбросы от которой будут

постоянно возрастать – коммунальное хозяйство. Ориентируясь на это, необходимо рассматривать очищенные сточные воды канализационно-очистных сооружений населенных пунктов, как альтернативный водный ресурс, который может быть использован для целей орошения кормовых, технических и древесно-кустарниковых культур.

Цель исследований – изучение химического состава (содержание основных ионов и катионов), а также токсичности очищенных сточных вод, сбрасываемых с КОС, расположенных в разных населенных пунктах Крыма, и потенциальной возможности их использования для целей орошения.

Материалы и методы исследований

Экспериментальная часть исследований проведена в 2017 г. Объекты исследований – очищенные сточные воды КОС пгт. Советского, пгт. Гвардейского, г. Симферополя и с. Вилино. Данные очистные сооружения выбраны в связи с тем, что КОС в пгт. Советском введены в эксплуатацию в 2017 г., КОС в пгт. Гвардейском – полностью реконструированы и модернизированы в 2017 г., КОС г. Симферополя, расположенные в с. Укромное, являются самыми крупными на полуострове (расчетная производительность 179,0 тыс м³/сут. [5]), а очищенные стоки КОС с. Вилино используются для целей орошения виноградников. Карта-схема исследуемых КОС представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Карта-схема расположения исследуемых КОС полуострова

Исследования по оценке химических параметров очищенных сточных вод для целей орошения включали: отбор проб стоков для определения их химического состава с целью расчета основных ирригационных коэффициентов, присвоение класса качества, согласно почвенно-мелиоративной классификации [7] (теоретическая часть), а также изучение их токсичности на основании лабораторных опытов с использованием метода биотестирования (практическая часть) [9].

Для определения качества очищенных сточных вод проведены анализы по следующему перечню показателей: минерализация, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- , pH. Оценка качества сточных вод проведена по используемой в РФ почвенно-мелиоративной классификации, а также с помощью оценочных показателей, учитывающих уровень общей минерализации оросительной воды, в зависимости от механического состава почв, концентрацию ионов хлора, а также соотношений $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ и $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$, повышенные значения которых могут привести к развитию негативных процессов в почвах – хлоридному засолению, натриевому и магниевому осолонцеванию, содообразованию [8 (приложение 4-6)].

Согласно почвенно-мелиоративной классификации существует 4 класса оросительной воды:

Класс I – оросительная вода не оказывает неблагоприятного влияния на плодородие почв, урожайность и качество сельскохозяйственной продукции, поверхностные и подземные воды. Не требуется ограничения состава сельскохозяйственных культур.

Класс II – оросительная вода не оказывает неблагоприятного влияния на качество сельскохозяйственной продукции, поверхностные и подземные воды. При недостаточной дренированности возможно засоление почв, снижение урожайности культур слабой солеустойчивости на 5-10%. Для удаления лишних солей требуются умеренный промывной режим орошения при обеспеченной дренированности, специальный комплекс мелиоративных мероприятий.

Класс III – оросительная вода оказывает неблагоприятное влияние на плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур. Урожайность культур слабой и средней солеустойчивости снижается на 10-25%. Без предварительной мелиорации почв неизбежно развитие процессов засоления, натриевого и магниевого осолонцевания и содообразования. Необходимо регулирование pH оросительной воды, обогащение ее кальцием. Требуется промывной режим орошения при обеспеченной дренированности, интенсивность которого должна быть увязана со свойствами почв, а также ограничения состава сельскохозяйственных культур и специальный комплекс мелиоративных мероприятий.

Класс IV – оросительная вода оказывает неблагоприятное влияние на плодородие почв, урожайность и качество сельскохозяйственной продукции. Урожайность культур слабой и средней солеустойчивости снижается на 25-50%. Требуется мелиорация почв. Вода непригодна без предварительного изменения ее качественного состава или без проведения специальных исследований влияния ее на качество сельскохозяйственной продукции, на плодородие почв и другие природные факторы.

Следующий этап исследований – проведение лабораторных опытов с использованием метода биотестирования. Этот метод выбран на основании того, что биотестирование предусмотрено СанПиН 2.1.7.573-96 [9 (приложение 10)] для оценки сточных вод, используемых для орошения.

В работах [10-12] приведены результаты биотестирования вод реки Салгир и ее притоков с использованием в качестве тест-объектов лука репчатого (*Allium cepa*), семян редиса (*Radicula*) и кресс-салата (*Lepidium sativum*), полученные ответные реакции показали результативность данного метода исследований. Наиболее отзывчивыми к наличию токсического загрязнения оказались семена *L. sativum* и *A. cepa*, именно поэтому одним из тест-объектов в наших исследованиях выбран *L. sativum*. В соответствии с ISO 11269-02 биотестирование необходимо проводить не менее, чем на двух видах растений, при этом одно из них должно относиться к двудольным (*L. sativum*), а второе – к однодольным, поэтому вторым тест-объектом стали семена пшеницы (*Triticum*) [13].

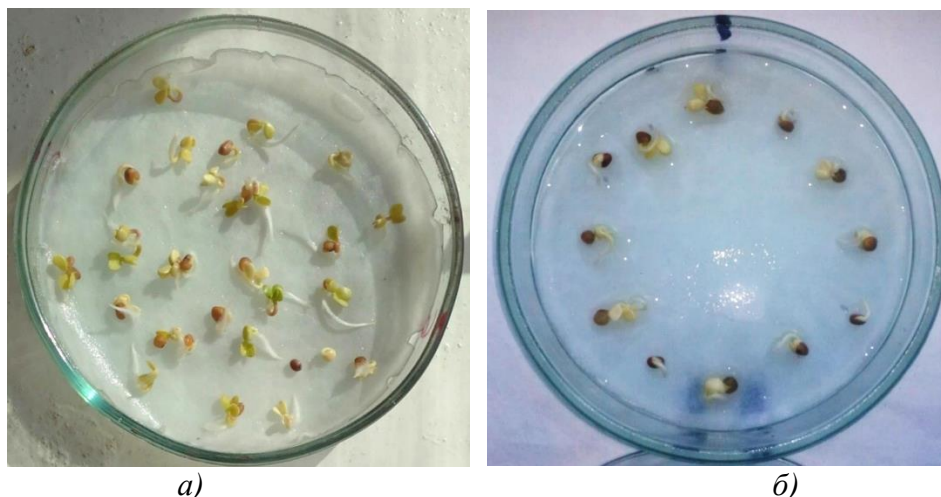
Кресс-салат – однолетнее двудольное растение, обладающее повышенной чувствительностью к загрязнению природных объектов, сточных вод, отличается быстрым прорастанием семян и почти 100% всхожестью, которая значительно уменьшается в присутствии загрязнителей. Кроме того, побеги и корни этого растения под действием загрязнителей подвергаются заметным морфологическим изменениям (задержка роста и искривление побегов, уменьшение длины корней).

Пшеница – однодольное растение. Проращивание ее семян на водах разного химического состава при проведении биотестирования хорошо себя зарекомендовало, так как результаты влияния токсических веществ на образование и рост корней можно фиксировать уже через несколько суток.

Данный вид биотестирования относится к кратковременному (проращивание семян сельскохозяйственных культур в течение 72 часов) и позволяет определить острое токсическое действие исследуемых вод на развитие проростков растений. Показателем является средняя длина развития корневой системы в тестируемой воде по сравнению с контролем. Критерием токсичности является достоверное отличие измеряемых показателей по сравнению с контролем на дистиллированной воде.

«Фитотест» основан на способности семян адекватно реагировать на экзогенное химическое воздействие путем изменения интенсивности отрастания корней, что позволяет длину последних принять за показатель тест-функции. Критерием вредного действия считается ингибирование роста корней семян.

Перед закладкой опыта по проращиванию семян на различных категориях вод были проведены пробные испытания, основанные на стандартной методике, изложенной в СанПиН 2.1.7.573-96 [9, приложение 10], с хаотичной закладкой 30-50 семян в чашку Петри и усовершенствованным вариантом данной методики, изложенной в Патенте 2492473 РФ (схематическая укладка 12 семян в одной чашке Петри) [14]. Пример укладки семян приведен на рисунке 3.



**Рисунок 3 – Схема размещения семян в чашке Петри:
а) по СанПиН 2.1.7.573-96; б) по Патенту № 2492473**

В результате пробных испытаний выбрана схема укладки по Патенту 2492473 РФ, с целью снижения трудоемкости при проведении измерений и повышения точности результатов тестирования семян растений (предотвращение переплетения корней).

Опыт проводился в четырехкратной повторности, по 4 чашки Петри на один исследуемый образец воды. В чашки Петри раскладывали диски фильтровальной бумаги диаметром 9 см. Далее в каждую чашку укладывали равномерно по 12 семян, затем наливали по 5 мл исследуемых вод. В качестве контроля использовали дистиллированную воду. Чашки закрывали стеклянной крышкой и процесс проращивания проводили при дневном освещении в лаборатории при температуре 21-23 °С.

В конце эксперимента (на 3 сутки) проростки извлекли из чашек Петри и провели измерения длин их корней. Если, по сравнению с контролем, семена в

исследуемой воде не проросли, или же длина корней ниже 70% от контроля, то вода токсична и не может быть использована для орошения. Порог в 70% обосновыван тем, что почва, благодаря сорбционной способности, снижает ингибирующее воздействие исследуемой воды. При длине корней в опыте выше 120% от контроля предполагается, что вода оказывает стимулирующий эффект на рост культур [9].

Результаты и их обсуждение

На основании полученных данных химического состава очищенных сточных вод проведена оценка их качества по используемой в РФ почвенно-мелиоративной классификации [7], а также с помощью оценочных показателей [8 (приложение 4-6)].

Содержание основных веществ (сухого остатка, хлоридов) и расчетных показателей (отношение Na/Ca, жесткость) в очищенных сточных водах, которые влияют на развитие процессов засоления, осолонцевания почв, уменьшение урожайности сельскохозяйственных культур и ухудшение качества получаемой продукции, снижение эффективности работы оросительной сети, поливного оборудования и техники, приведены на рисунке 4 и в таблицах 1, 2.

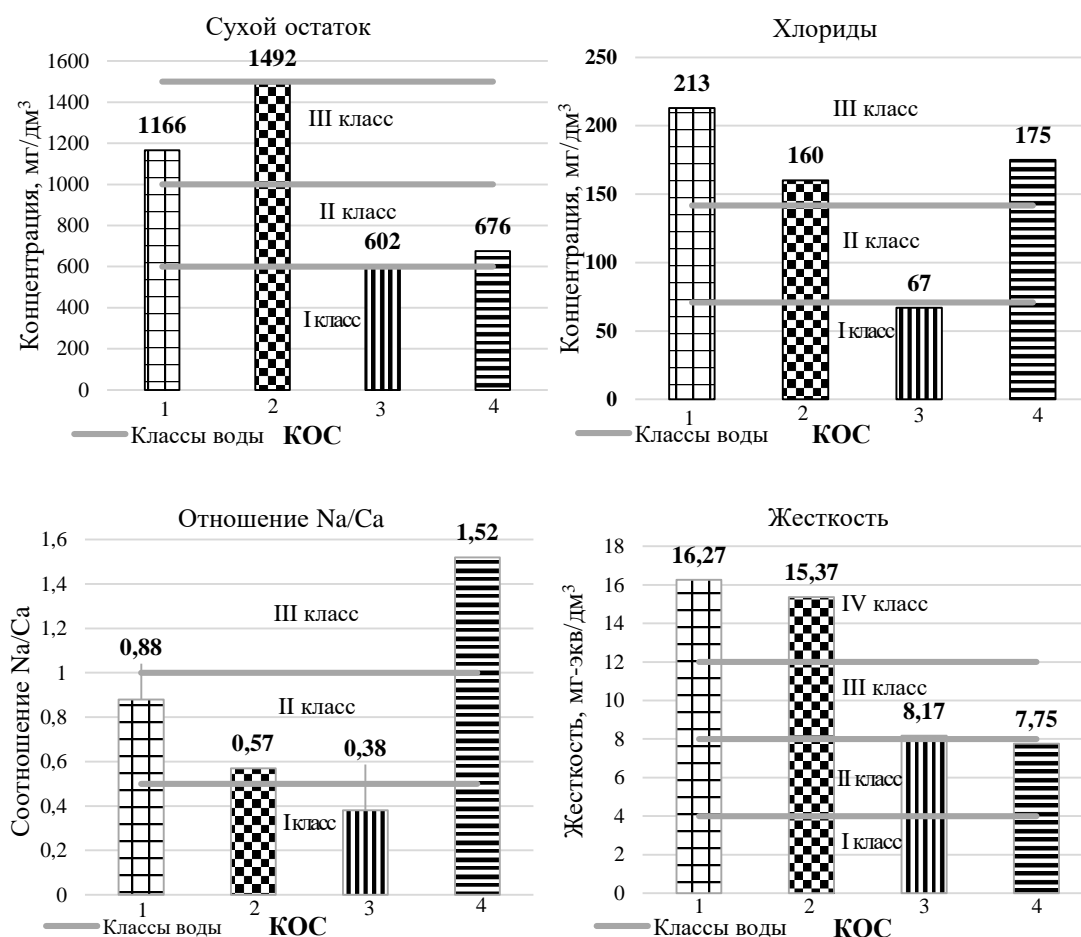


Рисунок 4 – Значения качественных характеристик очищенных сточных вод КОС Крыма

Примечание: 1 – пгт. Советский, 2 – пгт. Гвардейский, 3 – г. Симферополь, 4 – с. Вилино.

Представленные на рисунке 4 диаграммы свидетельствуют о том, что солевой состав очищенных сточных вод по разным очистным сооружениям полуострова различается, поэтому оценка качества, бактериологических свойств и

токсичности, по каждому КОС является необходимым условием для принятия решения о потенциальной возможности их использования на цели орошения.

При оценке потенциала использования сточных вод для целей орошения использована почвенно-мелиоративная классификация, которая позволила каждой исследуемой пробе присвоить определенный класс качества. Итоговый уровень качества поливной воды (класса) определялся по наихудшему из показателей. Данный подход необходим для разработки мероприятий с целью предотвращения негативных процессов, которые могут возникнуть при орошении водой данного химического состава. В результате обработки полученных результатов химического состава проб воды были определены ее классы, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оценка пригодности очищенных сточных вод для целей орошения согласно почвенно-мелиоративной классификации (2017 г.)

Процесс	Месторасположение КОС			
	пгт. Советский	пгт. Гвардейский	г. Симферополь	с. Вилино
Общее засоление (по величине минерализации) *	III	III	II	II
Хлоридное засоление (по содержанию Cl ⁻)	III	III	I	III
Натриевое осолонцевание (соотношение Na ⁺ /Ca ²⁺)	II	II	I	III
Магниевое осолонцевание (соотношение Mg ²⁺ /Ca ²⁺)	I	I	I	I
Содообразование (CO ₃ ²⁻ +HCO ₃ ⁻) – (Ca ²⁺ +Mg ²⁺)	I	I	I	I
Итоговый класс воды	III	III	II	III

Примечание: * – принято для почв среднего механического состава.

Для оценки возможности использования вод на цели орошения дополнительно рассчитаны основные ирригационные коэффициенты (таблица 2).

Таблица 2 – Оценка пригодности очищенных сточных вод для целей орошения, согласно оценочных показателей

Местоположение КОС	Ирригационный коэффициент Стеблера	Коэффициент ионного обмена	Натриево-адсорбционное соотношение
пгт. Советский	9,11	2,06	2,67
пгт. Гвардейский	12,07	2,48	2,10
г. Симферополь	29,84	3,66	1,03
с. Вилино	11,16	1,24	3,09

Примечание: нормы коэффициентов оценочных показателей:

1. Ирригационный коэффициент Стеблера: $K > 18,0$ – воды хорошие; $K = 18,0 - 6,0$ – удовлетворительные; $K = 5,0 - 1,2$ – неудовлетворительные; $K < 1,2$ – плохие.

2. Коэффициент ионного обмена: $K \leq 1$ – вода не пригодна для орошения; $K \geq 1$ – вода пригодна для орошения.

3. Натриево-адсорбционное соотношение: $K < 10$ – опасность осолонцевания почв низкая; $K = 8 - 18$ – средняя; $K = 18 - 26$ – высокая; $K > 26$ – вода непригодна для орошения.

На основе проведенного анализа перспективными для использования являются очищенные сточные воды II класса качества КОС г. Симферополя. Стоки КОС с. Вилино – удовлетворительные, так как согласно используемой почвенно-мелиоративной классификации они относятся к III классу только по двум показателям: содержанию Cl⁻ и соотношения Na⁺/Ca²⁺.

Оценивая потенциал и возможность использования очищенных сточных вод для орошения в пгт. Советском и Гвардейском следует отметить, что данные воды без дополнительной подготовки использовать нельзя, так как рассчитанные коэффициенты указывают на то, что, полив этими водами через несколько лет может привести к накоплению солей в почве и возможному выходу орошаемого участка из сельскохозяйственного оборота.

Второй этап исследований – лабораторные опыты с использованием метода биотестирования. Пример полученных результатов представлен на рисунке 5.

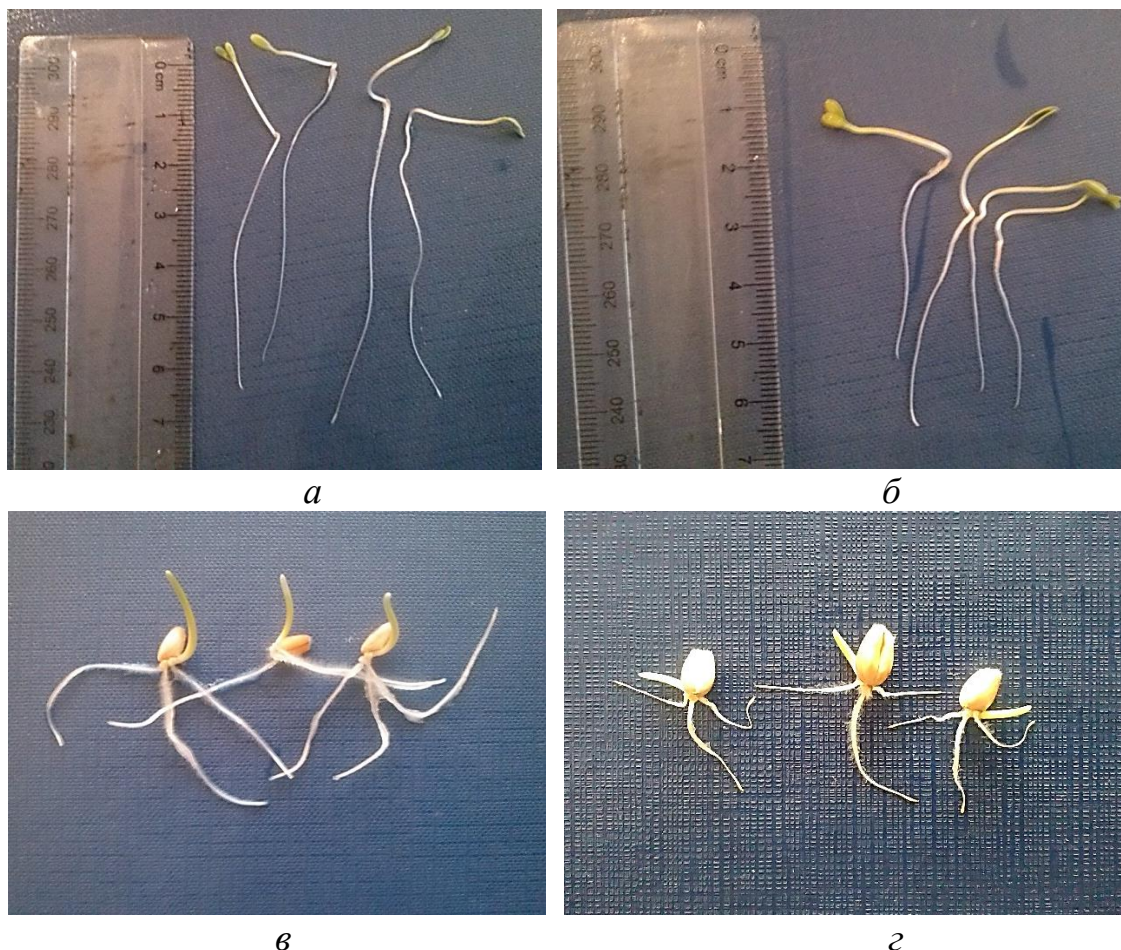


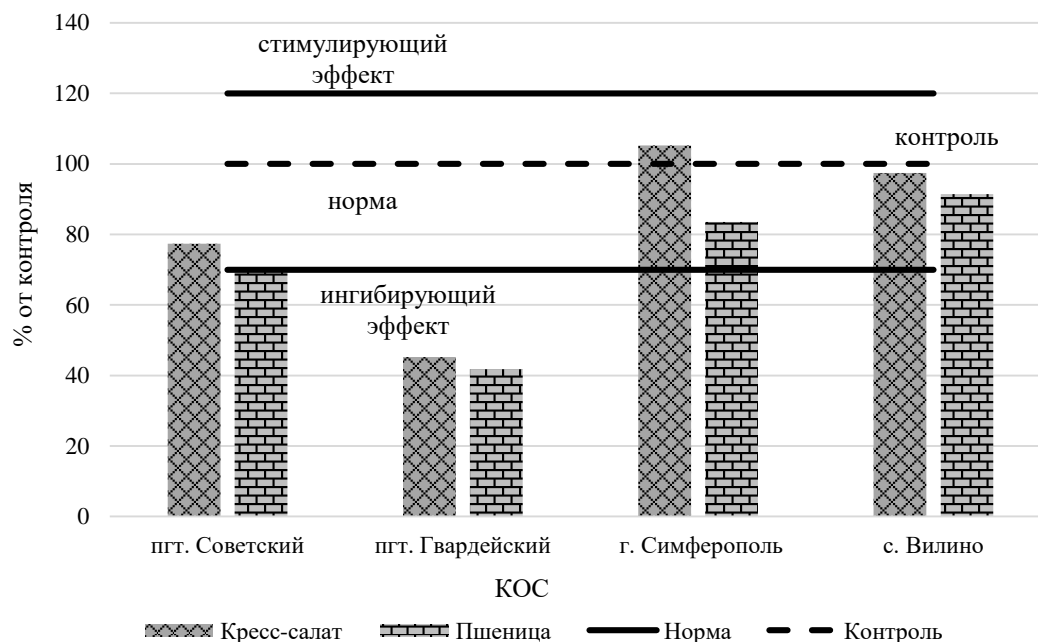
Рисунок 5 – Пример проведения опытов по биотестированию с использованием семян кресс-салата и пшеницы

Примечание: а, в – дистиллированная вода, б, г – стоки КОС, пгт. Гвардейский.

