

НАУЧНО-АГРОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№4 (111)

2020 г.



Нижневолжская станция по селекции древесных пород – филиал ФНЦ агроэкологии РАН



Станция имеет более чем 100-летний опыт интродукции, акклиматизации свыше 350 видов древесно-кустарниковых пород, имеет собственные лесосеменные базы. Посадочный материал хозяйства, выращиваемый в жестких климатических и почвенных условиях сухостепной зоны Нижнего Поволжья, имеет повышенную устойчивость к засухе, нетребователен к почвенным разностям, долговечен.

Производственное подразделение станции ежегодно выращивает и реализует в Саратовской, Волгоградской, Астраханской, Самарской областях, Республике Калмыкия, Казахстане, Москве, Санкт-Петербурге, Орле и других городах и населенных пунктах свыше 80 тыс. саженцев древесно-кустарниковых пород, среди которых особое место занимают в питомнике: ель колючая (форма голубая), туи, можжевельники, липы, каштаны, дубы, клены, ясени и другие. Для озеленения и

оформления парков, скверов, улиц в питомнике выращиваются саженцы декоративных кустарников: акация желтая, аморфа кустарниковая, скумпия кожевенная, смородина золотая, магония падуболистная, боярышник кровавокрасный, барбарис, калина обыкновенная, тамарикс, снежноягодник. Из красивоцветущих: дейция изящная, айва японская, чубушник веничный (жасмин), спирея Ван-Гутта, бересклет, сирень, герань, форзиция повислая. Кустарники для живой изгороди: бирючина обыкновенная, вяз приземистый, дерен кроваво-красный, ирга круглолистная, рябина черноплодная, спирея калинолистная, лианы, жимолость каприфоль, клематис «Локатор любви» и др. Около 20 тыс. саженцев ежегодно производит плодовое отделение питомника. Это яблоня, груша, вишня, слива, персик, абрикос, смородина, алыча, айва, виноград и другие, всего более 60 сортов.



Научно-агрономический журнал

№4, 2020 г.

Научно-практический журнал

Учредитель и издатель:
ФНЦ агроэкологии РАН

Главный редактор:
Солонкин А.В., д.с.-х.н.

Редакционный совет:

Бородычев В.В., д.с.-х.н. академик РАН
Горлов И.Ф., д.с.-х.н., академик РАН
Кружилин И.П., д.с.-х.н., академик РАН
Кулик К.Н., д.с.-х.н., академик РАН
Мелихов В.В., д.с.-х.н., член-корр. РАН, академик МАЭП
Муканов Б.М., д.с.-х.н., академик НАН Казахстана
Сложенкина М.И., д.б.н., член-корр. РАН
Турусов В.И., д.с.-х.н., академик РАН

Редакционная коллегия:

Барабанов А.Т., д.с.-х.н.	Нефедьева Е.Э., д.б.н.
Белицкая М.Н., д.б.н.	Питоня А.А., к.с.-х.н.
Беляев А.И., д.с.-х.н.	Рахимжанов А.Н., к.с.-х.н.
Беляков А.М., д.с.-х.н.	Рулева О.В., д.с.-х.н.
Буянкин В.И., к.с.-х.н.	Сагалаев В.А., д.б.н.
Гурова О.Н., к.с.-х.н.	Семененко С.Я., д.с.-х.н.
Зеленев А.В., д.с.-х.н.	Семенютина А.В., д.с.-х.н.
Иванченко Т.В., к.с.-х.н.	Смутнев П.А., к.с.-х.н.
Кулик А.К., к.с.-х.н.	Юферев В.Г., д.с.-х.н.
Манаенков А.С., д.с.-х.н.	

Ответственный редактор Леонтьева Е.Е.
Перевод на английский: Хныкин А.С.
Фото: Иванчук В.Е.

Адрес издателя и редакции: 400062, г. Волгоград,
Университетский проспект, 97
E-Mail: info@vfanc.ru
Сайт: www.vfanc.ru

© ФНЦ агроэкологии РАН

© Научно-агрономический журнал

Регистрационный номер ПИ № ФС77-76293 от 12 июля 2019 г.
присвоен Федеральной службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор).