Корневая система тест-растений по-разному отреагировала на содержание избыточных ионов и токсических веществ в составе очищенных сточных вод.

Результаты определения степени токсичности очищенных сточных вод с помощью метода биотестирования представлены на рисунке 6.

Анализируя результаты опытов по биотестированию можно отметить, что очищенные сточные воды КОС пгт. Гвардейского и пгт. Советского оказали ингибирующий эффект на развитие корневой системы тест-растений, что не позволяет рассматривать их стоки как перспективный водный ресурс.



**Рисунок 6 – Результаты биотестирования очищенных сточных вод КЭС
Крыма**

Развитие корневой системы тест-культур в контакте с исследуемыми стоками КЭС г. Симферополя и с. Вилино находилось в пределах нормы (70-120%), что свидетельствует о возможности применения этих стоков для целей орошения при получении соответствующих разрешений.

В сложившихся на полуострове вододефицитных условиях следует рассматривать очищенные сточные воды как альтернативный источник водообеспечения сельскохозяйственной отрасли. Их можно использовать для полива технических, кормовых и древесно-кустарниковых культур, это не только позволит увеличить площади орошаемых земель, но и поможет в несколько раз уменьшить антропогенную нагрузку на водные объекты полуострова.

Наиболее эффективными, с точки зрения санитарно-экологической безопасности, являются оросительные системы с закрытой сетью, с применением внутрипочвенного способа полива с подачей воды через систему трубок-увлажнителей, заложенных на глубину 0,25-0,35 м. Внутрипочвенное внесение сточных вод исключает поверхностное загрязнение почвы патогенными микроорганизмами, а при правильном режиме орошения глубина промачивания не превышает 1 м, что исключает возможность загрязнения грунтовых вод [3].

Наиболее перспективными являются КЭС крупных городов – таких как г. Симферополь, годовые объемы сбросов сточных вод с которых ежегодно составляют около 45 млн м³/год [15], а проведенная оценка солевого состава показала, что их можно использовать для орошения без дополнительной подготовки. Несмотря на это, использование сточных вод для целей орошения должно согласовываться с агрохимической службой, органами санитарно-эпидемиологических и ветеринарных служб.

Выводы

Полученные расчетные значения и экспериментальные данные свидетельствуют о том, что исследуемые пробы очищенных сточных вод имеют различный химический состав и относятся к разному классу качества, это зависит от качества воды, изначально подаваемой потребителям, а также от технического

состояния и оснащения станций очистки. Так стоки КОС пгт. Гвардейского, пгт. Советского, относятся к III классу качества, на основании чего не могут использоваться для орошения, а КОС г. Симферополя – ко II и являются перспективными для использования. Стоки КОС с. Вилино только по двум показателям: содержанию Cl^- и соотношения Na^+/Ca^{2+} относятся к III классу и могут использоваться в орошении при создании дополнительного комплекса агротехнических и мелиоративных мер, направленных на снижение химической нагрузки на почву.

Очищенные сточные воды КОС пгт. Гвардейского и пгт. Советского оказали ингибирующий эффект на развитие корневой системы тест-растений, что не позволяет рассматривать их стоки как перспективный водный ресурс. Развитие корневой системы тест-культур в контакте с исследуемыми стоками КОС г. Симферополя и с. Вилино находилось в пределах нормы (70-120%), что свидетельствует о возможности применения этих стоков для целей орошения при получении соответствующих разрешений.

Наиболее перспективными для использования с целью орошения (при получении соответствующих разрешений), как по солевому составу, так и по результатам опытов с использованием метода биотестирования являются стоки очистных сооружений г. Симферополя и с. Вилино. Очищенные сточные воды КОС пгт. Советский и пгт. Гвардейский не рекомендуется использовать для целей орошения.

Литература

1. Волкова Н.Е., Захаров Р.Ю. Использование очищенных сточных вод в Крыму: опыт прошлого, реалии настоящего // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2017. № 3 (27). С. 144–159.
2. Захаров Р.Ю., Волкова Н.Е. Динамика качественных показателей очищенных сточных вод в Крымском регионе // Строительство и техногенная безопасность. 2017. № 7(59). С. 141–145.
3. Кременской В.И., Вердыш М.В. Сточные воды как перспективный ресурс повышения водообеспеченности Республики Крым // Природообустройство. 2016. №5. С. 72–77.
4. Сейтумеров Э.Э. Перспективы использования очищенных канализационных стоков и коллекторно-дренажных вод для орошения на территории Крыма // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2016. № 2 (62). С. 166–170.
5. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Республики Крым в 2016 году. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://meco.rk.gov.ru/rus/file/doklad-o-sostoyanii-i-okhrane-okruzhayushhej-sredu-respubliki-krum-v-2016-godu.pdf> (дата обращения 02.02.2018).
6. Иванютин Н.М., Подовалова С.В. Развитие рекреации-путь к благополучию Крыма // Молодая наука сборник научных трудов научно-практической конференции для студентов и молодых ученых. 2016. С. 212–213.
7. Мелиорация и водное хозяйство. Т.6. Орошение: справочник / под ред. Б.Б. Шумакова. М.: Агропромиздат, 1990. 415 с.
8. СНиП 2.06.03-85. Мелиоративные системы и сооружения / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. 47 с.
9. СанПиН 2.1.7.573-96. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. Москва: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. 54 с.
10. Подовалова С.В., Иванютин Н.М. Оценка качества вод реки Салгир с использованием метода биотестирования // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2017. № 3 (27). С. 127–143.
11. Иванютин Н.М., Подовалова С.В. Использование растительных тест-систем в мониторинге экологического состояния водных объектов реки Салгир // Экология и строительство. 2017. № 3. С. 17–23.
12. Иванютин Н.М., Подовалова С.В. Результаты комплексного экологического мониторинга реки Славянка // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2018. № 1 (69). С. 34–42.
13. ISO 11269-2. Международный стандарт. Качество почвы. Определение воздействия загрязняющих веществ на флору почвы. Часть 2. Воздействие химикатов на всхожесть и рост высших растений. М.: Стандартинформ, 2009. 28 с.

14. Пат. 2492 473 Российская Федерация, МПК G 01N 33/18 (2006.01). Способ биотестирования по проращиванию семян / Мазуркин П.М., Евдокимова О.Ю.; заявитель и патентообладатель Марийск. гос. тех. ун-т. №2011123406/15; заявл. 08.06.11; опубл. 10.09.13, Бюл. № 25. 22 с.
15. Иванютин Н.М., Подошвалова С.В., Кременской В.И. Водоборот и антропогенная нагрузка в бассейне реки Салгир // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2016. № 4 (24). С. 174–188.

References

1. Volkova N.E., Zakharov R.Yu. Treated sewage waters usage in Crimea: experience of the past, reality of the present // Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii // Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems. 2017. No. 3 (27). P.144–159.
2. Zakharov R.Yu., Volkova N.E. Dynamics of quality indicators of the purified sewage in the Crimean region // Construction and industrial safety. 2017. No. 7 (59). P. 141–145.
3. Kremenskoj V.I., Verdysh M.V. Waste water as a perspective resource of increasing water availability of the Republic of Crimea // Prirodoobustrojstvo. 2016. No. 5. P. 72 –77.
4. Seytumerov E.E. Prospects for the use of treated sewage and collector-drainage water for irrigation on the territory of the Crimea // Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya. 2016. No. 2 (62). P. 166–170.
5. Report on the state and protection of the environment on the territory of the Republic of Crimea in 2016. [Electronic resource]. Access point: <https://meco.rk.gov.ru/rus/file/doklad-o-sostoyanii-i-okhrane-okruzhayushhej-sredy-respubliki-krym-v-2016-godu.pdf> (reference's date 02.02.2018).
6. Ivanyutin N.M., Podovalova S.V. Development of recreation-the way to the welfare of the Crimea// Young science collection of scientific papers of the scientific and practical conference for students and young scientists. 2016. P. 212 –213.
7. Reclamation and water management. Vol. 6. Irrigation: handbook/ ed. by Shumakov B.B. Moscow: Agropromizdat, 1990. 415 p.
8. SNiP (Construction Norms and Rules) 2.06.03-85. Drainage systems and facilities/ Gosstroj (Construction Department) of the USSR. Moscow: Central Institute of Standard Projects (TsITP) of Gosstroj of the USSR. 1986. 47 p.
9. SanPiN 2.1.7.573-96. Hygienic requirements to wastewater and sewage sludge use for land irrigation and fertilization. Moscow: Information and Publishing Centre of the Russian Ministry of Health, 1997. 54 p.
10. Podovalova S.V., Ivanyutin N.M. Estimation of water quality of the Salgir river by biotesting method// Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii // Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems. 2017. No. 3 (27). P. 127–143.
11. Ivanyutin N.M., Podovalova S.V. Use of vegetative test systems in monitoring of the ecological status of water bodies of the Salgir river // Ecologiya i stroitelstvo. 2017. No. 3. P. 17–23.
12. Ivanyutin N.M., Podovalova S.V. Results of integrated ecological monitoring of the Slavyanka River// Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya. 2018. No. 1 (69). P. 34–42.
13. ISO 11269-2. Soil quality – Determination of the effects of pollutants on soil flora. Part 2: Effects of contaminated soil on the emergence and early growth of higher plants. Moscow: Standartinform, 2009. 28 p.
14. Patent 2492 473 Russian Federation, IPC G 01 N 33/18 (2006.01). Method of biotesting for seed germination/ Mazurkin P.M., Evdokimova O.Yu.; applicant and patent owner is Mari State Technical University №2011123406/15; appl. 08/06/11; publ. 10.09.13, Bul. No. 25.
15. Ivanyutin N.M., Podovalova S.V., Kremenskoj V.I. Water rotation and anthropogenic pressures in the basin of the river Salgir// Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii // Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems. 2016. No. 4 (24). P. 174–188.

UDC 556.5: 628.1: 628.3

Ivanyutin N.M., Podovalova S.V.

EVALUATION OF MINERAL COMPOSITION AND TOXICITY OF TREATED WASTEWATER IN THE CRIMEA AS ALTERNATIVE WATER SOURCE FOR IRRIGATION

Summary. The aim of the research is to study the possibility to use treated wastewater of the Republic of Crimea for irrigation purposes. The studies included: sampling of treated wastewater from sewage treatment plants (STP) in the city of Simferopol, Gvardeyskoye rural

settlement, Sovetskoye rural settlement, and village Vilino to determining chemical composition for the purpose of calculating the main irrigation coefficients, according to the methods adopted in the Russian Federation, assigning a suitability class according to soil-meliorative classification, and studying their toxicity using the method of biotests on cress and wheat seeds. The results showed that this kind of water cannot always be used for irrigation purposes without additional treatment, as in some cases it can lead to the development of negative processes in soils - chloride salinity, sodium and magnesium alkalization, soda formation. Drains of Simferopol and village of Vilino considered to be the most promising for irrigation purposes among the treatment plants, because according to the results of the chemical analysis they belong to the 2nd and 3rd quality classes, and also did not have an inhibitory effect on the test plants. Purified wastewater of STP in the Sovetskoye rural settlement and Gvardeyskoye rural settlement cannot be used for irrigation without bringing their composition to the normative indicators. It is inappropriate to discharge treated wastewater into water bodies because there is water shortage in the Crimea. They can be used for irrigation purposes in agriculture. However, before doing this, it is necessary to assess every treatment plant comprehensively since the salt composition of the effluents varies widely. The use of treated wastewater for irrigation will not only increase the area of irrigated land, but also help reduce the anthropogenic impact on all water bodies of the Crimean Peninsula.

Keywords: treated wastewater, Crimea, pollution, irrigation, biotesting, water quality, river Salgir.

Иванютин Николай Михайлович, младший научный сотрудник отдела водосбережения, мониторинга и альтернативного водообеспечения ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: redkolya@mail.ru.

Подолова Светлана Владимировна, младший научный сотрудник отдела водосбережения, мониторинга и альтернативного водообеспечения ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: podovalovas@list.ru.

Ivanyutin Nikolay Mikhaylovich, junior scientist of the Department of Water Conservation, Monitoring and Alternative Water Supply, Federal State Budget Scientific Institution “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150 Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, Russia; e-mail: redkolya@mail.ru.

Podovalova Svetlana Vladimirovna, junior scientist of the Department of Water Conservation, Monitoring and Alternative Water Supply, Federal State Budget Scientific Institution “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150 Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, Russia; e-mail: podovalovas@list.ru.

Дата поступления в редакцию – 01.04.2018.

Дата принятия к печати – 10.04.2018.

**УПРАВЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ПОЧВ НА ОСНОВЕ
ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»

***Аннотация.** В статье представлены научно-методические основы задач оценивания и управления параметрами химического состояния почв на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). В связи с недоступностью для ДЗЗ параметров химического состояния почвы, оценивание осуществляется в два этапа. На первом этапе оцениваются параметры состояния биомассы посева сельскохозяйственной культуры, а на втором этапе по этим оценкам строятся оценки параметров химического состояния почвы. Полученные оценки используются для управления параметрами химического состояния почвы в форме оптимальных стратегий внесения химических удобрений и мелиорантов в полевых севооборотах. Фундаментальной основой решаемой задачи являются математические модели оптических измерений (ДЗЗ), потенциального урожая и потерь урожая при отклонениях параметров химического состояния почвы от оптимальных значений для отдельных культур и динамических моделей самих параметров химического состояния почвы в годовом масштабе времени. Для формирования оптимальных стратегий внесения удобрений пролонгированного действия используется классическая теория управления динамическими системами, основанная на принципе максимума Понтрягина. Критерием оптимальности в рассматриваемой задаче является риск потерь урожая и перерасхода удобрений по всем годам используемого севооборота. Данный вид управления относится к стратегическому уровню, в силу пролонгированного действия удобрений и мелиорантов в течение пяти-семи лет. Данный уровень управления отсутствует в современных системах точного земледелия, что приводит к большим ошибкам в определении доз удобрений, мелиорантов и значительным потерям урожая и перерасходу дорогостоящих агрохимикатов.*

***Ключевые слова:** дистанционное зондирование, химическое состояние почвы, управление параметрами.*

Введение

В последние годы в АПК России явно проявляется тенденция роста объемов производства основных сельскохозяйственных культур, повышения их урожайности и рентабельности. Для дальнейшего повышения эффективности и развития потенциала отечественного сельского хозяйства необходима реализация возможностей современной цифровой экономики: внедрение новых информационных технологий и освоение инновационных решений. В то же время использование высоких технологий российскими аграриями является скорее исключением, чем правилом. Традиционно сельское хозяйство было одной из самых консервативных и инерционных отраслей в нашей стране. В настоящее время стало ясно, что использование цифровых технологий является уже не столько вопросом повышения конкурентоспособности, сколько условием выживания на рынке. Сегодня в АПК России информации по одним аспектам ведения хозяйства более чем достаточно, а по другим – крайне мало. Большие вопросы вызывает надежность и репрезентативность этой информации. Так при избытке информации об урожайности культур, не обладающей достаточной достоверностью, ощущается

острый дефицит информации по химическому составу почв. Без наличия такой информации невозможно эффективное управление в растениеводстве, где на ее основе требуется научное обоснование норм внесения минеральных удобрений.

В последнее время широкое распространение получила концепция «умного» сельского хозяйства», представляющего собой сочетание технологий в области анализа данных, в разработке сенсоров и самоуправляемой (беспилотной) техники, а также подключенных сетевых решений, систем управления, платформ и приложений, которые выводят агротехнологии на более высокий научно-технический уровень. При этом важным компонентом «умного сельского хозяйства» являются средства дистанционного сбора данных с полей, базирующихся на авиационных и спутниковых летательных аппаратах [1, 2]. Преимущества авиационных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для проведения аэрофотосъемки очевидны – они позволяют достичь разрешения до 1 см. Однако для больших хозяйств с десятками тысяч гектаров БПЛА уже не будут столь эффективны, и для этого оптимальным решением будет спутниковая съемка.

Среди компонентов «умного сельского хозяйства» центральное место занимают технологии точного земледелия (ТЗ), включающее в себя комплекс современных информационных технологий и роботизированных технологических машин [1, 3, 4]. По своей сути такой комплекс направлен на решение задач управления агротехнологиями. При этом основными технологическими операциями, посредством которых формируется урожай культур, является внесение минеральных удобрений. В тоже время оптимизация доз внесения удобрений пролонгированного действия в полевых севооборотах является одной из центральных и положительно не решенных до настоящего времени проблем. Она включает в себя две взаимосвязанные задачи, представляющие собой самостоятельные научно-технические проблемы. Первая из них заключается в оценивании параметров химического состояния почв на основе данных ДЗЗ, а вторая – в формировании стратегий внесения минеральных удобрений и мелиорантов по результатам их оценивания.

Материалы и методы исследований

Проблема оценивания параметров химического состояния почв, а именно, содержания основных элементов питания Р – фосфора, К – калия и кислотности рН почв, обусловлена тем, что современные средства ДЗЗ не чувствительны к этим параметрам, так как они распределены по всему объему верхнего слоя почвы. Вместе с тем информация о химическом состоянии почвы актуальна для управления севооборотами и принятия решений при внесении минеральных удобрений и мелиорантов. Выборочные обследования полей с отбором проб в отдельных точках, проводимых в конце периода вегетации, очень трудоемки и дороги, а самое главное не обладают достаточной точностью, требуемой для решения задач управления и принятия решений.

Ввиду того, что средствам ДЗЗ доступно только состояние биомассы посева, то для решения проблемы оценивания параметров химического состояния почвы предлагается двухэтапная процедура. Так на первом этапе по данным ДЗЗ оцениваются параметры состояния биомассы посева непосредственно перед уборкой урожая, а на втором этапе осуществляется оценивание параметров самого химического состояния почвы. Для оценивания параметров состояния биомассы посева используется математическая модель оптических измерений (дистанционного зондирования):

$$Z^T = P * W^T(X) \quad (1)$$

где: $Z^T = [z_1 \ z_2]$ – вектор средних по площади поля параметров отражения в видимом диапазоне (z_1) и в инфракрасном диапазоне (z_2); $P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & P_{14} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & P_{24} \end{bmatrix}$ –

матрица параметров модели; $W^T(X) = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 & x_1^3 \\ 1 & x_2 & x_2^2 & x_2^3 \end{bmatrix}$ – вектор-функция, где аргументами являются параметры состояния посева: x_1 – средняя по площади поля плотность биомассы посева (урожайность), кг/м²; x_2 – средняя по площади поля плотность сухой массы посева, кг/м².

Кроме модели ДЗЗ (1) нам еще потребуется модель потенциального урожая, на фоне которой мы будем формировать оценки потерь урожая при отклонениях параметров химического состояния от оптимальных значений:

$$U_j = B_j F, \quad (2)$$

где: $U_j^T = [u_{1j} \ u_{2j}]$ – вектор параметров потенциального урожая культуры, с компонентами: u_1 – средняя по площади поля плотность биомассы посева (урожайность), кг/м²; u_2 – средняя по площади поля плотность сухой массы посева, кг/м²; $B_j = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} \end{bmatrix}_j$ – матрица параметров модели,

$F^T = [f_1 \ f_2 \ f_3 \ f_4]$ – вектор климатических условий возделывания культур с компонентами: f_1 – сезонная сумма температур; f_2 – сезонная сумма осадков; f_3 – суммарный приток ФАР; f_4 – годовой расход доступных форм азота, $j = 1, 2, 3, \dots, J$ – индексы культур севооборота.

Как уже отмечалось выше, алгоритм оценивания включает в себя два этапа, первый из которых заключается в оценивании параметров состояния посева по данным ДЗЗ, а второй – оценивание параметров химического состояния почвы по оценкам параметров состояния посева.

Этап 1. По данным ДЗЗ оценивается среднее значение вектора параметров биомассы по полю. Для этого необходимо решать обратную информационную задачу, когда по измеренным выходным переменным мы должны найти входные переменные. Ее решение соответствует следующей процедуре оптимизации:

$$\hat{X}_j = \arg \min_{\hat{X}_j} [Y_j - P^T W(\hat{X}_j)]^2, \quad (3)$$

где: Y_j – вектор реальных значений параметров отражения по используемым спектральным каналам системы ДЗЗ; \hat{X}_j – оценка вектора параметров биомассы посева.