ISSN 2500-0047 DOI: 10.34736/FNC.2020.111.4.000

Печатается в копировально-множительном бюро ФНЦ
агроэкологии РАН
Адрес: 400062, г. Волгоград, Университетский проспект, 97
Тираж 500 экз.
Заказ 13, подписано в печать 24 декабря 2020 г.
Дата выпуска 25 декабря 2020 г.

Журнал выходит 4 раза в год и распространяется по адресной рассылке, а также на выставках и ярмарках агропромышленной тематики. Цена свободная.

Подписной индекс ПР354

Издатель не несет ответственности за достоверность данных, предоставленных в опубликованных материалах.

При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна.

Содержание

Колонка редактора

Туман – не вечен, перспективы – светлые.....3

Современные исследования

А.В. Зеленев, Н.М. Егоров, П.А. Смутнев.
Эффективность основной обработки в регулировании структурно-агрегатного состава каштановой почвы и урожайности сортов озимой пшеницы.....4

Е.К. Верещагин, С.Г. Милованов. Перспектива выращивания паслёновых культур при внутрипочвенном поливе.....9

К.Я. Блюм. Влияние экологических факторов на численность акациевой краевой галлицы *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman, 1847) в насаждениях урбанизированных территорий Нижневолжского региона.....14

А.С. Межевова, Ю.В. Берестнева, И.А. Корженко. Перспективы использования нетрадиционных удобрений-мелиорантов в сельском хозяйстве.....19

В.Г. Юферев, Н.А. Ткаченко. Картографирование и моделирование агроландшафтов с использованием геоинформационных систем.....23

Н.М. Иванов, С.С. Шинкаренко, Н.О.К. Зарбалиева. Особенности пожарного режима ильменно-бугровых ландшафтов дельты Волги.....29

А.В. Кошелев, А.А. Тубалов. Оценка плодородия орошаемых земель Волгоградского Заволжья современными методами исследований.....35

А.Н. Берденгалиева, С.С. Шинкаренко. Дешифрирование нелесных пожаров в условиях речных пойм.....43

В лабораториях селекционеров

Д.А. Агапова, Р.Ю. Иващенко, И.В. Юнакова, А.А. Желтова, В.Г. Зайцев. Полиморфизм белков семян зерновых культур, выращенных в условиях засушливых территорий.....49

Е.Н. Киктева, О.А. Никольская, А.В. Солонкин. Влияние способа укоренения черенков на приживаемость клоновых подвоев.....55

А.С. Попова, А.О. Старухина, В.Г. Зайцев. Оптимизация продукции сесквитерпеновых лактонов как перспективная цель селекции посевного салата (*Lactuca sativa*).....59

Вопросы технологии в АПК

А.В. Солонкин, В.Л. Сапунков, А.В. Гузенко. Результаты испытания сортов озимой пшеницы на светло-каштановых почвах Волгоградской области.....64

Хроника.....71

Scientific Agronomy Journal

Issue 4–2020

Research and Practice Journal

Founder and publisher:
FSC of Agroecology RAS

Editor-in-Chief:
Solonkin A.V., D.S-Kh.N.

Editorial Council:

Borodychev V.V., D.S-Kh.N., Academician of RAS
Gorlov I.F., D.S-Kh.N., Academician of RAS
Kruzhillin I.P., D.S-Kh.N., Academician of RAS
Kulik K.N., D.S-Kh.N., Academician of RAS
Melikhov V.V., D.S-Kh.N., RAS corr. member
Mukanov B.M., D.S-Kh.N., Academician of NAS of Kazakhstan
Slozhenkina M.I., D.B.N., RAS corr. member
Turusov V.I., D.S-Kh.N., Academician of RAS

Editorial Board:

Barabanov A.T., D.S-Kh.N. Nefed'eva E.E., D.B.N.
Belitskaya M.N., D.B.N. Pitonya A.A., K.S-Kh.N.
Belyaev A.I., D.S-Kh.N. Rakhimzhanov A.N., K.S-Kh.N.
Belyakov A.M., D.S-Kh.N. Ruleva O.V., D.S-Kh.N.
Buyankin V.I., K.S-Kh.N. Sagalae V.A., D.B.N.
Gurova O.N., K.S-Kh.N. Semenenko S.Ya., D.S-Kh.N.
Zelenev A.V., D.S-Kh.N. Semenyutina A.V., D.S-Kh.N.
Ivanchenko T.V., K.S-Kh.N. Smutnev P.A., K.S-Kh.N.
Kulik A.K., K.S-Kh.N. Yuferev V.G., D.S-Kh.N.
Manaenkov A.S., D.S-Kh.N.

Managing Editor: Leontyeva E.E.
Translation into English: Khnyckin A.S.
Photo: Ivanchuk V.E.

Publisher's Address:
400062, Volgograd, University Avenue, 97

e-mail: info@vfanc.ru
website: www.vfanc.ru

© FSC of Agroecology RAS

© Scientific Agronomy Journal

The journal is registered by the Federal Service for Supervision
of Communications, Information Technologies and Mass
Communications

In the registration of registers, the entry PI number FS77-76293
dated July 12, 2019.

ISSN 2500-0047 DOI:10.34736/FNC.2020.111.4.000

Published by FSC of Agroecology RAS
Address: 400062, Volgograd, University Avenue, 97
Circulation 500 copies
Order 13, signed to print on 24 December 2020
Date of issue 25 December 2020

The journal is published 4 times a year and distributed through
an address list and at agro-industrial exhibitions and fairs.
The price is free.

Subscription index IIP354

The publisher is not responsible for the credibility of the data in
the published materials. Reprints of the materials must include a
reference to the journal.

Content

Editorial Column

The Fog Is Not Eternal, the Prospects Are Bright.....3

Contemporary Research

A.V. Zelenev, N.M. Egorov, P.A. Smutnev.
Efficiency of Basic Processing in Regulating the
Structural and Aggregate Composition of
Chestnut Soil and the Yield of Winter Wheat
Varieties.....4

E.K. Vereshchagin, S.G. Milovanov. The Prospect of
Growing Nightshade Crops with Intra-Soil
Watering.....9

K.Ya. Blum. The Ecological Factors Influence
on the Obolodiplois Robiniae (Haldeman, 1847)
Number in the Urbanized Territories Plantations
of the Lower Volga Region.....14

A.S. Mezhevova, Yu.V. Berestneva, I.A. Korzhenko.
Prospects for the Non-Traditional Fertilizers-
Meliorants Use in Agriculture.....19

V.G. Yuferev, N.A. Tkachenko. Agricultural
Landscapes Mapping and Modeling Using
Geoinformation Systems.....23

N.M. Ivanov, S.S. Shinkarenko, N.O.K. Zarbalieva.
The Fire Regime Features of the Volga Delta Hilly
Landscapes.....29

A.V. Koshelev, A.A. Tubalov. Irrigated Lands
Fertility Estimation of the Volgograd Trans-Volga
Region By Contemporary Research Methods.....35

S.S. Shinkarenko, A.N. Berdengalieva. Non-Forest
Fires in River Floodplains Identification.....43

In Breeders' Laboratories

D.A. Agapova, R.Yu. Ivaschenko, I.V. Yunakova,
A.A. Zheltova, V.G. Zaitsev. Seeds Proteins
Polymorphism of Grain Crops Grown in Arid
Areas.....49

E.N. Kikteva, O.A. Nikolskaya, A.V. Solonkin.
Rooting Cuttings Method Influence on the Clonal
Rootstocks Survival Rate.....55

A.S. Popova, A.O. Staruhina, V.G. Zaitsev.
The Sesquiterpene Lactones Production
Optimization As the Seeding Lettuce (Lactuca
Sativa) Breeding Prospective Goal.....59

Technology Questions in the Agro-Industrial Complex

A.V. Solonkin, V.L. Sapunkov, A.V. Guzenko.
Winter Wheat Varieties Testing Results on Light
Chestnut Soils of the Volgograd Region on
Different Agronomic Backgrounds.....64

Chronicle.....71

Туман – не вечен, перспективы – светлые

Уважаемые читатели и дорогие коллеги!