Этап 2. Для реализации этого этапа вводятся параметры модели потенциального урожая (2), и формируется текущая величина потерь урожая:

$$\Delta u_j = B_j^T F - \hat{X}_j \quad (4)$$

Для реализации процедуры оценивания параметров химического состояния почвы необходимо введение математической модели, отражающей влияние параметров химического состояния почвы на конечный результат (урожай). Введем в рассмотрение вектор параметров химического состояния почвы заданного поля: $V = [3 \times 1]$, с компонентами: $v_1 = pH$, $v_2 = P$, $v_3 = K$, ; P – фосфор, K – калий. Примем допущение, что для каждой культуры севооборота известно оптимальное

содержание основных элементов питания и оптимальное значение показателя кислотности. Всякое отклонение от этих оптимальных значений приводит к потерям урожая [5-7]. С учетом того, что все вышеуказанные показатели химического состояния почвы действуют одновременно, то это может быть отражено в следующей линейно-квадратической форме модели потерь урожая в среднем по площади поля

$$\Delta U_j(T) = k_1^T (V_j^* - V(T)) + (V_j^* - V(T))^T K_{2j} (V_j^* - V(T)), \quad (5)$$

где: V^* – оптимальное значение вектора параметров химического состояния почвы на заданном поле; $\Delta U_j(T)$ – моделируемые потери урожая за счет отклонения вектора параметров химического состояния почвы от оптимального значения; $k_{1j}^T = [k_1 \ k_2 \ k_3]_j$ – матрица-строка параметров линейной части модели;

$$K_{2j} = \begin{bmatrix} k_4 & k_5 & k_6 \\ 0 & k_7 & k_8 \\ 0 & 0 & k_9 \end{bmatrix}_j \text{ – матрица параметров квадратичной части модели.}$$

Модель (5) целесообразно представить в линейной форме, более удобной для ее идентификации по экспериментальным данным:

$$\Delta U_j(T) = K_j^T Y_j, \quad (6)$$

$$K_j^T = [k_1 \ \dots \ k_{14}]_j,$$

$$Y_j^T = [(v_{1j}^* - v_1); \ (v_{2j}^* - v_2); \ (v_{3j}^* - v_3); \ (v_{4j}^* - v_4); \\ (v_{1j}^* - v_1)^2; \ (v_{1j}^* - v_1) \cdot (v_{2j}^* - v_2); \ (v_{1j}^* - v_1) \cdot (v_{3j}^* - v_3); \ (v_{1j}^* - v_1) \cdot (v_{4j}^* - v_4); \\ (v_{2j}^* - v_2)^2; \ (v_{2j}^* - v_2) \cdot (v_{3j}^* - v_3); \ (v_{2j}^* - v_2) \cdot (v_{4j}^* - v_4); \ (v_{3j}^* - v_3)^2; \\ (v_{3j}^* - v_3) \cdot (v_{4j}^* - v_4); \ (v_{4j}^* - v_4)^2]. \quad (7)$$

Оценка химического состояния почвы определяется путем решения следующей задачи оптимизации

$$\hat{V}(T, x, y) = \arg \min_{V(T, x, y)} [\Delta u_j(T, x, y) - k_1^T (V_j^*(T) - V(T, x, y)) + \\ + (V_j^*(T) - V(T, x, y))^T K_{2j} (V_j^*(T) - V(T, x, y))]. \quad (8)$$

Задачи оптимизации (3), (8) решаются с помощью современных градиентных схем поиска минимума дифференцируемых функций.

В рассматриваемой задаче реализуется стратегический уровень управления в ТЗ, так как факторами управления являются дозы минеральных удобрений и мелиорантов, действующих в полевых севооборотах в течение нескольких лет. В настоящее время такой уровень управления в системах ТЗ отсутствует, что приводит к большим ошибкам в управлении по отдельным периодам вегетации, так как химические параметры по годам севооборотов не согласованы между собой и являются существенными возмущениями друг для друга. Это приводит к существенным недоборам урожая и перерасходу дорогостоящих удобрений [3-6, 8]. Стратегический уровень управления является самым верхним во всей иерархии задач в системах ТЗ и здесь необходимо найти оптимальные стратегии внесения удобрений и мелиорантов, действующих несколько сельскохозяйственных сезонов.

Для решения этой задачи нам потребуется динамические модели всех параметров химического состояния почвы [5, 6, 11, 12]

$$\dot{v}_{1j} = a_{11}v_{1j}(T) + b_1d_{Ca}(T) + c_1f_2(T) \quad (9)$$

$$\dot{v}_{2j} = a_{22}v_{2j}(T) + b_1d_p(T) + c_2f_2(T) + d_2u_j(T) \quad (10)$$

$$\dot{v}_{3j} = a_{33}v_{3j}(T) + b_3d_K(T) + c_3f_2(T) + d_3u_j(T) \quad (11)$$

где: $u_j(T) = \mathbf{B}_j^T \mathbf{F}(T) - \Delta u_j(T)$ – урожай с учетом потерь для j -той культуры; $d_p(T)$, $d_K(T)$, $d_{Ca}(T)$ – дозы внесения элементов питания по годам севооборота (элементы стратегии), $a_{11}-a_{33}$, b_2-b_3 , c_1-c_3 – параметры модели, оцениваемые по экспериментальным данным.

Скалярная форма моделей (9)-(11) удобна для ее построчной идентификации, а для формирования оптимальной стратегии внесения агрохимикатов и мелиорантов необходимо перейти к канонической векторно-матричной форме, развернутой

$$\begin{bmatrix} \dot{v}_1 \\ \dot{v}_2 \\ \dot{v}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & 0 & 0 \\ 0 & a_{22} & 0 \\ 0 & 0 & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1(T) \\ v_2(T) \\ v_3(T) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1 & 0 & 0 \\ 0 & b_2 & 0 \\ 0 & 0 & b_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_p(T) \\ d_K(T) \\ d_C(T) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{bmatrix} f_2(T) + \begin{bmatrix} 0 \\ d_2 \\ d_3 \end{bmatrix} u(T); \quad (12)$$

или компактной символьной форме

$$\dot{\mathbf{V}} = \mathbf{AV}(T) + \mathbf{BD}(T) + \mathbf{c}f_2(T) + \mathbf{d}u(T) \quad (13)$$

Введенные ранее обозначения и модели позволяют нам сформировать критерий оптимальности решения задачи, адекватный поставленной цели

$$I = M \left\{ \int_{T=1}^N [(\mathbf{V}^* - \mathbf{V}(T))^T \mathbf{G}(\mathbf{V}^* - \mathbf{V}(T)) + c_{ju} \Delta u_j(T) + \mathbf{C}_d^T \mathbf{D}(T)] \delta T \right\}, \quad (14)$$

где: M – операция математического ожидания по площади поля, c_{ij} – цена единицы урожая j -й культуры, \mathbf{C}_d^T – вектор цен на минеральные удобрения по каждому элементу питания.

Критерий (14) имеет смысл среднего риска потерь урожая в севообороте, перерасхода ресурсов и суммарного отклонения вектора параметров химического состояния от оптимальных значений для культур севооборота.

Центральной проблемой формирования оптимальной стратегии внесения агрохимикатов является наличие пространственной неоднородности параметров химического состояния почвы на поле, при этом картины распределения отдельных элементов питания и кислотности всегда не совпадают, как между собой, так и с картиной распределения урожайности. Мы принимаем в качестве доминанты пространственное распределение показателя кислотности рН, так как этот параметр химического состояния является лимитирующим и снижает урожай даже при наличии оптимального содержания всех элементов минерального питания [7]. При таком подходе мы выделяем на карте показателя кислотности однородные зоны с близкими по значению показателями рН, и в границах этих областей все остальные параметры химического состояния усредняем [9, 13]. Тогда в начале каждого нового года севооборота мы располагаем набором векторов начальных условий для формирования стратегий внесения отдельно для каждой зоны, обозначаемой индексом $i = 1, 2, \dots, I$.

Введем в рассмотрение гамильтониан для модели (13), и критерия (14) для i -й зоны поля [6, 10]:

$$H_i(T) = [(V^* - V_i(T))^T G(V^* - V_i(T)) + c_u [K^T (V^* - V_i(T)) + (V^* - V_i(T))^T H(V^* - V_i(T))] + C_d^T D_i(T)] + \lambda^T [AV_i(T) + BD_i(T) + c_w(T) + du(t)], \quad (15)$$

где λ – вектор сопряженных переменных, связанных с вектором химического состояния следующим образом:

$$\dot{\lambda}_i = \frac{\partial H_i(T)}{\partial V_i} = [G + H](V^* - V_i(T) + c_u K + A^T \lambda_i(T),$$

$$T \in (N, 0), \lambda_i(N) = 0. \quad (16)$$

Частная производная гамильтониана по вектору доз агрохимикатов

$$g_i(T) = \frac{\partial H_i(T)}{\partial D_i} = C_d + B^T \lambda_i(T). \quad (17)$$

Оптимальная стратегия внесения агрохимикатов находится путем выполнения следующей вычислительной процедуры:

$$D_{n,j}^*(T) = D_{n-1,j}^*(T) - \Delta_n [C_d + B^T \lambda_{n,i}(T)], D_1 \leq D_n^*(T) < D_2,$$

если $D_{n,i}^*(T) < D_1$, то $D_{n,i}^*(T) = 0$, (18)

если $D_{n,i}^*(T) > D_2$, то $D_{n,i}^*(T) = D_2$,

где $n = 1, 2, \dots$ – шагов вычислительной процедуры, D_1, D_2 – нижнее и верхнее ограничения на дозу внесения агрохимиката.

В результате выполнения процедуры (18) мы располагаем I локальными стратегиями внесения агрохимикатов по всем однородным зонам показателя кислотности. Для получения общей стратегии, необходимой для планирования запаса агрохимикатов необходимо выполнить взвешенное усреднение локальных стратегий

$$D^*(T) = \frac{\sum_{i=1}^I S_i D_i^*(T)}{\sum_{i=1}^I S_i}, \quad (19)$$

где S_i – площади однородных зон показателя кислотности почвы.

Результаты и их обсуждение

Обсуждение результатов удобнее вести по каждому шагу всего алгоритма управления, включая процедуры оценивания параметров химического состояния почвы и формирования стратегии внесения удобрений.

Исходным шагом всей процедуры оценивания и управления параметрами химического состояния почв является получение данных ДЗЗ непосредственно после уборки урожая. На рисунках 1, 2 представлены фрагменты этих данных на поле с посевом многолетних трав в видимом (380-780 нм) и инфракрасном диапазоне оптического спектра (790-950 нм), где в окнах указаны параметры отражения в %.

Эти данные являются информационной базой для реализации алгоритма оценивания параметров химического состояния почвы (3), (8). На первом этапе этого алгоритма оценивается биомасса посева (рисунок 3), а на втором этапе – оцениваются параметры химического состояния почвы (рисунок 4, 5, 6).



Рисунок 1 – Фрагмент данных ДЗЗ посева многолетних трав в видимом диапазоне спектра (псевдоцвет)



Рисунок 2 – Фрагмент данных ДЗЗ посева многолетних трав в инфракрасном диапазоне спектра



Рисунок 3 – Локальные оценки величины плотности биомассы (урожайности) многолетних трав

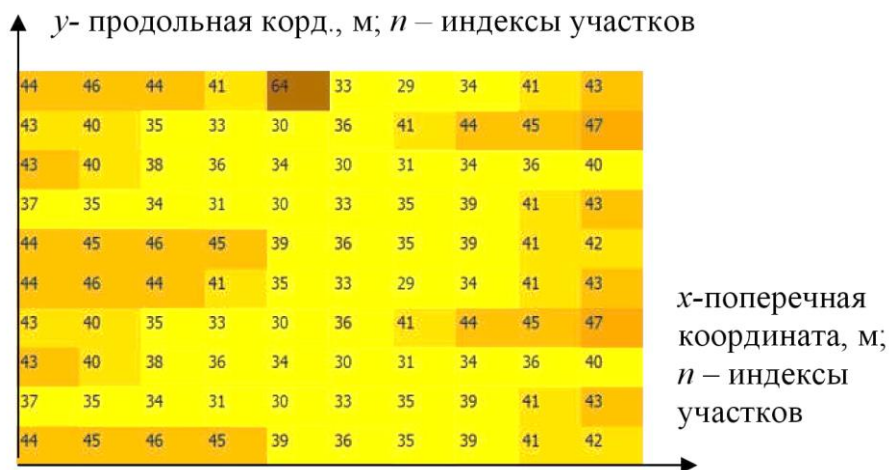


Рисунок 4 – Оценки содержания калия К в почве, кг/га

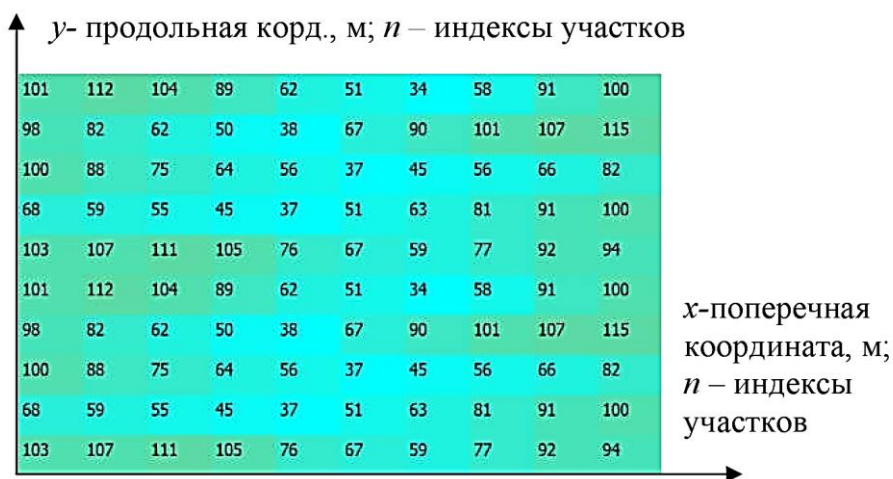


Рисунок 5 – Оценки содержания фосфора Р в почве, кг/га

Апробацию разработанной теории управления проводили на пятипольном севообороте, включающим в себя следующую последовательность культур: 1 – пшеница яровая; 2 – многолетние травы; 3 – картофель; 4 – свекла столовая; 5 – рожь озимая. Интервал управления составлял пять лет, то есть был равен одному севообороту. Исследования проводили в течение 2010-2016 гг. на полях Меньковского филиала Агрофизического филиала, где имеется биополигон с различными по составу культур севооборотами. Дополнительные эксперименты в 2015-2017 гг. по получению данных ДЗЗ по отдельным культурам севооборота проводились на полях ОАО «Приневское» Всеволожского района Ленинградской области. Для этого использовались беспилотный квадрокоптер «Геоскан – 400» с двухканальной камерой «Canon» и мобильный гиперспектрометр фирмы «Spectral Evolution RS-35» (США) с рабочим оптическим диапазоном 340-1250 нм. Для формирования оптимальных стратегий внесения агрохимикатов по оценкам показателя кислотности (см. рисунок 4) формируют однородные зоны, пример которых представлен на рисунке 6. Для каждой из этих зон формируются оптимальные стратегии доз внесения агрохимикатов, одна из которых представлена на рисунке 7. Здесь стратегии сформированы для начальных значений содержания элементов питания: калия (К) – 10 кг/га, фосфора (Р) – 15 кг/га.

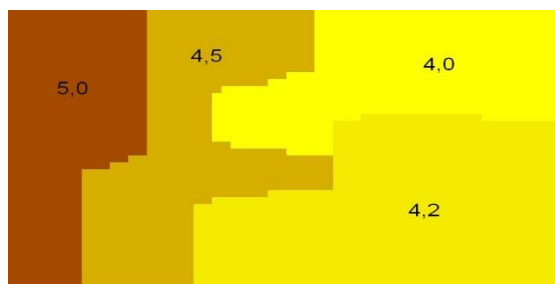


Рисунок 6 – Начальное значение показателя кислотности в однородных зонах поля

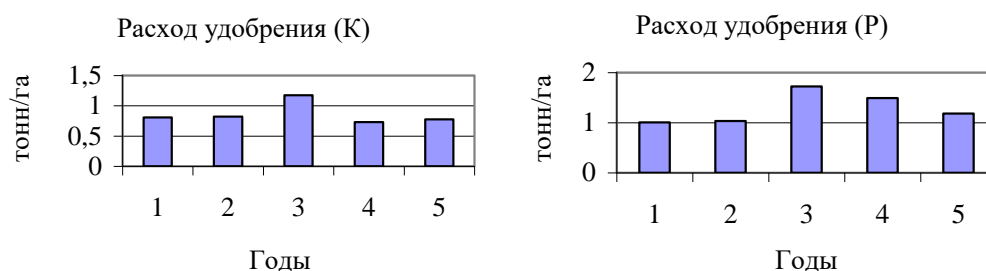


Рисунок 7 – Оптимальная стратегия калийных и фосфорных удобрений по годам севооборота для однородной зоны со значением показателя кислотности рН = 4,2

Из указанных стратегий в реальном времени реализуются только дозы внесения на очередной сельскохозяйственный сезон. Остальная информация используется при планировании объемов закупок удобрений и мелиорантов. Рассматриваемая задача управления применима для любых севооборотов и региональных условий. При этом все региональные особенности культур и почв учитываются параметрами используемых математических моделей, которые уточняются в процессе вегетации по реальным данным систем мониторинга состояния посевов и почв.

Выводы

Разработка научно-методических основ и программно-математического обеспечения задач оценивания и управления параметрами химического состояния почв не только дает в руки агронома высокопроизводительное средство контроля и принятия управленческих решений, но и существенно повышает экономическую отдачу современных авиационных и космических средств дистанционного зондирования Земли. В рамках новой концепции «умного» сельского хозяйства появляется возможность эффективного управления агротехнологиями на больших площадях, что позволяет расширить инструментарий современного точного земледелия за счет ввода в его управляющую структуру уровня стратегического управления. Апробация программно-математического обеспечения задач оценивания и управления по экспериментальным данным подтверждает их работоспособность. После реализации стадии ОКР появится возможность выпустить на рынок информационных продуктов и услуг инновационный продукт, пользующийся высоким спросом.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ по проекту № 18-016-00008.

Литература

1. Jones D., Barnes E.M. Fuzzy composite programming to combine remote sensing and crop models for decision support in precision crop management // *Agricultural Systems*. 2000. No. 65 (3). P. 137–158.
2. Steven M.D. Satellite remote sensing for agricultural management: Opportunities and logistic constraints // *ISPRS Journal of Photogrammetric and Remote Sensing*. 1993. No. 48. P. 29–34.
3. Михайленко И.М. Управление системами точного земледелия. СПб.: СПбГУ, 2005. 233 с.
4. Точное сельское хозяйство (Precision Agriculture). Под ред. Шпаара Д., Захаренко А.В., Якушева В.П. . СПб.: ВИЗР, 2009. 397 с.
5. Михайленко И.М. Стратегический уровень управления в системах точного земледелия // *Агрофизика*. 2015. № 3. С. 25–34.
6. Михайленко И.М., Тимошин В.Н. Оптимизация химическими параметрами почв в полевых севооборотах // *Агрохимия*. 2016. № 3. С. 3–10.
7. Небольсин А. Н., Небольсина З. П. Известкование почв. СПб.: РАСХН, ГНУ ЛенНИИСХ, 2010. 254 с.
8. Derby N.E., Casey F.X.M., Franzen D.E. Comparison of nitrogen management zone delineation methods for corn grain yield // *Agronomy Journal*. 2007. No. 99. P. 405–414.
9. Михайленко И.М., Тимошин В.Н. Управление кислотностью почв в системах точного земледелия // *Агрофизика*. 2013. № 2. С. 58–65.
10. Казаков И.Е. Методы оптимизации стохастических систем. М.: Наука, 1987. 354 с.
11. Roudier P., Tisseyre B., Poilve H., Roger J.-M. A technical opportunity index adapted to zone-specific management // *Precision Agriculture*. 2011. Vol. 12. P. 130–145.
12. Sun W., Whelan B., McBratney A., Minasny B. An integrated framework for software to provide yield data cleaning and estimation of an opportunity index for site-specific crop management // *Precision Agriculture*. 2013. Vol. 14. P. 376–391.
13. Якушев В.П., Буре В.М., Якушев В.В. Выделение однородных зон на поле по урожайности отдельных участков // *Доклады РАСХН*. 2007. № 3. С. 33–36.

References

1. Jones D., Barnes E.M. Fuzzy composite programming to combine remote sensing and crop models for decision support in precision crop management // *Agricultural Systems*, 2000. No. 65 (3), P. 137–158.
2. Steven M.D. Satellite remote sensing for agricultural management: Opportunities and logistic constraints // *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 1993. No. 48. P. 29–34.
3. Mikhaylenko I.M. Management of precision farming systems. St. Petersburg: St. Petersburg State University, 2005. 233 p.
4. Precision Agriculture. Ed. by Shpaar D., Zakharenko A.V., Yakushev V.P. St. Petersburg: All-Russian Institute of Plant Protection, 2009. 397 p.
5. Mikhaylenko I.M. Strategic level of management in the systems of precise agriculture // *Agrophysica*. 2015. No. 3. P. 25–34.
6. Mikhaylenko I.M., Timoshin V.N. The optimization of chemical parameters of soils in field crop rotations // *Agrocultural chemistry*. 2016. No. 3. P. 3–10.
7. Nebolsin A.N., Nebolsina Z.P. Liming of soils. St. Petersburg: Russian Academy of Agricultural Sciences, Leningrad Research Institute of Agriculture. 2010. 254 p.
8. Derby N.E., Casey F.X.M., Franzen D.E. Comparison of nitrogen management zone delineation methods for corn grain yield // *Agronomy Journal*. 2007. No. 99. P. 405–414.
9. Mikhaylenko I.M., Timoshin V.N. Soil acidity management in precision agriculture systems // *Agrophysica*. 2013. No. 2. P. 58–65.
10. Kazakov I.E. Methods of optimization of stochastic systems. Moscow: Nauka, 1987. 354 p.
11. Roudier P., Tisseyre B., Poilve H., Roger J.-M. A technical opportunity index adapted to zone-specific management // *Precision Agriculture*. 2011. Vol. 12. P. 130–145.
12. Sun W., Whelan B., McBratney A., Minasny B. An integrated framework for software to provide yield data cleaning and estimation of an opportunity index for site-specific crop management // *Precision Agriculture*. 2013. Vol. 14. P. 376–391.
13. Yakushev V.P., Bure V.M., Yakushev V.V. Isolation of homogeneous zones on the field according to yield of individual sites // *Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2007. No. 3. P. 33–36.

UDC 631.58:551.5

Mikhaylenko I.M., Timoshin V.N.