Завершение года – время, чтобы поразмышлять о прошлом, настоящем и попробовать заглянуть вперед. Самый главный негативный тренд уходящего года – это, конечно же, пандемия. Самоизоляция, запрет на проведение массовых мероприятий, в том числе и научных, ограничение в перемещении – все это, естественно, негативно сказывалось на общении и обмене информацией. Практически все перешли на онлайн-общение, большинство мероприятий стали проводить в онлайн-формате, но следует отметить, что данный формат не так уж и плох. Несмотря на ограничения научная работа в коллективах не прекращалась, полевые и лабораторные опыты ставились, экспедиции проводились, естественно, со всеми необходимыми мерами предосторожности. И получены хорошие результаты, которые сотрудники отразили в своих отчетах и публикациях, в том числе и на страницах нашего журнала.

Не могу не сказать о прекрасных показателях наших региональных аграриев, которые несмотря на трудности, вызванные пандемией, получили хорошие урожаи зерновых, технических, овощных культур. Многие скажут, что – благоприятный год. Не спорю. Зимние и весенние условия текущего года были очень благоприятными для развития озимых культур и ряда яровых. Но согласитесь, что не смогли бы наши труженики получить столь высокий результат только за счет погоды без технического перевооружения, научного обеспечения и, конечно же, государственной поддержки.

Кстати о государственной поддержке. В ближайшее десятилетие мы с вами будем работать в рамках принятой в этом году (12 апреля 2020 года N 993-р)

Стратегии развития АПК РФ. Сейчас в России есть уникальные возможности повысить уровень сельскохозяйственного производства. За счет чего?

Во-первых, за счет увеличения добавленной стоимости, которая будет достигаться посредством ресурсосберегающих технологий и высокопроизводительной техники, эффективного вовлечения в оборот сельскохозяйственных земель и повышения плодородия почв, а также использования высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур. Огромное поле деятельности для наших сотрудников! Минсельхоз РФ рассчитывает достичь значения произведенной добавленной стоимости в сельском хозяйстве на уровне 7 трлн рублей.

Во-вторых, повышение научно-технологического уровня АПК за счет развития селекции и генетики. И мы с вами, создав селекционно-семеноводческий центр, будем принимать в этом самое непосредственное участие.

Минсельхоз РФ также намерен провести цифровую трансформацию АПК, запустив общедоступную платформу «Цифровое сельское хозяйство». К 2024 году 75% операций по предоставлению господдержки аграриям должно будет осуществляться в цифровом виде. А к 2030 году в единой системе должна быть собрана информация о всей площади сельхозземель в России. И здесь мы не должны оставаться в стороне.

Как будет реализовываться Стратегия, покажет ближайшее будущее. Одно несомненно: аграрное производство останется одним из важнейших в российской экономике. И мы с вами, как научный потенциал, должны будем способствовать этому самым непосредственным образом.

Поздравляю Вас, дорогие коллеги, друзья, с наступающим Новым годом и

Рождеством Христовым, желаю в первую очередь здоровья, чтобы оно позволяло нам радоваться каждому новому дню, общению с родными, близкими, друзьями, совершать невероятные открытия, достигать новых высот и самое главное – строить планы на будущее.

Главный редактор Андрей Солонкин



Ваше сотрудничество с «Научно-агрономическим журналом» имеет большое значение. Результаты исследований, которые вы публикуете в виде научных статей на страницах журнала, – свидетельство существенного вклада в отечественную науку. Пусть 2021 год подарит новые возможности и перспективы в вашей деятельности. Новых вам плодотворных научных идей, их успешной реализации. Пусть в ваших домах всегда будет мир, счастье, любовь!

Директор ФНЦ агроэкологии РАН

А.И. Беляев

Эффективность основной обработки в регулировании структурно-агрегатного состава каштановой почвы и урожайности сортов озимой пшеницы

А.В. Зеленеv¹, д.с.-х.н., Zelenev.A@bk.ru,

Н.М. Егоров¹, аспирант,

П.А. Смутнев², к.с.-х.н. –

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ), e-mail: volgau@volgau.com, г. Волгоград, Россия;

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), e-mail: info@vfanc.ru, г. Волгоград, Россия