CONTROL OF THE CHEMICAL STATE OF SOILS BASED ON REMOTE SENSING DATA FROM THE EARTH

***Summary.** The article presents the scientific and methodological foundations of the tasks of assessing and controlling the parameters of the chemical state of soils on the basis of remote sensing data (RS). Since parameters of the chemical state of the soil are not available for RS, the procedure of evaluation involves two stages. During the first stage, the parameters of crop biomass state are assessed, and in the second stage, the assessment of the chemical state of the soil is made according to the parameters obtained from the first stage. These estimates are used to control the parameters of the chemical state of the soil in the form of optimal strategies for introducing chemical fertilizers and ameliorants in field crop rotations. Mathematical models of optical measurements (RS), potential yield and crop losses when the soil chemical state parameters deviate from the optimal values for individual crops and dynamic models of the parameters of the chemical state of soil on an annual time scale are the fundamental basis of the assigned task. Classical control theory of dynamical systems based on the Pontryagin's maximum principle is used for the formation optimal strategies for introducing slow release fertilizer compounds. The optimality criterion of the problem under review is the risk of crop losses and fertilizer overspending for all the years of crop rotation. This type of control refers to the strategic level, due to the prolonged effect of fertilizers and ameliorants for a period of five to seven years. This level of control is absent in modern precision agriculture, which leads to large errors in determining doses of fertilizers, ameliorants and significant crop losses and overspending expensive agrochemicals.*

***Keywords:** remote sensing, chemical state of soil, parameter management.*

Михайленко Илья Михайлович, доктор технических наук, главный научный сотрудник ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»; 195220, Россия, Санкт-Петербург, Гражданский проспект, 14; e-mail: ilya.mihailenko@yandex.ru.

Тимошин Валерий Николаевич, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»; 195220, Россия, Санкт-Петербург, Гражданский проспект, 14; e-mail: v.timoshin@yandex.ru.

Mikhaylenko Ilya Mikhaylovich, Dr. Sc. (Tech.), chief research scientist of FSBSI "Agrophysical Research Institute"; 14, Grazhdancky pr., St. Petersburg, 195220, Russia; e-mail: ilya.mihailenko@yandex.ru.

Timoshin Valeriy Nikolaevich, Cand. Sc. (Tech.), leading research scientist of FSBSI "Agrophysical Research Institute"; 14, Grazhdancky prospect, St. Petersburg, 195220, Russia; e-mail: v.timoshin@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию – 06.04.2018.

Дата принятия к печати – 11.04.2018.

DOI 10.25637/TVAN2018.01.06

УДК: 633.14: 631. 526. 32

Радченко Л.А., Ганоцкая Т.Л., Радченко А.Ф.

ОЦЕНКА АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ ОЗИМОЙ РЖИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В УСЛОВИЯХ КРЫМА

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

Аннотация. Цель работы – изучение новых сортов озимой ржи, оценка их продуктивного потенциала и адаптивных свойств при выращивании в условиях степного Крыма. Опыты проводили в 2015-2017гг. на опытном поле отдела полевых культур ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», расположенном в центральной, степной части Крыма. Изучали три сорта ржи селекции ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока (г. Саратов) – Саратовская 7, Марусенька, Памяти Бамбышева и два сорта селекции ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы имени В.В. Докучаева» (г. Воронеж) – Таловская 33 и Таловская 41. Учетная площадь опытных делянок 25 м². Размещение делянок систематическое в четырехкратной повторности. Норма высева ржи – 4 млн шт. всхожих семян на гектар. Проведение полевых опытов сопровождалось соответствующими наблюдениями, учетами, измерениями и анализами, согласно методики Госсортоиспытания. Статистическая обработка в опытах проводилась по методике Б.А. Доспехова. Для расчета параметров пластичности и стабильности использована методика S.A. Eberhart, W.A. Russell. Установлено, что большей отзывчивостью на улучшение условий выращивания обладали сорта Саратовская 7 и Марусенька ($bi > 1$). Эти сорта требовательны к высокому уровню агротехники, так как только в этом случае они обеспечат максимальную отдачу. Сорта Таловская 41, Таловская 33 и Памяти Бамбышева лучше использовать на экстенсивном фоне, где они дадут максимум отдачи при минимуме затрат. Среди изучаемых сортов наиболее стабильным был сорт Марусенька ($Q d^2 = 0,0$). Самым нестабильным оказался сорт Памяти Бамбышева ($Q d^2 = 0,24$). Остальные изучаемые сорта занимали промежуточное положение ($Q d^2 = 0,01-0,07$).

Ключевые слова: озимая рожь, сорт, адаптивные свойства, урожайность, пластичность, стабильность.

Введение

Увеличение производства высококачественного зерна было и остается ключевым заданием для всего агропромышленного комплекса Республики Крым, а озимые зерновые – основными культурами крымского полеводства. Площадь под ними ежегодно составляет около 500 тыс. га и представлена в основном озимой пшеницей и озимым ячменем. Увеличение биоразнообразия в структуре посевных площадей предполагает выращивание и других зерновых культур.

Одной из стратегических продовольственных зерновых культур России является рожь. Озимая рожь – самая пластичная по ареалу распространения и наиболее адаптивная для регионов со сложными природно-климатическими условиями культура. Кроме высокой морозостойкости (выдерживает на глубине узла кущения до -23°C), она обладает способностью произрастать на малоплодородных почвах, устойчива к недостатку влаги, очищает поля от сорняков, защищает почву от эрозии, оставляет много органических остатков, тем самым улучшая структуру почвы.

Генетически обусловленная высокая степень адаптивности к местным агроклиматическим условиям обеспечивает озимой ржи более высокий продуктивный потенциал по сравнению с другими зерновыми культурами [1]. У ржи, в отличие от пшеницы, в 1,5 раза мощней развита корневая система, которая эффективно поглощает воду и питательные вещества из глубинных слоев почвы. Благодаря высокой стрессоустойчивости рожь способна давать стабильный урожай в неблагоприятные и экстремальные по погодным условиям годы – с ней не сравнится ни одна зерновая культура [2].

Озимая рожь менее требовательна к почвенным условиям по сравнению с другими зерновыми культурами и способна давать стабильные урожаи на низкоплодородных почвах, легких супесях и рыхлых песчаных почвах, на участках с повышенной кислотностью и слабозасоленных [3].

Несмотря на достаточное количество научных разработок, рожь пока не нашла широкого применения в области кормопроизводства и кормления сельскохозяйственных животных и особенно – в питании человека, поэтому площади посева ржи в России сокращаются катастрофически. С 1990-го года они сократились в пять раз [2].

В Крыму максимальные площади (около 5 тыс. га) рожь занимала в 90-е годы XX века [4]. Несмотря на незначительные посевные площади, за последнее десятилетие отмечена положительная динамика (таблица 1).

Таблица 1 – Посевные площади озимой ржи в Республике Крым, тыс га

Годы	1995	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Площадь посева	4,3	0,2	0,3	0,6	0,4	0,6	0,9	1,0	1,4	1,7

Под урожай 2018 г. рожь посеяна на площади 1,7 тыс. га, что в 8,5 раз больше, чем в 2010 г. Одной из причин увеличения площадей ржи в Крыму за последние годы является спрос на нее хлебопекарных предприятий, которые до 2014 г. завозили ее из Украины. Одна из основных причин, сдерживающих рост площадей ржи в Республике Крым, – отсутствие исследований по технологии выращивания и сортоиспытанию новых сортов.

Цель работы – изучение новых сортов озимой ржи, оценка их продуктивного потенциала и адаптивных свойств при выращивании в условиях степного Крыма.

Материалы и методы исследований

Опыты проводили в 2015-2017 гг. на опытном поле отдела полевых культур ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», расположенном в центральной, степной части полуострова по предшественнику – черный пар, при общепринятой для зоны технологии. Изучали три сорта ржи селекции ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока (г. Саратов) – Саратовская 7, Марусенька, Памяти Бамбышева и два сорта селекции ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы имени В.В. Докучаева» (г. Воронеж) – Таловская 33 и Таловская 41. Учетная площадь опытных делянок – 25 м². Размещение вариантов систематическое в четырехкратной повторности. Норма высева ржи – 4 млн штук всхожих семян на гектар. Посев проводили селекционной сеялкой СКС 6-10, уборку урожая комбайном Сампо-130 в фазу полной спелости с последующим взвешиванием зерна с делянки. Проведение полевых опытов сопровождалось соответствующими наблюдениями, учетами, измерениями и

анализами, согласно методики Госсортоиспытания [5]. Статистическая обработка в опытах проводилась по методике Б.А. Доспехова [6]. Для расчета параметров пластичности и стабильности использована методика S.A. Eberhart, W.A. Russell [7].

Почвы опытного поля представлены черноземами южными малогумусными на лессовидных легких глинах с содержанием гумуса в пахотном слое до 2,7%.

Климат района расположения опытного участка – степной, умеренно холодный, полусухой, континентальный, с большими годовыми и суточными колебаниями температуры. Осень достаточно теплая, сухая, длительная. Зима умеренно мягкая, снежный покров незначительный и непродолжительный. Весна, в большинстве случаев, сухая, с частыми холодными ветрами, иногда очень сильными. Лето жаркое, максимальная температура в июле-августе может повышаться до 35-40 °С. Дожди редкие, ливневые, кратковременные. Годовое количество осадков по среднеголетним данным агрометеостанции Клепинино составило 426 мм.

Агрометеорологические условия за годы исследований в целом были благоприятными для развития ржи. Достаточное количество осадков, выпавших в осенний период, создали хорошие условия для получения всходов. Прекращение осенней вегетации отмечено в 2015 г. в среднеголетние сроки (9 декабря), в 2014 и 2016 гг. – 22 и 15 ноября соответственно, раньше среднеголетних сроков. Растения ржи при прекращении осенней вегетации находились в фазе кущения в 2015 г. и в фазе 2-3 листьев в 2014 и 2016 гг.

Условия перезимовки были благоприятными, озимые трижды возобновляли вегетацию за зимний период 2014-2015 гг., дважды – в 2015-2016 гг. и не возобновляли вегетацию за зимний период 2016-2017 гг., что отмечено впервые за последние 40 лет. Температура на уровне узла кущения не опускалась ниже -8 °С. Возобновление весенней вегетации было ранним во все годы исследований – 26, 14 и 26 февраля в 2015, 2016 и 2017 гг. соответственно. Влагозапасы метрового слоя почвы при возобновлении вегетации составили 154, 160 и 142 мм соответственно за годы исследований и оцениваются как хорошие. Условия для налива зерна были благоприятными в 2015 и 2016 гг. и удовлетворительными в 2017 г. в связи с недобором осадков в мае и июне (55 и 39% соответственно). В третьей декаде мая 2015 г. отмечено выпадение 115 мм осадков, а в конце мая – начале июня 2016 г. количество осадков было аномальным (220 мм), что привело к полеганию растений ржи и осложнило уборку урожая.

Результаты исследований

Урожайность сельскохозяйственных культур в значительной степени зависит от продолжительности вегетационного периода. Известно, что с его увеличением продуктивность генотипов повышается в благоприятных условиях выращивания. В условиях недостаточного количества влаги более урожайными, как правило, являются сорта с коротким периодом вегетации. Поэтому одним из важнейших хозяйственно ценных признаков сельскохозяйственных культур для условий Крыма является скороспелость. В условиях Крыма фаза колошения – более надежный критерий для определения скороспелости сортов, чем фаза созревания. Это связано с тем, что в нашей зоне наступление восковой и полной спелости зерна приходится на самый пик высоких температур и точно установить дату естественного созревания не удастся. Созревание наступает у всех сортов практически одновременно, поэтому оценку их скороспелости проводили по дате колошения. У сортов Саратовская 7, Марусенька и Памяти Бамбышева колошение в условиях 2015 и 2016 гг. отмечено 11 мая и 26 апреля соответственно и на 6 дней раньше сортов Таловская 33 и Таловская 41, в условиях 2017 г. эта разница составила 3 дня.

При росте потенциальной продуктивности сорта снижается его устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды, что оказывает сильное влияние на снижение урожайности. В связи с этим в селекционных программах зерновых культур необходимо уделять большое внимание не только повышению урожайности, но и ее стабильности во времени и пространстве [8]. На показатель уровня урожайности зерна оказывают влияние различные факторы: метеорологические и почвенные условия, особенности сорта, технологические приемы выращивания. В наших исследованиях сорта озимой ржи высевали по одному предшественнику, без внесения удобрений, поэтому одним из основных факторов, который оказал влияние на урожайность зерна в период вегетации, были метеорологические условия года. В таблице 2 представлены результаты оценки сортов по урожайности и пластичности (b_i) за период их испытания с 2015 по 2017 г.

Таблица 2 – Урожайность сортов озимой ржи и их экологическая пластичность, 2015-2017 гг.

Сорт	Урожайность за годы испытания, т/га					Пластичность, b_i
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	ΣY_i	Y_i	
Таловская 41	4,2	4,2	4,6	13,0	4,3	0,7
Таловская 33	3,7	3,8	4,2	11,7	3,9	0,8
Саратовская 7	4,4	4,5	5,3	14,2	4,7	1,4
Марусенька	4,6	5,0	5,4	15,0	5,0	1,2
Памяти Бамбышева	4,1	5,0	4,8	13,9	4,7	1,0
Средняя Y_j	4,2	4,5	4,9	-	$Y=4,5$	-
ΣY_i	21	22,5	24,3	$Y=67,8$		-
I_j	-0,32	-0,03	+0,35	-	-	-
$HCP_{0,5}$	0,3	0,3	0,2	-	-	-

Индексы условий среды показали, что наиболее благоприятные условия сложились в 2017 г. ($I_j=+0,35$). Худшие условия для произрастания сортов отмечены в 2015 и 2016 гг. ($I_j=-0,32$ и $-0,03$ соответственно). Коэффициент линейной регрессии – пластичность (b_i) показывает реакцию сортов на изменение условий выращивания. Чем выше значение коэффициента $b_i > 1$, тем большей отзывчивостью обладает данный сорт. В нашем опыте большей отзывчивостью на улучшение условий выращивания обладали сорта Саратовская 7 и Марусенька ($b_i > 1$). Эти сорта требовательны к высокому уровню агротехники, так как только в этом случае они обеспечат максимальную отдачу. При $b_i < 1$ сорта реагируют слабее на изменение условий среды. В наших исследованиях это сорта Таловская 41, Таловская 33 и Памяти Бамбышева. Их лучше использовать на менее интенсивном фоне, где они дадут максимум отдачи при минимуме затрат. На основании коэффициентов регрессий рассчитаны теоретические значения урожайности и представлена связь между условиями выращивания (годы) и урожайностью сортов (таблица 3).

Таблица 3 – Теоретическая урожайность сортов озимой ржи и коэффициент стабильности (ФГБУН «НИИСХ Крыма»)

Сорт	Теоретическая урожайность, т/га			Отклонение фактических урожаев от теоретических, т/га			Стабильность, $Q d^2$
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	
Таловская 41	4,1	4,3	4,6	0,1	-0,1	0,1	0,03
Таловская 33	3,6	3,9	4,2	0,1	-0,1	0,0	0,01
Саратовская 7	4,3	4,7	5,2	0,1	-0,2	0,1	0,07
Марусенька	4,6	5,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,00
Памяти Бамбышева	4,3	4,6	5,0	-0,2	0,4	-0,2	0,24

Из данных таблицы следует, что в годы с лучшим индексом условий выращивания наиболее высокие показатели теоретической урожайности отмечены у сортов Саратовская 7, Марусенька и Памяти Бамбышева. При худших условиях меньшая теоретическая урожайность наблюдалась у сортов Таловская 41 и Таловская 33.

Чем меньше квадратическое отклонение фактических показателей от теоретически ожидаемых – коэффициент стабильности, тем стабильнее сорт. Среди изучаемых нами сортов наиболее стабильным был сорт Марусенька ($Q d^2=0,0$). Самым нестабильным оказался сорт Памяти Бамбышева ($Q d^2=0,24$). Остальные сорта занимали промежуточное положение ($Q d^2 = 0,01-0,07$).

Выводы

Изучение сортов озимой ржи в условиях степного Крыма позволило выявить наиболее скороспелые, к которым относятся Саратовская 7, Марусенька и Памяти Бамбышева.

Коэффициент линейной регрессии показал, что большей отзывчивостью на улучшение условий выращивания обладают сорта Саратовская 7 и Марусенька ($b_i > 1$). Сорта Таловская 41, Таловская 33 и Памяти Бамбышева лучше использовать на экстенсивном фоне, где они дадут максимальную отдачу при минимуме затрат.

Анализ экологической пластичности и стабильности сортов ржи показал, что наиболее адаптивным при возделывании в условиях степного Крыма был сорт Марусенька, способный обеспечивать относительно высокую, но при этом стабильную урожайность не только в благоприятных, но и в контрастных условиях.

Литература

1. Потапова Г.Н. Выращивание ржи в Российской Федерации. АгроЖизнь. 2017. № 3 (70). С. 12–13.
2. Сысуюев В.А. Рожь – стратегическая зерновая культура в обеспечении продовольственной безопасности России. Хлебопечение. Кондитерская сфера. 2016. № 4 (66). С. 54–59.
3. Уткина Е.И. Селекция озимой ржи в условиях Волго-Вятского региона. Дис. ... д-ра с.-х. наук. Киров, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», 2017. 343 с.
4. Посевные площади, валовые сборы, урожайность сельскохозяйственных культур со всех земель Республики Крым. Статистический бюллетень. Симферополь, 2016. 115 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1971. Вып. 1. 249 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М: Колос, 1985. 308 с.
7. Eberhart S.A., Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 1966. Vol. 6. P. 36–38.
8. Пушкарев Д.В., Чурсин А.С., Кузьмин О.Г., Краснова Ю.С., Каракоз И.И., Шаманин В.П. Экологическая пластичность и стабильность сортов яровой мягкой пшеницы в степной зоне Омской области. Вестник Омского ГАУ. 2017. № 4 (28). С. 61–67.

References

1. Potapova G.N. Growing of rye in the Russian Federation. AgroZhizn. 2017. № 3 (70). P. 12–13.
2. Sysuev V.A. Rye – is a strategic grain crop to ensure Russia's food security. Baking. Confectionery sphere. 2016. № 4 (66). P. 54–59.
3. Utkina E.I. Selection of winter rye under the conditions of Volga-Vyatka region. Diss. ... Dr. Sc. (Agr). Kirov, Russian Timiryazev State Agrarian University, 2017. 343 p.
4. Sown areas, gross fees, crop yields from all lands of the Republic of Crimea. Statistical Bulletin. Simferopol, 2016. 115 p.
5. Methodology of state strain testing of agricultural crops. Edition. 1. General section. Moscow: Kolos, 1971. 249 p.
6. Dospekhov B.A. Methods of field research. Moscow: Kolos, 1985. 308 p.
7. Eberhart S.A., Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 1966. Vol. 6. P. 36–38.

8. Pushkarev D.V., Chursin A.S., Kuzmin O.G., Krasnova Yu.S., Karakoz I.I., Shamanin V.P. Ecological plasticity and stability of soft spring wheat varieties in the steppe zone of Omsk region. Bulletin of Omsk State Agrarian University. 2017. № 4 (28). P.61–67.

UDC: 633.14: 631. 526. 32

Radchenko L.A., Ganotskaya T.L., Radchenko A.F.

ESTIMATION OF THE ADAPTIVE QUALITIES OF WINTER RYE CULTIVATED UNDER THE CONDITIONS OF THE CRIMEA

Summary. *The aim of the research was to study new varieties of winter rye cultivating them under the conditions of steppe Crimea, estimate their productive potential and adaptive qualities. The experiments were conducted in 2015-2017 on the test plots of the Department of field crops of Federal State Budget Scientific Institution "Research Institute of Agriculture of Crimea", which are located in the central steppe zone of the Crimea. Three rye varieties of FSBSI "Agricultural Research Institute of South-East Region" (Saratov) selection – Saratovskaya 7, Marusenka, Pamyati Bambysheva and two varieties of FSBSI "V.V. Dokuchaev Research Institute of Agriculture of Central Chernozem (Black Earth) zone" (Voronezh) selection - Talovskaya 33 and Talovskaya 41 were studied. The area of experimental fields was 25 m², position of the variants is systematic, four-time replication. The seeding rate was 4 million pcs. of germinated seeds per hectare. Conducting field experiments was accompanied by appropriate observations, records, measurements and analyzes according to the methodology of Gossortoispytanie (state standard for strain testing). Statistical processing was carried out according to the method of B.A. Dospekhov. To calculate the plasticity and stability parameters, method of S.A. Eberhart and W.A. Russel was used. The results of the varieties estimation for productivity and plasticity (bi) in different years under different weather conditions are represented in the article. It was found that varieties Saratovskaya 7 and Marusenka possess greater responsiveness to the improvement of cultivating techniques (bi >1). These varieties are rather demanding for the high-level of farming technologies because only in this case they will provide the maximum response. Varieties Talovskaya 41, Talovskaya 33 and Pamyati Bambysheva are better used on an extensive background, where they will give maximum yield with minimum costs. Among studied varieties, the most stable was Marusenka ($Q d^2=0,0$). The most unstable variety was Pamyati Bambysheva ($Q d^2=0, 24$). Remaining studied varieties occupied an intermediate position ($Q d^2 = 0, 01-0,07$).*

Keywords: *winter rye, variety, adaptive qualities, productivity, plasticity, stability.*

Радченко Людмила Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: l-radchenko@ukr.net.

Ганоцкая Татьяна Леонидовна, младший научный сотрудник лаборатории семеноводства и сортоизучения новых генотипов отдела интродукции и технологий в полеводстве и животноводстве, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: ganotskaya.tanya@mail.ru.

Радченко Александр Федорович, старший научный сотрудник лаборатории семеноводства и сортоизучения новых генотипов отдела интродукции и технологий в полеводстве и животноводстве, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: o-radchenko@ukr.net.