В засушливых условиях сухостепной зоны каштановых почв Нижнего Поволжья несомненный научный интерес к почвозащитной основной обработке почвы и адаптивным районированным сортам озимой пшеницы различной селекции, недостаточные сведения о их влиянии на структурно-агрегатный состав почвы и урожайность данной культуры делают актуальной выбранную тему исследований. Целью исследований являлось проведение сравнительной оценки приемов основной обработки почвы под чистый пар и сортов озимой пшеницы различной селекции, позволяющих увеличить производство зерна данной культуры в регионе. Почва опытного участка каштановая, тяжелосуглинистая, с содержанием в верхнем гумусово-аккумулятивном 0-0,24 м слое почвы 2,12 % гумуса. За 2019-2020 сельскохозяйственный год выпало 274 мм осадков. Схема двухфакторного опыта включала три приема основной обработки почвы (фактор А): вспашку на обычную глубину 0,2-0,22 м (контроль), глубокое чизелевание на 0,3-0,32 м и мелкое дискование на глубину 0,12-0,14 м, а также

три сорта озимой пшеницы (фактор В): Ермак (St), Камышанка 6 и Лилит. Агротехника возделывания озимой пшеницы была общепринятой для зоны проведения исследований, кроме изучаемых приемов основной обработки почвы и сортов. Предшественником озимой пшеницы был чистый пар. Самая благоприятная в агрономическом отношении комковато-зернистая макроструктура с размером комочков от 0,25 до 10 мм в пахотном слое почвы обеспечивалась к уборке озимой пшеницы при проведении под чистый пар глубокой чизельной основной обработки почвы у сортов Камышанка 6 и Лилит, соответственно 76,3 и 77,5 %, коэффициент структурности в этих вариантах равнялся 3,22 и 3,44. Наибольшая урожайность озимой пшеницы обеспечивалась у сортов Волгоградской селекции Камышанка 6 и Ростовской селекции Лилит на фоне глубокой чизельной обработки почвы, соответственно 4,06 и 4,17 т/га.

Ключевые слова: основная обработка почвы, сорта, структурно-агрегатный состав, урожайность, озимая пшеница, каштановая почва.

В современных засушливых условиях Нижнего Поволжья изучение основной обработки почвы под чистые пары и сортов озимой пшеницы, наиболее адаптированных к условиям региона, вызывает огромный интерес сельских товаропроизводителей. Применяемая в области отвальная основная обработка почвы дает возможность получать довольно высокие урожаи зерновых культур. Но часто повторяющиеся засушливые годы, отсутствие запасов продуктивной влаги в период вегетации растений озимой пшеницы из-за сильных суховейных ветров не позволяют получать стабильные и высокие урожаи данной культуры [1, 3, 5, 8].

Совершенствование приемов в технологии возделывания озимой пшеницы должно идти в направлении ресурсосбережения и адаптации их к засушливым условиям Нижнего Поволжья, отвечать требованиям высокоэффективного земледелия и экологической обстановки в регионе. Наряду с отвальной обработкой почвы необходимо применять в качестве основной обработки под чистый

пар ресурсосберегающую безотвальную обработку чизельными орудиями, способствующую углублению пахотного слоя, разуплотнению подпахотного горизонта, уничтожению плужной подошвы, которая создается при систематической вспашке на одну и ту же глубину. Применение чизельных орудий для глубокого рыхления почвы позволяет в зоне распространения водной эрозии и дефляции проводить влагосберегающие и почвозащитные приемы обработки с сохранением на поверхности поля до 80 % стерни. Безотвальное чизельное рыхление значительно снижает материальные затраты при производстве зерновых культур, повышает их урожайность, качество и рыночную стоимость выращиваемой продукции [4, 9].

Для целенаправленного управления агрофизическими свойствами почвы, в частности структурно-агрегатным составом, правильного выбора приемов обработки и сортов озимой пшеницы, необходимо знать степень их влияния на изменение этих свойств. Несомненный интерес к почво-

защитным ресурсосберегающим технологиям и адаптивным сортам озимой пшеницы Ростовской и Волгоградской селекции, недостаточные сведения о их влиянии на агрофизические свойства почвы и урожайность данной культуры позволяют актуализировать проводимые нами исследования [6, 10].

Материалы и методика исследований. Исследования проведены в 2020 году на каштановых почвах сухостепной зоны Нижнего Поволжья. Целью исследований являлось проведение сравнительной оценки приемов основной обработки почвы под чистый пар и сортов озимой пшеницы различной селекции, позволяющих увеличить производство зерна данной культуры и эффективно использовать почвенно-климатический потенциал зоны.