Radchenko Lyudmila Anatolevna, Cand. Sc. (Agr.), Deputy Director for scientific work, Federal State Budgetary Scientific Institution “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150 Kievskaya Str., Simferopol, the Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: l-radchenko@ukr.net.

Ganotskaya Tatyana Leonidovna, junior research scientist of the Laboratory of seed growing and strain investigation of new genotypes of the Department of introductions and technologies in agriculture and livestock farming, Federal State Budgetary Scientific Institution “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150 Kievskaya Str., Simferopol, the Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: ganotskaya.tanya@mail.ru.

Radchenko Aleksandr Fedorovich, senior research scientist of the Laboratory of seed growing and strain investigation of new genotypes of the Department of introductions and technologies in agriculture and livestock farming, Federal State Budgetary Scientific Institution “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150 Kievskaya Str., Simferopol, the Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: o-radchenko@ukr.net.

Дата поступления в редакцию – 21.03.2018.

Дата принятия к печати – 04.04.2018.

DOI 10.25637/TVAN2018.01.07

УДК 633.18:581.142.043:631.559:631.524.7

Туманьян Н.Г., Кумейко Т.Б., Зеленский Г.Л., Ольховая К.К., Гаркуша С.В.,
Есаулова Л.В.

СЕЛЕКЦИЯ РИСА С ВЫСОКИМ КАЧЕСТВОМ ЗЕРНА

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»

Аннотация. Цель работы – оценить признаки качества и их вариабельность у зерна новых сортов (Каприз, Злата, Юбилейный 85, Яхонт, Наутилус, Азовский и Водопад) селекции ВНИИ риса, переданных в Государственную комиссию по сортоиспытанию в 2015-2016 гг. Погодно-климатические условия регистрировали по сумме эффективных температур в апреле-сентябре. По стандартным методикам проводили оценку крупности (массы 1000 абсолютно сухих зерен), пленчатости, стекловидности, трещиноватости, выхода крупы, размеров зерновки урожая 2013-2016 гг. У сорта Наутилус масса 1000 зерен варьирует от 25,0 г (2015 г.) до 25,5 г (2013 г.); у сорта Яхонт – от 27,6 (2015 г.) до 29,1 г (2013 г.). Стекловидность у сорта Наутилус варьировала от 82% в 2015 г. до 92% в 2013 г., у сорта Яхонт – от 79% (2016 г.) до 92% (2013 г.) Стекловидность у сорта Наутилус варьировала от 82% в 2015 г. до 92% в 2013 г., у сорта Яхонт – от 79% (2016 г.) до 92% (2013 г.) Высокие показатели трещиноватости зерна наблюдали в 2015 г. у сортов Рапан, Флагман и Яхонт, в 2016 г. – у сорта Яхонт. Невысокой вариабельностью обладает признак «крупность зерновки» у сорта Наутилус ($CV=1,41$). Вариабельность признака «стекловидность» у сортов Наутилус и Яхонт ($CV=5,79$ и $7,90$ соответственно) выше, чем у сортов стандартов Рапан и Флагман ($CV=2,33$ и $3,04$ соответственно). Вариабельность признака «содержание целого ядра в крупе» у сортов стандартов Флагман была наименьшей ($CV=0,60$), а у сорта Рапан – наибольшей ($CV=10,61$). Сделан вывод о необходимости накопления, хранения и использования в селекционном процессе многолетних данных исследований образцов, переданных в Госсортокомиссию РФ. Результаты работы позволят оптимизировать подбор родительских пар, прогнозировать изменчивость сортов по важнейшим признакам качества зерна в агроклиматических зонах выращивания, вести направленную селекцию сортов для регионов рисосеяния.

Ключевые слова: рис, признаки качества риса, банк данных, селекционный процесс.

Введение

В мире существует два основных типа потребления риса – «восточный» в странах Азии и «западный» – в странах Европы и в США. Если на Востоке рис – основной продукт ежедневного питания, то на Западе его потребляют значительно меньше. Потребление рисовой крупы на душу населения в европейских странах – 1-10 кг в год, в Китае – около 100 кг, Индонезии и Сьерра Леоне – до 200 кг. Рис является традиционным продуктом питания во многих странах, он – основа для выработки диетического питания, муки, протеинового концентрата, воска, твердых масел, экстрактов витаминов, фурфурола, фитина, крахмала, рисового масла; из него получают зародыш, зародышевые обезжиренные хлопья и др. [6, 20].

Рисопроизводящие страны осуществляют непрерывную селекцию сортов риса с высокими признаками качества, которые позволяют вырабатывать конкурентоспособные рисопродукты [20]. В российских селекционных центрах по рису – ВНИИ риса, Аграрном Научном центре «Донской» (ВНИИЗК имени И.Г. Калиненко) разрабатывают направления селекции, в задачи которых входит создание сортов с различной формой и крупностью зерновки, определенным

содержанием в ней белка и амилозы – для детского и диетического питания, пивоварения; с высоким содержанием микроэлементов и антиоксидантов (цветные сорта) – для пропаривания, кулинарии. При этом высокие потребительские достоинства должны сопровождаться высокими технологическими признаками качества (низкой способностью зерна к трещинообразованию, высоким общим выходом крупы и содержанием целого ядра в крупе) [6, 8, 11].

Селекционный процесс риса включает этапы подбора родительских пар, гибридизацию, отборы лучших образцов на основе результатов оценки различных агробиологических признаков в гибридном, селекционном, контрольном питомниках, в конкурсном сортоиспытании и в питомниках размножения; передачу ценных образцов в Госсортосеть [8, 10, 12, 13]. Отбор перспективных образцов на этапах селекционного процесса проводят с учетом результатов оценки хозяйственно ценных признаков (урожайности, различных видов устойчивости и др.) и признаков качества зерна риса. Признаки качества зерна – важнейшие параметры сорта, которые находятся во взаимосвязи друг с другом и зависят от условий вегетации риса. Например, изменчивость сортов риса при перестое на корню по технологическим признакам качества зерна имеет различный характер, что является важнейшим фактором селекционного процесса [15, 16]. Особое место в селекции занимают новые информационные технологии, примером которых является Банк данных, позволяющий оптимизировать проведение фундаментальных и прикладных исследований по созданию новых высокопродуктивных конкурентоспособных сортов риса [7].

Сорта Каприз, Злата, Яхонт, Наутилус, Юбилейный 85, Азовский и Водопад переданы в 2015-2016 гг. в Госкомиссию по сортоиспытанию оригинатором ВНИИ риса. При этом обосновано изучение технологических признаков качества зерна этих сортов в целях получения урожаев высокого качества в различных погодных условиях. Во ВНИИ риса проведена большая работа по созданию информационного ресурса с использованием компьютерных технологий и каталогизация фонда культур для повышения эффективности селекции «Банк данных образцов риса посевного *Oryza S.L.*» [9, 18]. Параллельно в рамках работ по грантам РФФИ № 13-04-96550 и № 16-07-230000 ВНИИ проводит разработку и создание Банка данных «Качество риса» [14, 17].

В IRRI (Международном институте риса, Филиппины) развивается и непрерывно пополняется новой генетической плазмой ICIS (International Crop Information Systems); функционирует международная информационная система по рису International Rice Information System – IRIS [21, 22]. Изучение признаков качества нового перспективного селекционного материала сортов риса в различных климатических условиях вегетации актуально в связи с необходимостью прогнозирования качества зерна у новых сортов. Внесение в соответствующие банки данных результатов многолетних исследований признаков качества зерна на этапах создания сорта позволит оптимизировать процессы создания новых высокопродуктивных сортов риса с высоким качеством зерна.

Цель работы – оценить признаки качества зерна новых сортов (Каприз, Злата, Юбилейный 85, Яхонт, Наутилус, Азовский и Водопад) селекции ВНИИ риса, переданных в Государственную комиссию по сортоиспытанию в 2015 и 2016 гг. Задачи исследований: определение параметров крупности зерновки, пленчатости, стекловидности, трещиноватости зерна, размеров зерновки, выхода крупы и их вариабельности.

Материалы и методы исследования

Материал исследований – зерно риса сортов селекции ВНИИ риса, сортов питомников конкурсного сортоиспытания, контрольного питомника – среднезерных сортов Каприз, Наутилус, короткозерных – Юбилейный 85, Яхонт, Азовский, длиннозерного сорта Злата и крупнозерного сорта Водопад выращенных на опытно-производственном участке (ОПУ) ВНИИ риса Краснодарского края в 2013-2016 гг. (повторность вариантов опыта четырехкратная, расположение вариантов рендомизированное, площадь делянок в опыте составила 20 м²). Стандарты – сорта Рапан, Флагман, Новатор, которые используют для исследования в контрольном питомнике и питомнике конкурсного сортоиспытания.

Почва участка – рисовая, лугово-черноземная, слабосолонцеватая, тяжелосуглинистая, пахотный горизонт с содержанием общего гумуса 2,9% (по Тюрину И.В.), легко-гидролизуемого азота – 4,3 мг/100 г [1], общего – 0,32%; подвижного фосфора – 4,1 мг/100 г и подвижного калия – 21,9 мг/100 г почвы (по Кирсанову А.Т.), рН – 7,7 (определяли потенциометрическим методом) [10]. Посев рядовой. Норма высева – 7 млн шт. всхожих семян на 1 га. Азотно-фосфорно-калийный фон – N₁₂₀P₅₀K₃₀. Режим орошения – укороченное затопление. Агротехника выращивания культуры в опыте соответствовала рекомендациям ВНИИ риса [1, 19].

Зерновки риса шелушили на шелушительной установке «Сатаке» (Япония), шлифовали на установке ЛУР 1М. Массу 1000 зерен, пленчатость, стекловидность определяли по ГОСТам [3-5], трещиноватость с помощью диафаноскопа ДСЗ-3, линейные размеры зерновки и отношение длины зерновки к ширине (l/b) на сканере (система анализа изображений LA 2400, WinFOLIA, WinRHIZO, WinSEEDLE, Канада), выход и качество крупы на установке ЛУР-1М по схеме, близкой к производственной. Погодно-климатические условия оценивали по сумме эффективных температур в апреле-сентябре (таблица 1).

Таблица 1 – Сумма эффективных (выше 10 °С) температур воздуха в апреле-сентябре 2013-2016 гг., °С

Месяц	Декада	Год исследований				Средняя многолетняя сумма эффективных температур, °С
		2013	2014	2015	2016	
Апрель	I	-	7	5	39	-
	II	-	49	16	89	-
	III	-	77	40	130	28
Май	I	147	138	63	160	78
	II	245	239	130	231	146
	III	371	362	248	320	250
Июнь	I	474	484	360	404	345
	II	608	593	489	530	449
	III	752	709	610	691	562
Июль	I	901	846	758	831	687
	II	1058	1009	875	990	819
	III	1196	1187	1051	1144	971
Август	I	1330	1363	1232	1324	1108
	II	1490	1537	1299	1484	1235
	III	1657	1690	1363	1677	1363
Сентябрь	I	1740	1844	1500	1807	1456
	II	1827	1934	1602	1904	1530
	III	1861	1983	1738	1942	1586

Для обработки результатов исследования использовали метод дисперсионного анализа (однофакторный, двухфакторный); математическую и статистическую обработку данных проводили согласно методикам Доспехова с помощью программ Microsoft Exel и Статистика 6,0 [8].

Результаты и их обсуждение

В 2015 г. на испытания в Госсортосеть переданы сорта Каприз, Злата. Высокостекловидный среднезерный сорт Каприз ($l/b=2,2$) характеризовался небольшой крупностью (21,2 г) и высоким общим выходом крупы (70,7%) (таблица 2).

Таблица 2 – Технологические признаки качества зерна сортов, переданных в Госсорткомиссию, 2015 г.

Признак	Сорт			
	Рапан (st)	Флагман (st)	Каприз	Злата
Масса 1000 зерен, г	23,7	21,8	21,2	23,8
Пленчатость, %	19,6	18,9	17,1	21,3
Стекловидность, %	97	97	96	88
Трещиноватость, %	35	24	42	25
Общий выход крупы, %	70,4	71,1	70,7	67,5
Отношение длины зерновки к ширине (l/b)	2,0	2,0	2,2	3,3
Содержание целого ядра в крупе, %	70,0	94,2	69,2	73,4

Перспективный сорт Злата имел достаточно высокую для длиннозерных сортов массу 1000 зерен – 23,8 г. Трещиноватость зерен сорта соответствовала (или была незначительно ниже) уровню сортов стандартов – 25%.

В 2016 г. ВНИИ риса переданы на испытания в Госсорткомиссию сорта Яхонт, Наутилус, Юбилейный 85, Азовский и Водопад. Технологические признаки сортов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технологические признаки качества зерна сортов, переданных в Госсортосеть, 2016 г.

Признак	Сорт							
	Рапан (st)	Флагман (st)	Новатор	Водопад	Яхонт	Наутилус	Юбилейный 85	Азовский
Масса 1000 зерен, г	26,0	25,6	26,0	35,8	28,6	25,0	28,5	22,3
Пленчатость, %	18,7	18,7	21,0	18,8	17,7	18,1	21,0	21,6
Стекло-видность, %	93,0	91,0	83,0	54,0	89,0	84,0	94,0	78,0
Трещиноватость, %	10,0	8,0	48,0	16,0	9,0	10,0	8,0	17,0
Общий выход крупы, %	70,2	72,3	74,0	69,8	73,6	70,4	72,0	69,2
Отношение длины зерновки к ширине (l/b)	1,9	1,9	2,2	2,5	2,2	1,9	1,9	1,9
Содержание целого ядра в крупе, %	89,7	92,9	59,7	86,0	86,4	94,8	92,5	83,5

Сорта Наутилус, Юбилейный 85 и Азовский принадлежат к группе короткозерных сортов ($l/b=1,9$). У сорта Юбилейный 85 зерновка крупная – 28,5 г для массы 1000 зерен, у сорта Наутилус – сравнимая по крупности с зерновками сортов-стандартов – 25-26 г для массы 1000 зерен. Высокой стекловидностью

характеризовался сорт Юбилейный 85 – 94%. Все три сорта имели высокие характеристики содержания целого ядра в крупе – 83,5-94,8%. Сорт Юбилейный 85 имел наилучшие характеристики признаков качества зерна в урожае 2016 г.

Представители среднезерной группы сортов из переданных на испытания в Госсортосеть в 2016 г., имели следующие показатели отношения длины зерновки к ее ширине: сорт Яхонт – 2,2, Водопад – 2,5. У сорта Яхонт зерновка крупная – 28,6 г по массе 1000 зерен. Сорт Водопад по крупности зерновки отнесен к крупнозерным сортам риса (35 г масса 1000 зерен).

Трешиноватость зерна у Яхонта (9%) сравнима с соответствующим показателем у сортов стандартов Флагман (8%) и Рапан (10%). У сорта Водопад показатель признака несколько выше – 16%, что обусловлено большой крупностью его зерновки.

Стекловидность зерна у сорта Водопад низкая – 54%. Сорта с низкой стекловидностью и высокой массой 1000 зерен, как правило, рекомендуют для приготовления блюд типа ризотто и паэльи в итальянской и испанской кулинарии, то есть рисовых блюд с добавлением большого количества дополнительных ингредиентов. При этом такой рис характеризуется высокой способностью впитывать ароматы этих ингредиентов. Исследования агробиологических характеристик новых сортов селекции ВНИИ риса будут продолжены в 2017 и 2018 гг. на госсортоучастках Государственной комиссии России по испытанию и охране селекционных достижений (ФГБУ «Госсортокомиссии»).

Установлена изменчивость сортов по признакам качества зерна образцов риса в зависимости от агроклиматических условий вегетации. Сумма эффективных температур воздуха была на уровне многолетних (1363 °С) в конце вегетационного периода (третья декада августа) только в 2015 г. В 2013, 2014 и 2016 гг. такие температуры регистрировали уже в первую декаду августа (см. таблицу 1).

В урожае 2013-2016 гг. у сортов Яхонт, Наутилус, Флагман отмечена высокая вариабельность признаков качества зерна: массы 1000 зерен, пленчатости, содержания целого ядра в крупе, трешиноватости. У сорта Наутилус масса 1000 зерен варьирует от 25,0 г (2015 г.) до 25,5 г (2013 г.); у сорта Яхонт – от 29,1 (2016 г.) до 27,6 г (2015 г.). Стекловидность зерна у сорта Наутилус находилась в пределах от 82% в 2015 г. до 92% в 2013 г. а у сорта Яхонт – от 79% в 2016 г. до 92% в 2013 г.

Высокой изменчивостью характеризовались сорта по признаку «трешиноватость». Высокую трешиноватость зерна наблюдали у сортов в 2015 и 2016 гг. и у сортов стандартов Рапан и Флагман в 2013 г. Если максимальная трешиноватость у сорта стандарта Рапан была 35% и сорта стандарта Флагман 24% в 2015 г., то у сортов Яхонт и Наутилус в 2016 г. – 12% (таблицы 4, 5).

Максимальные значения признака «содержание целого ядра» наблюдали у сорта Яхонт в 2013 и 2014 гг. – 98,3 и 98,6% соответственно, у сорта Наутилус в 2013 и 2015 гг. – 99,8 и 94,9%, у сорта стандарта Рапан в 2013 и 2014 гг. – 89,7 и 92,7% и у сорта стандарта Флагман в 2013 и 2015 гг. – 94,3 и 94,2%. Подтверждена отрицательная корреляция ($r=-0,82$) между признаками «трешиноватость» и «содержание целого ядра в крупе»: повышение трешиноватости зерна приводит к снижению содержания целого ядра в крупе.

Признак «отношение длины зерновки к ширине» варьировал у Рапана и Флагмана от 1,9 до 2,0; у сорта Яхонт от 2,1 до 2,5, у сорта Наутилус от 1,9 до 2,1.

Исходя из того, что вариация признака считается слабой, если коэффициент вариации не превышает 33,3%, вариации признаков качества зерна: массы 1000 а. с. з., пленчатости, стекловидности, отношения длины зерновки к ширине (l/b), содержания целого ядра в крупе являются слабыми, а вариация признака

«трещиноватость» сильной. Наименее вариабельна крупность зерновки у сортов Флагман (CV=1,77), Наутилус (CV=1,41).

Вариабельность признака «стекловидность» у сортов Наутилус (CV=5,79) и Яхонт (CV=7,90) выше, чем у сортов стандартов Рапан (CV=2,33) и Флагман (CV=3,04).

Вариабельность признака «содержание целого ядра в крупе» у сорта стандарта Рапан (CV=10,61) выше, чем у Флагмана и новых сортов Наутилус и Яхонт (CV=0,60; 2,51; 2,35).

Высокие коэффициенты вариации показателей признака трещиноватости свидетельствуют о влиянии на него погодных условий в период вегетации риса. Низкая вариабельность признаков свидетельствует о высокой стабильности сортов. В связи с этим стабильными по признакам качества зерна можно считать сорта Флагман (стандарт) и новый сорт Наутилус.

Таблица 4 – Технологические признаки качества зерна новых сортов риса селекции ВНИИ риса

Год сбора урожая	Признак	Сорт			
		Рапан (st)	Флагман (st)	Яхонт	Наутилус
2013	Масса 1000 зерен, г	26,0	25,3	28,8	25,5
	Пленчатость, %	18,7	18,3	17,0	17,5
	Стекловидность, %	93,0	98,0	96,0	92,0
	Трещиноватость, %	10,0	10,0	1,0	1,0
	Отношение длины зерновки к ширине (l/b)	1,9	2,0	2,5	2,1
	Содержание целого ядра в крупе, %	89,7	94,3	98,3	99,8
2014	Масса 1000 зерен, г	25,6	25,2	28,0	24,5
	Пленчатость, %	18,7	18,7	17,8	16,0
	Стекловидность, %	91,0	98,0	96,0	94,0
	Трещиноватость, %	8,0	10,0	1,0	12,0
	Отношение длины зерновки к ширине (l/b)	1,9	2,1	2,4	2,2
	Содержание целого ядра в крупе, %	92,9	93,6	98,6	93,5
2015	Масса 1000 зерен, г	23,7	24,4	27,6	25,0
	Пленчатость, %	19,6	18,9	17,6	19,1
	Стекловидность, %	97,0	97,0	95,0	82,0
	Трещиноватость, %	35,0	24,0	8,0	6,0
	Отношение длины зерновки к ширине (l/b)	2,0	2,0	2,4	1,9
	Содержание целого ядра в крупе, %	70,0	94,2	95,4	94,9
2016	Масса 1000 зерен, г	26,0	25,6	29,1	25,0
	Пленчатость, %	18,7	18,7	17,8	18,1
	Стекловидность, %	93,0	91,0	79,0	84,0
	Трещиноватость, %	10,0	8,0	12,0	10,0
	Общий выход крупы, %				
	Отношение длины зерновки к ширине (l/b)	1,9	1,9	2,1	1,9
	Содержание целого ядра в крупе, %	89,6	92,9	93,1	94,8

Таблица 5 – Средние значения и вариабельность технологических признаков качества зерна новых сортов риса селекции ВНИИ риса, урожай 2013-2016 гг.

Признак	Сорт							
	Рапан (st)		Флагман (st)		Яхонт		Наутилус	
	CV	Ср	CV	Ср	CV	Ср	CV	Ср
Масса 1000 зерен, г	3,76	25,3	1,77	25,1	2,12	29,4	1,41	25,0
Пленчатость, %	2,06	18,9	1,17	18,7	1,87	17,6	6,36	17,7
Стекловидность, %	2,33	93,5	3,04	96,0	7,90	90,5	5,79	88,0
Трещиноватость, %	70,76	15,8	49,25	13,0	85,76	5,5	58,01	7,3
Отношение длины зерновки к ширине (l/b)	2,3	1,9	3,54	2,0	6,38	2,3	6,42	2,0
Содержание целого ядра в крупе, %	10,61	85,6	0,60	93,8	2,35	96,4	2,51	95,8

Примечание: CV – вариабельность, Ср – среднее значение.

В связи с высоким варьированием показателей признаков качества зерна селекционного материала в различных погодно-климатических условиях вегетации необходимо проведение многолетних исследований признаков качества зерна на всех этапах селекционного процесса. Хранение, наполнение, извлечение, манипулирование данными по признакам качества зерна на этапах гибридного, селекционного, контрольного питомников, а также конкурсного, производственного сортоиспытания востребовано для решения задач создания сортов риса с высоким качеством зерна.

Выводы

Селекционный центр ВНИИ риса ежегодно создает и передает в Госсортокомиссию РФ сорта с высокими агробиологическими характеристиками, в том числе с высокими признаками качества зерна.

В работе установлена изменчивость сортов по признакам качества зерна образцов риса в зависимости от погодных условий вегетации.

Урожае 2013-2016 гг. у сортов Яхонт, Наутилус, Флагман и Рапан отмечена высокая вариабельность признака качества зерна «трещиноватость» – 49,25-85,76%; низкая вариабельность признаков качества: массы 1000 а. с. з. – 1,41-3,76%, пленчатости – 1,17-6,36%, содержания целого ядра в крупе – 0,60-10,61%, размеров зерновки – 2,30-6,42%. Сорта Флагман (стандарт) и новый сорт Наутилус наиболее стабильные по признаку качества зерна.

Использование результатов многолетних исследований позволит оптимизировать подбор родительских, прогнозировать изменчивость сортов по важнейшим признакам качества зерна, вести направленную селекцию сортов для регионов рисосеяния, стабильных по признакам качества зерна.

Исследование выполнено в рамках Госзадания РАН № 0685-214-0008 и при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Администрации Краснодарского края (грант № 16-47-230000 р_а).

Литература

1. Александрова Л.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. Л.: Агропромиздат, 1986. 295 с.
2. ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен и 1000 семян; введ. 1999-07-01. Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации. М.: изд-во стандартов, 2009. 20 с.
3. ГОСТ 10843-76. Метод определения пленчатости; введ. 1976-07-01. – Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации. М.: изд-во стандартов, 2009. 20 с.

4. ГОСТ 10987-76. Метод определения стекловидности; введ. 1977-06-01. – Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации. М.: изд-во стандартов, 2009. 20 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Зеленский Г.Л., Зеленский А.Г., Ромащенко Т.А., Стукалова В.В., Самойлова А.С. Сорты риса, созданные для выработки продуктов лечебного и детского питания // Пищевая индустрия. 2015. № 4 (26). С. 14–17.
7. Карпова Т.С. Базы данных: модели, разработка, реализация. СПб.: Питер, 2001. 304 с.
8. Коротенко Т.Л., Туманьян Н.Г., Петрухненко А.А. Биологические особенности и качество зерна сортов риса отечественной и зарубежной селекции в экологических условиях Кубани // Рисоводство. 2016. № 1-2 (30-31). С. 23–33.
9. Коротенко Т.Л., Ковалев В.С., Супрун И.И. Селекционная оценка высоко- и среднеамилозных образцов генофонда риса для формирования признаков коллекции // Рисоводство. 2017. № 1 (34). С. 6–13.
10. Коротенко Т.Л., Петрухненко А.А. Хозяйственно-ценные признаки зарубежных и отечественных сортов риса различного морфотипа растений в экологических условиях Кубани // Рисоводство. 2015. № 3-4 (28-29). С. 17–25.
11. Костылев П.И. Направления и методы современной селекции риса // Рисоводство. 2008. № 13. С. 7–15.
12. Кумейко Т.Б. Изучение признаков качества сортообразцов риса рабочей коллекции в целях использования в создании новых сортов // Материалы XVI Международной научно-практической конференции «Стратегические направления развития АПК стран СНГ». Барнаул, Алтайская лаборатория СибНИИЭСХ СФНЦА РАН, 27-28 февраля 2017. С. 497–499.
13. Кумейко Т.Б., Туманьян Н.Г. Технологические признаки качества зерна сортообразцов риса генетической коллекции // Сборник международной научно-практической конференции, посвященной году экологии в России «Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства». Астраханская область, с. Солоное Займище, ФГБНУ «ПНИИАЗ», 18-19 мая 2017. С. 881–885.
14. Туманьян Н.Г., Папулова Э.Ю., Кумейко Т.Б. Классификация цветных сортов риса (с красным и черным перикарпом зерновки), как объектов генетической коллекции на основе анализа количественных признаков качества // АПК Достижения науки и техники. 2016. № 3. С. 57–61.
15. Туманьян Н.Г., Кумейко Т.Б., Зеленский Г.Л., Ольховая К.К., Госпадинова В.И., Коротенко Г.Л., Остапенко Н.В. Оценка технологических признаков качества зерна сортов риса в условиях перестоя на корню в условиях формирования агрегированного интегрального показателя качества зерна для базы генетических ресурсов риса // Зерновое хозяйство России. 2016. № 5. С. 43–45.
16. Папулова Э.Ю., Кумейко Т.Б., Туманьян Н.Г. Влияние перестоя растений риса на корню на амилографические признаки дисперсии крахмала зерновки // Материалы X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И.С. Косенко. Краснодар: КубГАу, 29-30 ноября 2017. С. 896–987.
17. Туманьян Н.Г., Зеленский Г.Л., Ольховая К.К., Остапенко Н.В., Кумейко Т.Б. Показатели признаков качества зерна риса подвидов *indica* и *japonica* коллекционных образцов российской и зарубежной селекции // Научный журнал КУБГАУ. 2014. № 94 (10). [Электронный ресурс]. Точка доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/pokazateli-priznakov-kachestva-zerna-risa-podvidov-indica-i-japonica-kollektsionnyh-obraztsov-rossiyskoy-i-zarubezhnoy-selektcii> (дата обращения 13.03.2018).
18. Свидетельство о государственной регистрации баз данных № 2016620143 «Банк данных образцов риса посевного *Oryza sativa* L.», ФИПС / Коротенко Т.Л., Гаркуша С.В. Лозовой А.С.; заявитель ФГБНУ «ВНИИ риса». № 2015621532; заявл. 08.12.2015; зарегистрировано в Реестре баз данных 01.02.2016.
19. Система рисоводства Краснодарского края: рекомендации / под общей ред. Харитонов Е.М. Краснодар: изд-во ВНИИ риса. 2011. 316 с.
20. Туманьян Н.Г., Кумейко Т.Б. Увеличение биологической ценности рисопродуктов при расширении сортимента риса специального назначения // Материалы V Международной научной конференции с элементами научной школы для молодежи: Качество и экологическая безопасность пищевых продуктов и производств. Тверь, Тверской государственный университет, 15-19 марта 2017. С. 147–150.
21. Bruskiewich R.M., Cosico A.B., Eusebio W, Portugal A.M., Ramos L.M., Reyes M.T., Sallan M.A., Ulat V.J., Wang X., McNally K.L., Sackville Hamilton R., McLaren C.G. Linking genotype to phenotype: the International Rice Information System (IRIS) // Bioinformatics. 2003. No. 19 Suppl. 1. P. 63–65.

22. Alercia A. Diulgheroff S., Mackay M. Rome, FAO and Bioversity International. Rome. 2004. P. 10–15. [Электронный ресурс]. Точка доступа: http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx_news/1526.pdf (дата обращения 24.12.2014).
23. Juliano, B.O. Rice Chemistry and Quality. Manila, Philippines, Production by Island Publishing House, Inc. Sta. Mesa. 2003. 480 p.

References

1. Aleksandrova L.N., Naidenova O.A. Laboratory and practical work in soil studies. Leningrad: Agropromizdat, 1986. 295 p.
2. GOST 10842-89. Cereals, pulses and oilseeds. Method for determination of 1000 kernels or seeds weight; effective date 1999-07-01. Interstate Council on Standardization, Metrology and Certification. Moscow: Publishing Standards, 2009. 20 p.
3. GOST 10843-76. Grain. Method for determination of filmness; effective date 1976-07-01. Interstate Council on Standardization, Metrology and Certification. Moscow: Publishing Standards, 2009. 20 p.
4. GOST 10987-76. Grain. Methods for determination of vitreousness; effective date 1977-06-01. Interstate Council on Standardization, Metrology and Certification. Moscow: Publishing Standards, 2009. 20 p.
5. Dospikhov, B.A. Methods of field research. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
6. Zelenskiy G.L., Zelenskiy A.G., Romaschenko T.A., Stukalova V.V., Samoylova A.S. Rice varieties bred for the development of products of medical and baby food // Food industry. 2015. No. 4 (26). P. 14–17.
7. Karpova T.S. Databases: models, development, implementation. SPb.: Piter, 2001. 304 p.
8. Korotenko T.L., Tumanyan N.G., Petrukhnenko A.A. Biological properties and grain quality of rice varieties of domestic and foreign breeding in environmental conditions of Kuban Region // Rice growing. 2016. No 1-2 (30-31). P. 23–33.
9. Korotenko T.L. Kovalev V.S., Suprun I.I. Breeding evaluation of high- and medium amylose varieties from rice gene pool for forming feature collection // Rice growing. 2017. No. 1 (34). P. 6–13.
10. Korotenko T.L., Petrukhnenko A.A. Agronomic traits of foreign and domestic rice varieties with different morphotypes of plant in environmental conditions of Kuban Region // Rice growing. 2015. No. 3-4 (28-29). P. 17–25.
11. Kostylev P.I. Directions and methods of modern rice breeding // Rice growing. 2008. No. 13. P. 7–15.
12. Kumeiko, T.B. The study of quality traits of rice samples of the working collection for use in the development of new varieties // Strategic Directions for the Development of Agroindustrial Complex of the CIS Countries: materials of the 16th International Scientific and Practical Conference. Barnaul, 27-28 February 2017. P. 497–499.
13. Kumeiko T.B., Tumanyan N.G. Technological traits of grain quality of rice varieties from genetic collection // Scientific and practical ways to improve environmental sustainability and socio-economic support of agricultural production. Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the year of ecology in Russia. Astrakhan region, Solenoe Zaymische: PNIIZ, 18-19 May 2017. P. 881–885.
14. Tumanyan N.G., Papulova E.Yu., Kumeiko T.B. Classification of colored rice varieties (with red and black pericarp) as objects of genetic collection on the basis of analysis of quantitative characters of quality // Achievements of Science and Technology of AIC. 2016. No. 3. P. 57–61.
15. Tumanyan N.G., Kumeiko T.B., Zelenskiy G.L., Olkhovaya K.K., Gospadinova V.I., Korotenko G.L. The assessment of technological traits of rice grain quality in the conditions of their overmature stand to form aggregated (integral) index of grain quality // Grain economy of Russia. 2016. No. 5. P. 43–45.
16. Papulova E.Yu., Kumeiko T.B., Tumanyan N.G. Influence of rice plant overmature standing on the amylographic features of the starch dispersion of the grains // Collection of articles on the materials of the X All-Russian Conference of Young Scientists, dedicated to the 120th anniversary of I.S. Kosenko. Krasnodar: KubSAU, 29-30 November 2017. P. 896–987.
17. Tumanyan N.G., Zelenskiy G.L., Olkhovaya K.K., Ostapenko N.V., Kumeiko T.B. Indicators of grain quality traits of *indica* and *japonica* collection samples of Russian and foreign breeding // KubSAU Scientific journal. 2014. No 94 (10). [Electronic resource]. Access point: <http://ej.kubagro.ru/2014/12/pdf/24.pdf> (reference's date 24.12.2014).
18. State Registration Certificate of Databases № 2016620143 “Database of Oryza S.L. samples”, Russian Federal Institute of Industrial Property (FIPS) / Korotenko T.L., Garkusha, S.V., Lozovoy A.S.; applicant FSBSI “All-Russian Rice Research Institute”. № 2015621532; applied 08.12.2015; registered 01.02.2016.
19. Rice-growing system of Krasnodar region: recommendations. Ed. by Kharitonov E.M., Krasnodar: ARRRI. 2011. 316 p.
20. Tumanyan N.G., Kumeiko T.B. Increase in the biological value of rice products when expanding the assortment of rice for special purposes // Quality and environmental safety of food products

and industries: materials of the V International scientific conference with the elements of scientific school for youth. Tver: Tver State University, 15-19 March 2017. P. 147–150.

21. Bruskiwich R.M., Cosico A.B., Eusebio W, Portugal A.M., Ramos L.M., Reyes M.T., Sallan M.A., Ulat V.J., Wang X., McNally K.L., Sackville Hamilton R., McLaren C.G. Linking genotype to phenotype: the International Rice Information System (IRIS) // Bioinformatics. 2003. No 19. Suppl. 1. P. 63–65.

22. Alercia A. Diulgheroff S., Mackay M. Rome, FAO and Bioversity International. Rome. 2004. P. 10–15. [Electronic resource]. Access point: http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx_news/1526.pdf (reference's date 24.12.2014).

23. Juliano B.O. Rice Chemistry and Quality. Manila, Philippines, Production by Island Publishing House, Inc. Sta. Mesa. 2003. 480 p.

UDC 633.18:581.142.043:631.559:631.524.7

Tumanyan N.G., Kumeiko T.B., Zelenskiy G.L., Olkhovaya K.K., Garkusha S.V.,
Yesaulova L.V.

RICE BREEDING FOR GRAIN QUALITY

Summary. *The aim of the work is to assess the characteristics of grain quality and variability of new rice varieties (Kapriz, Zlata, Yubileyniy 85, Yakhont, Nautilus, Azovskiy and Vodopad) bred by ARRI and submitted to the State Commission for the Testing of New Varieties of Agricultural Plants in 2015-2016. Weather and climatic conditions were recorded according to the sum of effective temperatures during the growing period from April until September. According to standard methods, grain quality characteristics were measured in 2013-2016.: fineness (weight of 1000 absolutely dry grains), filminess, vitreousness, fracturing, grain yield, grain size. For variety Nautilus weight of 1000 absolutely dry grains varies from 25,0 g (2015) to 25,5 (2013); for variety Yakhont – from 27,6 (2015) to 29,1 (2013). Vitreousness varies from 82% in 2015 to 92% in 2013 for variety Nautilus and from 79% (2016) to 92% (2013) for variety Yakhont. High rates of grain fracturing were observed in 2015 for varieties Rapan, Flagman and Yakhont, in 2016 – for variety Yakhont. Characteristic "fineness of grain" for variety Nautilus (CV=1,41) has low variability. The variability of "vitreousness" for varieties Nautilus and Yakhont (CV=5.79 and CV=7.90, respectively) was higher than that for the varieties Rapan and Flagman (CV=2.33 CV=3.04, respectively). The variability of the characteristic "whole kernel content in the cereal" for standard variety Flagman was the lowest (CV=0.60), and for variety Rapan - the largest (CV=10.61). It was concluded that it is necessary to accumulate, store and use in the selection process long-term data on the samples submitted to the State Commission of the Russian Federation. The results of long-term research will allow to optimize the selection of parental pairs, to predict variability of varieties on the most important traits of grain quality in agro-climatic zones of cultivation, to conduct direct breeding work of varieties for rice growing regions.*

Key words: *rice, rice quality traits, data bank, breeding process.*

Туманьян Наталья Георгиевна, доктор биологических наук, заведующая лабораторией ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»; 350921, Россия, г. Краснодар, п. Белозерный, № 3; e-mail: TNGeneraG@yandex.ru.

Кумейко Татьяна Борисовна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»; 350921, Россия, г. Краснодар, п. Белозерный, № 3; e-mail: tatkumejko@yandex.ru.

Зеленский Григорий Леонидович, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»; 350921, Россия, г. Краснодар, п. Белозерный, № 3; e-mail: Zelensky08@mail.ru.

Ольховая Кнарик Карапетовна, младший научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»; 350921, Россия, г. Краснодар, п. Белозерный, № 3; e-mail: KnarikOI@yandex.ru.

Гаркуша Сергей Валентинович, доктор сельскохозяйственных наук, директор, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»; 350921, Россия, г. Краснодар, п. Белозерный, № 3; e-mail: arri_kub@mail.ru.

Есаулова Любовь Владимировна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»; 350921, Россия, г. Краснодар, п. Белозерный, № 3; e-mail: l.esaulova@mail.ru.

Tumanyan Natalia Georgievna, Dr. of Sc. (Biol.), head of laboratory, Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Rice Research Institute”; 350921, Russia, Krasnodar, 3 Belozerny; e-mail: TNGeraG@yandex.ru.

Kumeyko Tatiana Borisovna, Cand. of Sc. (Agr.), Senior scientist, Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Rice Research Institute”; 350921, Russia, Krasnodar, 3 Belozerny; e-mail: tatkumejko@yandex.ru.

Zelenskiy Grigoriy Leonidovich, Dr. of Sc. (Agr.), Leading researcher, Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Rice Research Institute”; 350921, Russia, Krasnodar, 3 Belozerny; e-mail: Zelensky08@mail.ru.

Olkhovaya Knarik Karapetovna, junior scientist, Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Rice Research Institute”; 350921, Russia, Krasnodar, 3 Belozerny; e-mail: KnarikOl@yandex.ru.

Garkusha Sergey Valentinovich, Dr. of agriculture, director, Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Rice Research Institute”; 350921, Russia, Krasnodar, 3 Belozerny; e-mail: arri_kub@mail.ru.

Yesaulova Lubov Vladimirovna, Cand. of Sc. (Biol.), Leading researcher, Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Rice Research Institute”; 350921, Russia, Krasnodar, 3 Belozerny; e-mail: l.esaulova@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 12.07.2017.

Дата принятия к печати – 20.12.2018.

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ
PROCESSES AND MACHINES OF AGROENGINEERING SYSTEMS

DOI 10.25637/TVAN2018.01.08

УДК 616.616

Гавричкин А.А.¹, Павлов С.Д.¹, Федорова О.А.¹, Хлызова Т.А.², Сивкова Е.И.¹

**ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ УНИВЕРСАЛЬНОЙ
УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРЫСКИВАНИЯ ЖИВОТНЫХ**

¹«Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной энтомологии и арахнологии – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук»

²Тобольская комплексная научная станция УрО РАН

***Аннотация.** В статье приведено описание основных технических характеристик и тестирование универсальной установки для опрыскивания животных. Установка для опрыскивания животных включает штангу из двух ветвей, соединенных поливиниловым соединительным рукавом с шариковым обратным клапаном, снабженных 5 распылителями каждая, насоса вихревого с емкостью для рабочих растворов (эмульсий), установленного на трубчатой раме и соединенного со штангой с помощью напорного рукава. Техническим результатом является использование современных материалов таких как пластиковые водопроводные трубы, вследствие чего увеличивается коррозионная стойкость, электро – или мотопомпы в качестве вихревого насоса, что позволяет использовать в различных географических точках, а также упрощение процесса изготовления и эксплуатации опрыскивающей аппаратуры связанное с ее легкостью транспортировки, монтажа и более качественное и равномерное нанесение водных эмульсии пестицидов на волосяной покров защищаемых животных. Установка предусматривает среднеобъемное или малообъемное опрыскивание. Обработка гурта из 150-200 коров осуществляется в среднем за 3-5 минут. Изобретение характеризуется упрощенной сборкой, компактностью, легкостью транспортировки, простотой обслуживания и относительной автономностью.*

***Ключевые слова:** установка, опрыскивание, защита животных.*

Введение

К настоящему времени известен ряд штанговых опрыскивателей, разработанных для сельского хозяйства и представляющих собой штангу, на которой установлено опрыскивающее устройство. Большинство этих опрыскивателей предназначено для защиты растений от вредителей и внесения пестицидов в почву. Общий недостаток этих устройств – сложность сборки конструкции. Кроме того, ни одно из описанных устройств не имеет необходимых для использования на лесных отдаленных пастбищах компактности, легкости транспортировки, простоты обслуживания и относительной автономности [1].

Для проведения систематических обработок животных разработаны штанговый опрыскиватель животных, установка опрыскивающая универсальная не имеющая нижней ветви для обработки подгрудка и паховой области животных, штанги горизонтальные распылительные (ШГР) [1-5].

В статье приведено описание основных технических характеристик и тестирование универсальной установки для опрыскивания животных.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2015-2017 гг. на пастбищах крупного рогатого скота в ООО ПК «Молоко» Нижнетавдинского района Тюменской области (подзона южной тайги). Всего за время исследований обработано 800 коров. Опрыскивание животных проводили при помощи «Универсальной установки для опрыскивания животных», среднеобъемным опрыскиванием из расчета по 500 мл раствора (эмульсии) для коров и по 250 мл для молодняка крупного рогатого скота или малообъемное опрыскивание, соответственно, по 100 и 50 мл в зависимости от величины сопловых отверстий пластин, используемых в распылителях.

Результаты и их обсуждение

Повышение качества опрыскивания волосяного покрова животных водными растворами инсектоакарицидов и репеллентов, упрощение сборки и использования опрыскивающей аппаратуры в пастбищных условиях, повышение долговечности использования основных элементов установки достигается тем, что предлагаемая установка для опрыскивания животных располагается в воротах, при этом нижняя ветвь штанги навешивается с помощью двух кронштейнов или хомутов на установленную «на ребро» доску со стороны, противоположной той, с которой идут животные, на высоте 10-15 см выше поверхности земли, что, во-первых, исключает наступание животными непосредственно на саму штангу, во-вторых, штанга не загрязняется и высыхает практически сразу после обработки, а следовательно, в меньшей степени подвергается коррозии, в третьих, животные, вынужденные перешагивать через доску с установленной штангой, тем самым открывают труднодоступные места для обработки (подгрудок, подмышечные и паховые области).

На рисунке 1 представлено устройство распылителя, на рисунке 2 – монтажная схема двух ветвей штанги, на рисунке 3 – насос вихревой с емкостью для рабочих растворов (эмульсий), установленные на трубчатой раме, на рисунке 4 – опрыскивание животных против гнуса из предлагаемого устройства.

Установка для опрыскивания животных состоит из 2-х пластиковых водопроводных труб со штуцерами, 10-ти распылителей, рукавов поливинилового соединительного с шариковым обработанным клапаном, рукава напорного, насоса (электропомпа при наличии электроэнергии или мотопомпа на отдаленных и лесных пастбищах) вихревого с емкостью для рабочих растворов (эмульсий), установленного на трубчатой раме.

Распылители состоят из основания в виде округлой пластины с отверстиями для стяжной стремянки или продольной пластинки с шириной, равной внешнему диаметру труб (ветвей штанг), в которую запрессовано по два направляющих патрубка с вырезами, уплотнительной прокладки между основанием и несущей трубой (ветвью), пластины с сопловым отверстием; уплотнительной прокладки с вырезами для тангенциальных каналов и камеры завихрения между основанием и пластиной с сопловым отверстием, крышки распылителя с диффузорным отверстием и отверстиями для стяжной стремянки.

Все детали распылителя скрепляются между собой и с несущей трубой (ветвью штанг) с помощью стяжной стремянки гайками. В распылителе образуется камера завихрения, в которую жидкость поступает двумя тангенциальными потоками из несущей трубы, завихряется и через сопловое отверстие выбрасывается наружу в виде однородного конусного факела.

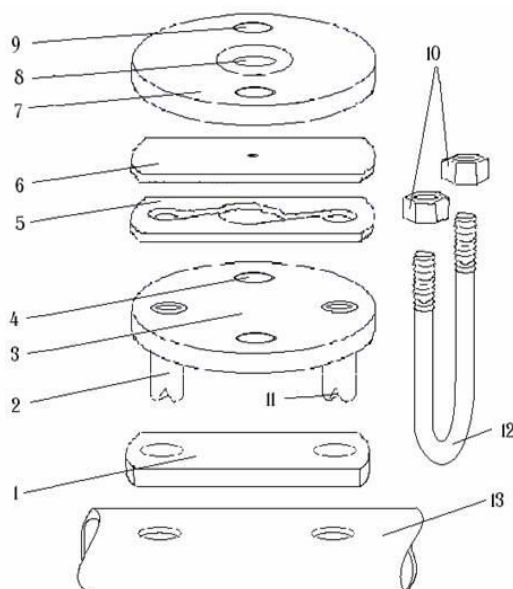


Рисунок 1 – Устройство распылителя

Примечание: 1 – уплотнительная прокладка; 2 – два направляющих патрубка; 3 – круглая пластина с отверстиями; 4 – продольная пластинка с шириной равной внешнему диаметру труб; 5 – уплотнительная прокладка с вырезами для тангенциальных каналов и камеры завихрения; 6 – пластины с сопловым отверстием; 7 – крышки распылителя; 8 – распылители с диффузным отверстием; 9 – отверстия для стяжной стремянки; 10 – гайки; 11 – вырезы на патрубке; 12 – стяжная стремянка.

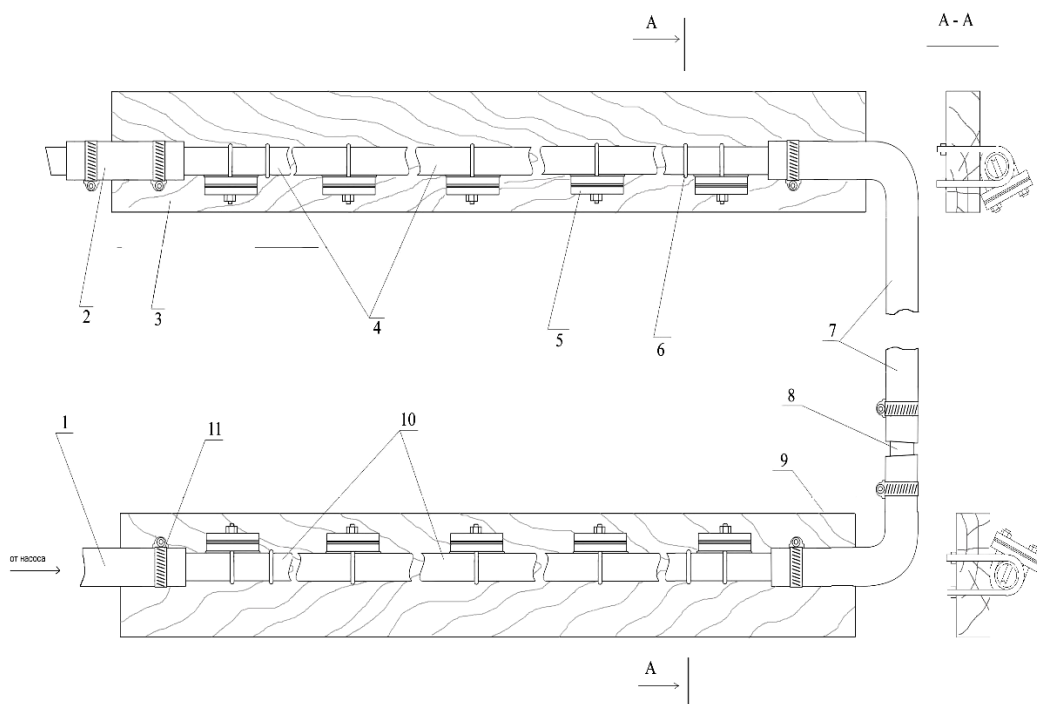


Рисунок 2 – Две ветви штанги. Монтажная схема

Примечание: 1 – штуцер для напарного; 2 – короткий отрезок заглушаемого рукав; 3 – основание для крепления ветви верхней; 4 – верхняя ветвь; 5 – распылитель; 6-7 – резиновотканевый или поливиниловый рукав; 8 – шариковый обработанный клапан; 9 – основание для крепления нижней ветви; 10 – нижняя ветвь; 11 – две стремянки.



Рисунок 3 – Насос вихревой с емкостью для рабочих растворов (эмульсий), установленный на трубчатой раме



Рисунок 4 – Обработка крупного рогатого скота инсектицидами с помощью установки для опрыскивания животных

Штанга установки для обработки животных состоит из двух ветвей – верхней и нижней, соединенных между собой резиновотканевым или поливиниловым рукавом длиной 2,5 м. Каждая из ветвей представляет собой пластиковую водопроводную трубу условным диаметром (УД) – 15 мм длиной 2,15 м, переходящую на каждом конце в штуцеры для напорного, соединительного и короткого отрезка заглушаемого рукава, с помощью которых штанги соединяются соответственно с насосом и между собой, а последний на время опрыскивания животных заглушается и открывается лишь для промывки штанг. В соединительный рукав ближе к нижнему концу вмонтирован шариковый обратный клапан. Непосредственно на каждой из ветвей (труб) на расстоянии 50 см друг от друга установлено по 5 центробежных распылителей.

Штангу устанавливают в воротах шириной 2 м, предназначенных для выхода животных из загона на пастбище. При этом нижнюю ветвь фиксируют по всей ширине ворот к доске, установленной у земли (пола) «на ребро» с наружной стороны, не видимой выходящими из загона животными, с помощью двух стремянок с соответствующим набором шайб и гаек на высоте 10-15 см с таким

расчетом, чтобы факелы распыления применяемых эмульсий были направлены вверх и вперед по ходу обрабатываемых животных.

Верхнюю ветвь также фиксируют на доске, установленной «ребром» на высоте 160-170 см с таким расчетом, чтобы факелы распыления применяемой эмульсии были направлены вниз и также вперед по ходу животных. Форсунки в пластинах всех крайних распылителей просверлены скошенными к середине, в результате чего обеспечивается более качественная обработка животных, проходящих у края ворот.

При проходе через ворота животных одновременно к предварительно заполненным штангам через напорный рукав от нагнетающей установки вихревым насосом под давлением 0,3 МПа подается рабочая эмульсия, которая, распыляясь из всех распылителей, равномерно мелкими капельками, распределяется на волосяном покрове проходящих животных.

В насосной установке предусмотрено два шаровых крана: от одного из них рабочая эмульсия под контролем манометра направляется к опрыскивающим штангам для обработки животных, а от второго – обратно в емкость для перемешивания раствора. Указанные краны используют также для регулирования давления и расхода применяемых растворов.

Установка для обработки животных предусматривает среднеобъемное опрыскивание из расчета по 500 мл раствора (эмульсии) для коров и по 250 мл для молодняка крупного рогатого скота или малообъемное опрыскивание, соответственно, по 100 и 50 мл в зависимости от величины сопловых отверстий в пластинах, используемых в распылителях.

Проведенные в течение нескольких летних сезонов производственные испытания установки для опрыскивания животных показали, что обработка гурта из 150-200 коров водной эмульсией инсектицида осуществляется, в среднем, за 3-5 минут (см. рисунок 4), а сама установка при соблюдении необходимых правил эксплуатации без нареканий проработала в течение летнего сезона, обслуживание в течение 2-3 последующих летних сезонов заключалось только в промывке ветвей штанги и распылителей и возможной замене поливиниловых рукавов. Сопоставление ожидаемого снижения молочной продуктивности коров, наблюдаемого из-за массового нападения гнуса, с возможным предотвращением потерь в результате защитных мероприятий, показывают следующее. При опрыскиваниях против гнуса наносить рабочие эмульсии (растворы) препаратов наиболее целесообразно только на поверхность волосяного покрова без промачивания его до кожи животных. Наиболее перспективными для этого являются синтетические пиретроиды, нами разработаны эффективные и безопасные режимы применения препаратов перметрина, циперметрина, дельтаметрина и фенвалерата. Водные эмульсии указанных пиретроидов рекомендовано применять путем среднеобъемного опрыскивания по 500 мл для коров и 250 мл для молодняка, соответственно, 0,05; 0,0125; 0,001 и 0,04%-ной концентрации или путем малообъемного опрыскивания по 100 мл для коров и 50 мл для молодняка – 0,25; 0,0625; 0,005 и 0,2%-ной концентрации. В результате таких обработок снижение суточных удоев коров из-за нападения насекомых предотвращается на 0,7-2,0 л.

В результате систематических среднеобъемных опрыскиваний волосяного покрова 172 коров с помощью Установки для опрыскивания животных инсектицидными препаратами из группы синтетических пиретроидов с целью защиты от гнуса в летнем лагере «Дачи» ОАО «Большевик» Нижнетавдинского

района в 2016 г. предотвращено снижение молочной продуктивности на 11,12%. Указанные результаты получены путем сравнения среднесуточных удоев коров подопытного и контрольного гуртов до начала массового нападения гнуса и опрыскивания животных, а также во время массового нападения гнуса и обработок. Расчеты проведены по Методическим рекомендациям [6].

Численность слепней на пастбище в среднем за сезон этого года по одномоментным учетам на коровах в стаде составляла 2,32 особи, комаров – 38,74 и мошек – 114,13 особей, что в сумме составляло 5,24 у.е. При такой условной численности гнуса снижение среднесуточных удоев коров должно было составлять 19,39%. Следовательно, в результате проведенных мероприятий снижение среднесуточных удоев защищаемых коров предотвращалось по отношению к ожидаемым потерям на 57,4%. В результате аналогичных обработок и расчетов в том же летнем лагере 413 коров в 2015 г. предотвращено снижение молочной продуктивности на 14,9%. Численность слепней на пастбище в среднем за сезон этого года по одномоментным учетам на коровах в стаде составляла 3,8 особи, комаров – 60,1 и мошек – 129,2 особи, что в сумме составляло 7,65 у.е. При такой условной численности снижение среднесуточных удоев коров должно было составлять 28,3%. Следовательно, в результате проведенных мероприятий снижение среднесуточных удоев защищаемых коров в данном случае предотвращалось по отношению к ожидаемым потерям на 52,65%, то есть в том и другом случаях более чем вдвое [7-8].

Выводы

Проведенные в течение нескольких летних сезонов производственные испытания установки для опрыскивания животных показали, что обработка гурта из 150-200 коров водной эмульсией инсектицида осуществляется, в среднем, за 3-5 минут, а сама установка при соблюдении необходимых правил эксплуатации без нареканий проработала в течение летнего сезона, обслуживание в течение 2-3 последующих летних сезонов заключалось только в промывке ветвей штанги и распылителей и возможной замене поливиниловых рукавов.

Установка характеризуется упрощенной сборкой, компактностью, легкостью транспортировки, простотой обслуживания и относительной автономностью.

Статья подготовлена при финансовой поддержке ФАНО России в рамках тем ФНИ № 0371-2018-0037 и Программы фундаментальных исследований РАН, регистрационный номер АААА-А18-118020690239-7 «Изучение эффективности новых противопаразитарных препаратов»

Литература

1. Гавричкин А.А., Хлызова Т.А., Фдорова О.А., Сивкова Е.И. Защита сельскохозяйственных животных от кровососущих двукрылых насекомых в Тюменской области (обзор). Таврический вестник аграрной науки. 2016. № 2 (6). С. 36–47.
2. Павлов С.Д., Кузнецов В.Д., Сергиенко А.М. Штанги горизонтальные распылительные для опрыскивания животных инсектицидами и репеллентами. Удостоверение на рац. предложение №115-28/60/9. ГУВ МСХ СССР от 18.02.1975.
3. Павлов С.Д., Цапырин Ю.Н. Штанги горизонтальные распылительные универсальные (ШГРУ). Удостоверение на рац. предложение № 124-13/369-514 / ГУВ МСХ СССР от 10.11.1985.
4. Пат. 2558970 Российской Федерации, МПК А 01 М 7/00, А 61 D 7/00. Универсальная установка для опрыскивания животных. Павлов С.Д., Павлова Р.П., Хлызова Т.А., Фёдорова О.А., Латкин С.В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной энтомологии и арахнологии». № 20144109624/13; заявл. 12.03.2014; опубл. 10.08.2015. Бюл. № 22. 6. с.

5. Кузнецов В.Д. Разработка мероприятий по защите сельскохозяйственных животных от гнуса на юге Тюменской области. Автореф. дис... канд. вет. наук. М., 1971. 12 с.
6. Павлов С.Д. Методические рекомендации по изучению эффективности репеллентов и инсектицидов в ветеринарии. М.: ВАСХНИЛ. Отделение ветеринарии, 1982. 13 с.
7. Павлова Р.П. Зависимость молочной продуктивности коров от численности слепней на пастбищах. Проблемы энтомологии и арахнологии: сборник научных трудов. ВНИИВЭА. 1996. Вып. 37. С. 85–93.
8. Павлова Р.П. Сравнительная вредоносность и экономические пороги вредоносности кровососущих двукрылых насекомых для дойных коров. Проблемы энтомологии и арахнологии: сборник научных трудов. ВНИИВЭА. 1997. Вып. 38. С. 112–130.

References

1. Gavrichkin A.A., Khlyzova T.A., Fedorova O.A., Sivkova E.I. Protecting farm animals from blood-sucking diptera in the Tyumen region (review) // Taurida herald of the agrarian sciences. 2016. No. 2 (6). P. 36–47.
2. Pavlov S.D., Kuznetsov V.D., Sergienko A.M. Horizontal spray boom for spraying animals with insecticides and repellents. Certificate on rational proposal №115-28/60/9. General Veterinary Office of the Ministry of Agriculture of the USSR of 18 February, 1975.
3. Pavlov S.D., Tsarypin Yu.N. Horizontal spray boom universal (HSBU). Certificate on rational proposal №124-13/369-514. Certificate on rational proposal №115-28/60/9. General Veterinary Office of the Ministry of Agriculture of the USSR of 10 November, 1985.
4. Patent 2558970 Russian Federation: IPC A 01 M 7/00, A 61 D 7/00. Universal installation for spraying animals / Pavlov S.D., Pavlova R.P., Khlyzova T.A., Fedorova O.A., Latkin S.V.; applicant and patent owner is Federal State Budget Scientific Institution "All-Russian Scientific Research Institute of Veterinary Entomology and Arachnology" №2014109624/13; appl. 12.03.2014; publ. 10.08.2015, Bul. No. 22. 6 p.
5. Kuznetsov V.D. Development of actions for protection farm animals from mosquitoes in the south of Tyumen region. Author's abstract ... Cand. Sc. (Vet.). Moscow, 1971. 12 p.
6. Pavlov S.D. Methodical recommendations for studying the effectiveness of repellents and insecticides in veterinary. Moscow: V.I. Lenin Academy of Agricultural Sciences (VASKhNIL). Department of Veterinary, 1982. 13 p.
7. Pavlova R.P. Dependence of cows' milk productivity on the number of horse flies on pastures. Problems of Entomology and arachnology: Coll scient. works. All-Russian Scientific Research Institute of Veterinary Entomology and Arachnology (VNIIVEA). 1996. Issue 37. P. 85–93.
8. Pavlova R.P. Comparative harmfulness and economic thresholds of harmfulness of blood-sucking diptera for milk cows. Problems of Entomology and arachnology: Coll scient. works. All-Russian Scientific Research Institute of Veterinary Entomology and Arachnology (VNIIVEA). 1997. Issue 38. P. 112–130.

UDC 616.616

Gavrichkin A.A., Pavlov S.D., Fedorova O.A., Khlyzova T.A., Sivkova E.I.

BASIC TECHNICAL PARAMETERS OF THE UNIVERSAL INSTALLATION FOR SPRAYING ANIMALS

Summary. The aim of the work is to improve the quality of spraying the hair of animals with aqueous solutions of insectoacaricides and repellents, simplify the assembly and use of spraying equipment under pasture conditions, increase the durability of using the main elements of the installation. The article describes basic technical characteristics and testing of the universal installation for spraying animals. The universal installation for spraying animals includes a boom, which consists of two branches connected with a polyvinyl connecting sleeve with a ball check valve provided with five sprayers each, vortex pump with a working solution tank (emulsion) mounted on the tubular frame and connected to the bar by means of a pressure hose. The technical result is the use of modern materials such as plastic water pipes, thereby increasing corrosion resistance; use of electric or motor pump as a vortex pump, which allows to use the installation in different geographical locations, as well as simplification of the process of manufacturing and operation of spraying equipment associated with its ease of transportation, mounting of the equipment and better and uniform application of aqueous emulsion of pesticides on the hair of protected animals. Installation provides medium-volume or low-

volume spraying. Production tests of this installation had shown that the herd of 150-200 cows is carried out, on average, for 3-5 minutes. The invention is characterized by simplified mounting of the equipment, compactness, ease of transportation, ease of maintenance and relative autonomy.

Keywords: *installation, spraying, protection of animals.*

Гавричкин Александр Александрович, кандидат биологических наук, врио директора «Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной энтомологии и арахнологии – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук»; 625041, Россия, г. Тюмень, ул. Институтская, 2; e-mail: vniivea@mail.ru.

Павлов Сергей Дмитриевич, доктор ветеринарных наук, профессор, «Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной энтомологии и арахнологии – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук»; 625041, Россия, г. Тюмень, ул. Институтская, 2; e-mail: vniivea@mail.ru.

Федорова Ольга Александровна, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории энтомологии и дезинсекции «Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной энтомологии и арахнологии – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук»; 625041, Россия, г. Тюмень, ул. Институтская, 2; e-mail: fiodorova-olia@mail.ru.

Хлызова Татьяна Александровна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, Группа экологии живых организмов; 625150, Россия, г. Тобольск, ул. имени Академика Юрия Осипова, 15; e-mail: labdezinskcii@mail.ru.

Сивкова Елена Ивановна, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории энтомологии и дезинсекции «Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной энтомологии и арахнологии – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук»; 625041, Россия, г. Тюмень, ул. Институтская, 2; e-mail: fiodorova-olia@mail.ru.

Gavrichkin Aleksandr Aleksandrovich, Cand. Sc. (Biol.), Acting Director of “All-Russian Scientific Research Institute of Veterinary Entomology and Arachnology – Branch of Federal State Budget Scientific Institution Federal Research Centre of Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”; 2 Institutetskaya Str., Tyumen, 625041, Russia; e-mail: vniivea@mail.ru.

Pavlov Sergey Dmitrievich, Dr. Sc. (Vet.), Professor in “All-Russian Scientific Research Institute of Veterinary Entomology and Arachnology – Branch of Federal State Budget Scientific Institution Federal Research Centre of Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”; 2 Institutetskaya Str., Tyumen, 625041, Russia; e-mail: vniivea@mail.ru.

Fedorova Olga Aleksandrovna, Cand. Sc. (Biol.), research fellow of entomology and pest control laboratory in “All-Russian Scientific Research Institute of Veterinary Entomology and Arachnology – Branch of Federal State Budget Scientific Institution Federal Research Centre of Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”, 2 Institutetskaya Str., Tyumen, 625041, Russia; e-mail: fiodorova-olia@mail.ru.

Khlyzova Tatyana Aleksandrovna, Cand. Sc. (Biol.), senior research fellow in Tobolsk Complex Scientific Station of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Group of the Ecology of Living Organisms; 15 Akademika Yuria Osipova str., Tobolsk, 625150, Russia; e-mail: labdezinskcii@mail.ru.

Sivkova Elena Ivanovna, Cand. Sc. (Biol.), research fellow of entomology and pest control laboratory in “All-Russian Scientific Research Institute of Veterinary Entomology and Arachnology – Branch of Federal State Budget Scientific Institution Federal Research Centre of Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”, 2 Institutetskaya Str., Tyumen, 625041, Russia; e-mail: fiodorova-olia@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 19.03.2018.

Дата принятия к печати – 04.04.2018.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ
GENERAL ISSUES

DOI 10.25637/TVAN2018.01.08

УДК 82-94; 929.52

Картамышева Е.В., Кондаурова В.Е.

ПАМЯТИ ИЗВЕСТНОГО ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИОНЕРА
В.Г. КАРТАМЫШЕВА. К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

ФГБНУ «Донская опытная станция ВНИИМК»

***Аннотация.** Статья посвящена 100-летию со дня рождения Картамышева Владимира Георгиевича – выдающегося отечественного ученого в области генетики, селекции и семеноводства масличных культур и кукурузы, доктора сельскохозяйственных наук. Освещены основные этапы жизненного пути. Описаны молодость ученого, его становление, участие в Великой Отечественной войне, работа с выдающимися учеными. Перечислены основные достижения в сельскохозяйственной науке и жизни научного сообщества. История жизни этого человека, раскрывая грани личности, показывает всю его неординарность. В статье приведены основные награды, заслуги перед страной и обществом. По результатам многочисленных научных исследований Владимир Георгиевич опубликовал более 150 научных работ, получил 16 авторских свидетельств на сорта и изобретения, неоднократно удостоивался наград Всесоюзной сельскохозяйственной выставки (ВСХВ) и Выставки достижений народного хозяйства (ВДНХ). За успехи в разработке высокоэффективных приемов селекции и выведение новых высокопродуктивных сортов награжден золотой, четырьмя серебряными и шестью бронзовыми медалями. Ученого можно считать основоположником сообщества генетиков и селекционеров Дона. В течение 20 лет (1975-1994 гг.) он был председателем Ростовского отделения ВОГиС, а в 1995 г. избран председателем Ростовского общества генетиков и селекционеров. Под его руководством регулярно проходили областные научные конференции по генетике и селекции, издавались сборники трудов. Кроме того, В.Г. Картамышев был желанным и почетным гостем на любой научной конференции, зажигал сердца людей тягой к науке и делился опытом с молодежью. Владимир Георгиевич передал увлечение наукой своим детям и внукам, воспитав династию.*

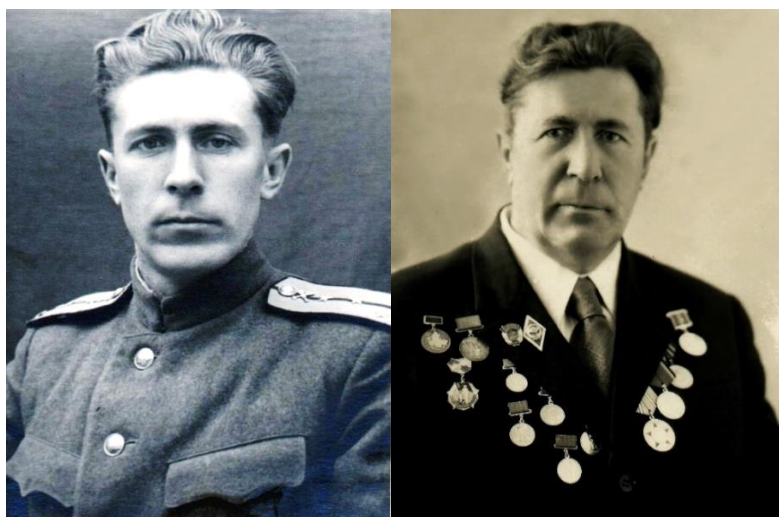
***Ключевые слова:** юбилей, Картамышев Владимир Георгиевич, ученый, генетик, селекционер, изобретатель, ветеран войны.*

17 марта 2018 г. исполняется 100 лет со дня рождения видного отечественного ученого в области генетики, селекции и семеноводства масличных культур и кукурузы, доктора сельскохозяйственных наук, Картамышева Владимира Георгиевича (1918-2009 гг.). За свою долгую и насыщенную жизнь он успел внести огромный вклад не только в развитие российской науки, но и страны в целом. Биография Владимира Георгиевича Картамышева – это история ученого, снискавшего великое уважение, которое он заслужил неординарностью своей личности, любовью к жизни и окружающим, огромным оптимизмом.

Выходец из обычной семьи – отец, Георгий Степанович, работал бухгалтером, а мать, Мария Ивановна – учительницей начальной школы, – с раннего детства Володя проявил пытливость ума и тягу к биологии. Он любил бывать в саду своего деда-плодовода. Мальчика завораживало цветение яблонь и волшебный

процесс превращения цветка в плод, стадии его созревания. Интерес к природе и ее познание становилось воплощенной мечтой. Владимир успешно окончил школу и педагогический техникум, и с 17 лет принялся осваивать педагогическую профессию, обучая детей биологии и химии Лесковской средней школы Белгородской области, а через год стал исполнять обязанности ее директора. Одновременно с работой, он учился сначала в педагогическом институте, а с 1937 г. поступил на второй курс биологического факультета Ростовского государственного университета (РГУ, г. Ростов-на-Дону), который успешно окончил в 1941 г. В студенческие годы Владимир Картамышев уделял много времени научной работе. Его первая статья «О многорядности ячменя» опубликована в 1940 г.

Огромный потенциал этого человека не заглушила даже война, так неожиданно начавшаяся. Пройдя все испытания, которые выпали на долю защитников нашей Родины, с 1941 г. и до конца войны В.Г. Картамышев сражался с немецкими оккупантами в ожесточенных боях под Ленинградом, заслужив звание капитана. Затем он участвовал в освобождении Эстонии и Латвии. В послевоенные годы ему было присвоено звание майора.



Влечение к науке не покидало Владимира Георгиевича даже на войне, и чувствуя ее окончание, в 1945 г. обдумывал написание статей. В письмах с фронта он просил прислать из дома недостающие результаты исследований по ячменям, полученные им в довоенные годы. После демобилизации из армии в 1946 г. Владимир Георгиевич вернулся к мирной жизни и с новыми силами начал прокладывать путь к вершинам знаний. Его пригласили на должность старшего лаборанта отдела генетики и селекции Биологического научно-исследовательского института при РГУ и ассистента кафедры общей биологии и генетики Ростовского университета. Под руководством академика ВАСХНИЛ Л.А. Жданова и профессора И.Ф. Лященко молодой ученый провел свои первые исследования по генетике зернобобовых культур.

Во время обучения в аспирантуре Всесоюзного научно-исследовательского института масличных культур (ВНИИМК) с 1948 по 1950 г. он проводил экспериментальные исследования, направленные на улучшение методики селекции и семеноводства подсолнечника и льна масличного на Донской опытной станции масличных культур под руководством академиков Л.А. Жданова и В.С. Пустовойта. По результатам исследований в 1954 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию во Всероссийском селекционно-генетическом институте (г. Одесса) на

тему: «Некоторые приемы улучшения породных качеств семян подсолнечника и льна масличного» [1].

В.Г. Картамышев был верен и предан селекционной науке всю жизнь, проработав более 60 лет в одном учреждении. С 1951 г. работал старшим научным сотрудником, 1963-1983 гг. – занимал должность заведующего отделом селекции и семеноводства, а с 1983 г. – заведующего лабораторией селекции клещевины и мелкосемянных масличных культур. Докторскую диссертацию на тему: «Селекция клещевины, горчицы и кунжута на Дону» защитил в Украинском научно-исследовательском институте растениеводства, селекции и генетики имени В.Я. Юрьева (г. Харьков) [2]. Научную деятельность Владимир Георгиевич никогда не оставлял. Даже достигнув пенсионного возраста он сохранил гибкость и пытливость ума и продолжал трудиться с 2000 г. в качестве научного консультанта на Донской опытной станции ВНИИМК, совмещая свою деятельность с работой в Южном научном центре Российской академии наук.

За 75 лет трудовой деятельности В.Г. Картамышев внес большой вклад в развитие биологической и сельскохозяйственной науки. Им разработан ряд важных элементов методики селекции и семеноводства масличных культур. На основе изучения генетики пола у клещевины он выявил ведущую роль ядра в наследовании признаков пола. Доказал повышенную продуктивность женских растений в сравнении с обоеполыми и значительно увеличил их доли в сортах и селекционных номерах. Показал преимущество гибридов клещевины, полученных на основе использования женских растений. Совместно с К.А. Фоменко Владимир Георгиевич Картамышев предложил новые оригинальные способы по изменению половой направленности женских растений клещевины и увеличению их количества, которые признаны изобретениями.

На основе изучения мировой коллекции клещевины и использования закона гомологических рядов, открытого Н.И. Вавиловым, Владимир Георгиевич предложил новую ботаническую классификацию вида *Ricinus communis* L., в которой показал параллелизм изменчивости морфологических признаков у ее разновидностей, принадлежащих к разным подвидам. Эта схема позволила целенаправленно проводить гибридизацию и размножение полученного материала, что привело к усовершенствованию селекционного и семеноводческого процесса у клещевины, сокращению затрат труда и повышению эффективности селекции.

В.Г. Картамышев усовершенствовал методы селекции, разработав методики гибридизации горчицы сарептской и льна масличного без кастрации, а кунжута – без изоляции цветов. Совместно с сотрудниками им выведено 14 сортов пяти полевых культур: горчицы сарептской – 4, клещевины – 6, по одному сорту льна масличного и кунжута и 2 сорта кукурузы. Созданные сорта широко распространены и занимают ведущие позиции в производстве масличных культур и кукурузы.

По результатам многочисленных научных исследований им опубликовано более 150 научных работ, получено 16 авторских свидетельств на сорта и изобретения. Владимир Георгиевич неоднократно был участником Всесоюзной сельскохозяйственной выставки (ВСХВ) и Выставки достижений народного хозяйства (ВДНХ). За успехи в разработке высокоэффективных приемов селекции и выведение новых высокопродуктивных сортов награжден золотой, четыремья серебряными и шестью бронзовыми медалями.

Владимир Георгиевич снискал заслуженный авторитет не только среди отечественных, но и зарубежных коллег. Его доклады на многочисленных научных конференциях и симпозиумах вызывали неподдельный интерес. На всех форумах, в

которых он принимал участие, организаторы приглашали его в Президиум и считали почетным гостем и душой научного сообщества. В знак уважения и признательности он был избран почетным членом Грузинской и Армянской академий наук.



На одной из конференций, в честь 90-летнего юбилея Владимира Георгиевича, коллеги написали очень точные слова, выразив их в стихотворной форме, характеризующие неординарную личность глубоко уважаемого ими Человека. Эти строки опубликованы в Сборнике материалов XVII Международного симпозиума «Нетрадиционное растениеводство. Селекция. Охрана природы. Эниология. Экология и здоровье», 2008 г. [3].

Его дорогие растения
Донской украшают простор.
Он с ними в часы вдохновения
Душевный ведет разговор.

Он – преданный их верноподданный,
Их поросли новой – творец.
Радетель Отечества подлинный,
Опора для юных сердец.

Он силу вливает присутствием
В Алуштинский Форум в Крыму.
И мы, с ним общаясь, не чувствуем,
Что девять десятков ему.

Когда же ударит по клавишам
Какой-то маэстро из нас,
Тут снова профессор Картамышев –
Он дам приглашает на вальс.

Позвольте, Владимир Георгиевич,
Считать, что Вы – наш капитан.
Вы с честью прошли через горечи,
Великой войны ветеран.

И нынче несете по свету Вы
Ученого доблесть и честь.
Ну что Вам сказать после этого?
Спасибо за то, что Вы есть!

Владимир Георгиевич пользовался уважением не только среди ученых, но и сельхозпроизводителей. Его многочисленные выступления на совещаниях, конференциях и других форумах, личные встречи с агрономами и руководителями

хозяйств, фермерами подтверждают большой авторитет и заинтересованность в глубоких познаниях.

Владимира Георгиевича Картамышева отличало активное участие в общественной жизни. С 1952 г. он работал секретарем парторганизации Донской станции, а с 1957 по 1963 гг. избирался депутатом Пролетарского районного совета трудящихся г. Ростова-на-Дону.

В.Г. Картамышев обладал широкой эрудицией, свой богатый опыт и знания передавал молодым специалистам. Личным примером стимулировал сотрудников и учеников проявлять активную жизненную позицию. Его неоднократно выбирали членом Центрального совета Всесоюзного общества генетиков и селекционеров (ВОГиС). В течение 20 лет (1975-1994 гг.) он был председателем Ростовского отделения ВОГиС, а в 1995 г. избран председателем Ростовского общества генетиков и селекционеров. Под его руководством регулярно проходили областные научные конференции по генетике и селекции, издавались сборники трудов. Под редакцией В.Г. Картамышева напечатано три выпуска сборника «Генетика и селекция на Дону» [4-6]. В них опубликованы результаты работ ученых Дона, объединенных обществом генетиков и селекционеров Ростовской области.

Владимира Георгиевича всегда отличало равнодушное отношение к своим коллегам ученым, права которых были ущемлены в нашем молодом Государстве после распада СССР. Залогом успешной селекционной работы служит создание необходимой материально-технической базы. В переходное время 90-х годов XX века в нашей стране В.Г. Картамышев стал на защиту науки: инициировал и активно разрабатывал закон Российской Федерации «О селекционных достижениях», принятый 6 августа 1993 г. [7]. Этот закон позволил российским селекционерам получать патенты на свои селекционные достижения. В дальнейшем, выплаты роялти за созданные сорта и гибриды стимулировали развитие селекционной науки в нашей стране.

Заслуги В.Г. Картамышева в трудовой деятельности неоднократно отмечены различными правительственными наградами: медалями, знаками отличия, почетными грамотами и благодарностями Министерства сельского хозяйства, Российской академии сельскохозяйственных наук, администрации Ростовской области. Ему присвоено звание «Изобретатель СССР». За военные заслуги В.Г. Картамышев награжден орденом «Отечественной войны II степени», медалью «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.», «За оборону Ленинграда» и другими медалями. Несмотря на все свои заслуги имел репутацию скромного человека, которого любили и уважали коллеги.

Кроме того, он всегда был примерным семьянином – мужем, отцом и дедушкой. Владимир Георгиевич оставил не только богатое научное наследие, но и достойное продолжение своей династии. В семейной жизни Владимир Георгиевич был приверженцем традиций и гостеприимным хозяином. Со своей супругой Марией Антоновной прожил в согласии более 40 лет, оставшись преданным своей единственной любви. Они воспитали двоих детей: Андрея и Елену. Сын избрал путь инженера, а дочь пошла по стопам отца и продолжила селекционную работу на Донской станции ВНИИМК. Елена Владимировна Картамышева, является ведущим специалистом по селекции масличных мелкосемянных культур, кандидат сельскохозяйственных наук. Династию продолжила внучка Виктория, став приверженцем биологии, как ее мать и дедушка, избрав генетику. Виктория Евгеньевна защитила диссертацию на тему: «ДНК-маркеры для оценки полиморфизма и селекционно ценных признаков подсолнечника (*Helianthus L.*)» [8], и в 24 года ей присуждена ученая степень кандидата биологических наук по

специальности «генетика». Таким образом, идеи и мечты Владимира Георгиевича живут в его потомках, которые впитали страсть к науке и заразились истинным восторгом от процесса познания нового и неизведанного.

Владимир Георгиевич проделал славный путь от рождения и до последнего дня. Его стремление к познанию и новым открытиям удивляют и восхищают, а старание передать как можно больше своих знаний современникам вызывают уважение. Активная жизненная позиция была им сохранена до конца жизни. В последние дни он сделал доклады на V съезде ВОГиС и VIII международном симпозиуме «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования» [9, 10]. Во время выступлений никто не мог заподозрить в нем и признаков болезни, которая так легко и быстро забрала его. Эта потеря отразилась не только на близких и родных, но стала ударом по всему научному сообществу генетиков и селекционеров, как России, так и стран бывшего Советского Союза. В наших сердцах он навсегда останется добрым и любящим наставником и помощником во всех начинаниях, примером служения науке и людям.

Литература

1. Картамышев В.Г. Некоторые приемы улучшения породных качеств семян подсолнечника и льна масличного. Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Одесса, Всероссийский селекционно-генетический институт. 1954. 13 с.
2. Картамышев В.Г. Селекция клещевины, горчицы и кунжута на Дону Автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук. Харьков, Украинский научно-исследовательский институт растениеводства, селекции и генетики имени В.Я. Юрьева. 1992. 51 с.
3. Нетрадиционное растениеводство. Селекция. Охрана природы. Эниология. Экология и здоровье. Материалы XVII Международного симпозиума. 13-21 сентября 2008 г. Алушта. 587 с.
4. Генетика и селекция растений на Дону. 1983. Вып. 1. 160 с.
5. Генетика и селекция растений на Дону. 1995. Вып. 2. 160 с.
6. Генетика и селекция растений на Дону. 2003. Вып. 3. 320 с.
7. Закон РФ от 06.08.1993. № 5605-1 «О селекционных достижениях». [Электронный ресурс]. Точка доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_4628/ (дата обращения 07.03.2018).
8. Тихобаева В.Е. ДНК-маркеры для оценки полиморфизма и селекционно ценных признаков подсолнечника (*Helianthus L.*). Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Ростов-на-Дону, Всероссийский НИИ растениеводства имени Н.И. Вавилова РАСХН, 2013. 20 с.
9. V Съезд Вавиловского общества генетиков и селекционеров. Материалы конференции. 21-28 июня, 2009 г., Москва. Ч. 1. С. 562 с.
10. Материалы VIII международного симпозиума "Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования", Москва, 22-26 июня 2009 г. М.: РУДН. – 2009. Т. 1. – 430 с.

References

1. Kartamyshhev V.G. Some techniques for improving sunflower seeds and flaxseed breed qualities. Abstract diss. ... Cand. Sc. (Agr.). Odessa, All-Russian Selection and Genetics Institute. 1954. 13 p.
2. Kartamyshhev V.G. Selection of *Ricinus communis*, *Mustard* and *Sesame* on Don. Abstract diss. ... Dr. Sc. (Agr.). Kharkov, Plant Production Institute nd. a. V.Ya. Yuryev of NAAS. 1992. 51 p.
3. Non-traditional crop production. Breeding. Conservation. Eniology. Ecology and health. Materials of the XVII International Symposium. September 13-21, 2008, Alushta. 587 p.
4. Genetics and plant breeding on Don. 1983. Issue. 1. 160 p.
5. Genetics and plant breeding on Don. 1995. Issue. 2. 160 p.
6. Genetics and plant breeding on Don. 2003. Issue. 3. 320 p.
7. Law of the Russian Federation dated August 06. 1993, № 5605-1 "On the breeding achievements". [Electronic resource]. Access point: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_4628/ (reference's date 07.03.2018).
8. Tikhobayeva V.E. DNA markers for evaluation polymorphism and valuable traits of sunflower (*Helianthus L.*). Abstract diss. ... Cand. Sc. (Biol.). Rostov-on-Don, N.I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry of RAAS, 2013. 20 p.
9. V Congress of the Vavilov Society of Geneticists and Breeders. Conference proceedings. June 21-28, 2009, Moscow. Part 1. 562 p.

10. Proceedings of the VIII International symposium "Novel and non-conventional plants, prospects of practical use", Moscow, June, 22-26, 2009. M.: RUDN. – 2009. Vol. 1. – 430 p.

UDC 82-94; 929.52

Kartamysheva E.V., Kondaurova V.E.

DEDICATED TO THE MEMORY OF THE FAMOUS GENETICIST AND BREEDER V.G. KARTAMYSHEV. DEVOTED TO THE 100TH ANNIVERSARY FROM THE DATE OF BIRTH

Summary. The article is dedicated to the 100th anniversary of Vladimir G. Kartamyshev birth. He was an outstanding Russian scientist in the field of genetics, selection and seed production of oilseeds and corn, Doctor of Agricultural Sciences. The main stages of his life are highlighted. The youth of the scientist, his formation, participation in the Great Patriotic War, work with outstanding scientists are described. The main achievements in agricultural science and life of the scientific community were listed. The history of this person's life, revealing the boundaries of personality, shows all his eccentricity. The article contains information concerning main awards, merits to the country and society. Based on the results of several scientific studies, he published more than 150 scientific papers, obtained 16 author's certificates for varieties and inventions. Vladimir Georgievich repeatedly enjoyed the honour to be awarded All-Union Agricultural Exhibition (VSHV) and Exhibition of Achievements of the National Economy (VDNH) rewards. He was awarded a gold, four silver and six bronze medals for his success in developing highly efficient methods of breeding and new highly productive varieties. The scientist can be considered the founder of Don Society of Geneticists and Breeders. He was the chairman of the Rostov branch of VOGiS for 20 years (1975-1994), and in 1995 he was elected the chairman of the Rostov Society of Geneticists and Breeders. The regional scientific conferences on genetics and breeding were held regularly and collections of works were published under his guidance. In addition, V.G. Kartamyshev was a welcome and honored guest at any scientific conference; he inspired people to devote more time to science and shared his experience with young people. Vladimir Georgievich gave his passion for science to his children and grandchildren, who continued scientific dynasty.

Keywords: anniversary, Kartamyshev Vladimir Georgievich, scientist, geneticist, breeder, inventor, veteran of the Great Patriotic War.

Картамышева Елена Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией селекции мелкосемянных масличных культур, ФГБНУ «Донская опытная станция имени Л.А. Жданова Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур»; 346754, Россия, Ростовская обл., Азовский р-н, п. Опорный, ул. Жданова 2; e-mail: gnudos@mail.ru.

Кондаурова Виктория Евгеньевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник ФГБНУ «Донская опытная станция имени Л.А. Жданова Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур»; 346754, Россия, Ростовская обл., Азовский р-н, п. Опорный, ул. Жданова 2; e-mail: kioto_uni@bk.ru.

Kartamysheva Elena Vladimirovna, Cand. Sc. (Agr.), Head of the Laboratory of Small-Seed Oilseeds Selection of Federal State Budgetary Scientific Institution "Don experimental station named after L.A. Zhdanov of All-Russian Research Institute of Oil Crops"; 2 Zhdanova str., Oporny village, Azov district, Rostov region, 346754, Russia; e-mail: gnudos@mail.ru.

Kondaurova Victoria Evgenievna, Cand. Sc. (Biol.), Researcher, Federal State Budgetary Scientific Institution "Don experimental station named after L.A. Zhdanov of All-Russian Research Institute of Oil Crops"; 2 Zhdanova str., Oporny village, Azov district, Rostov region, 346754; e-mail: kioto_uni@bk.ru.

Дата поступления в редакцию – 23.02.2018.

Дата принятия к печати – 23.02.2018