Почва опытного участка определена каштановой, тяжелосуглинистой по гранулометрическому составу, в верхнем гумусово-аккумулятивном 0-0,24 м слое почвы содержание частиц менее 0,01 мм – 40 %, гумуса – 2,12 %, реакция рН водной вытяжки верхнего горизонта – 7,4, что характеризует ее как слабощелочную, вниз по профилю увеличивается до 7,8 – щелочная. Пахотный 0-0,3 м слой почвы имеет слабую степень засоления, содержание в нем легкогидролизуемого азота по Корнфилду для озимой пшеницы низкое – 91,6-94,8 мг/кг, подвижного фосфора по Мачигину – среднее (22,9-26,5 мг/кг) и обменного калия также по Мачигину – высокое (329,6-334,2 мг/кг абсолютно-сухой почвы).

Анализ метеорологических условий показал, что в сентябре 2019 года во время посева озимой пшеницы была прохладная и засушливая погода. Температура воздуха была ниже среднееголетнего значения на 3,5°C, осадков выпало всего 13,5 мм по сравнению со средним значением – 24 мм, относительная влажность была ниже среднееголетней на 10 %. Температура почвы на глубине посева озимой пшеницы соответствовала норме и составляла 15°C. Однако такие условия все же позволили получить удовлетворительные всходы озимой пшеницы. Теплый октябрь, в котором фактическая температура воздуха превышала среднееголетнее значение на 1,8°C и выпадение осадков в количестве 23,2 мм, способствовало хорошему росту и развитию растений озимой пшеницы. Условия для перезимовки озимой пшеницы были благоприятными: декабрь оказался теплее по сравнению со среднееголетним значением на 1,7°C, январь – 5,9°C и февраль – 4,9°C. Осадков в январе и феврале выпало выше среднееголетнего значения соответственно на 31,4 и 42,1 %, в декабре их было меньше на 43,7 %. Относительная влажность воздуха в зимние месяцы была выше среднееголетних значений на 7-11 %. Март был очень теплым, температура воздуха превышала среднееголетнее значение на 6,6°C, в апреле и мае наблюдалось похолодание, температура была ниже среднего значения

соответственно на 2,2 и 3,8°C. Осадков в марте выпало около нормы – 23,7 мм по сравнению со средним значением – 24,6 мм, в апреле их было на 4,5 мм меньше, а в мае их выпало выше среднего значения на 23,8 мм. То есть весенний период вегетации озимой пшеницы был благоприятным для роста и развития данной культуры. Июнь был относительно умеренным, температура воздуха снижалась по сравнению со среднееголетним значением на 1°C, осадков выпало ниже среднего значения на 14,5 мм и составило 25 мм, относительная влажность воздуха превышала среднюю на 2 %. Июль по количеству осадков был аномальным, выпало их всего 4 мм, но озимую пшеницу уже в первой декаде этого месяца убрали, поэтому они существенного влияния на урожайность этой культуры не оказали, а вот недостаток влаги при уборке положительно сказался на качестве зерна озимой пшеницы. За период вегетации озимой пшеницы (сентябрь-октябрь и апрель-июль) температура воздуха была ниже среднееголетнего значения на 1,1°C и составляла 16,3°C, осадков выпало 137,5 мм, что было меньше среднееголетнего значения на 48 мм, относительная влажность воздуха была ниже на 8 %. В целом за 2019-2020 сельскохозяйственный год выпало 274 мм осадков, что ниже среднееголетнего значения на 68,2 мм или 24,9 %.

Схема двухфакторного опыта включала три приема основной обработки почвы под чистый пар (фактор А): вспашку на обычную глубину 0,2-0,22 м плугом ПЛН-5-35 (контроль), глубокое чизелевание на 0,3-0,32 м орудием ПЧН-2,3Р и мелкое дискование на глубину 0,12-0,14 м орудием БДМ-3,6х4П, а также три сорта озимой пшеницы Ростовской и Волгоградской селекции (фактор В): Ермак (St), Камышанка 6 и Лилит. Опыт заложен методом расщепленных делянок, повторность четырехкратная, размещение делянок рендомизированное в один ярус. Размер опытных делянок по фактору А (основная обработка почвы) – 540 м², по фактору В (сорт) – 180 м², учетной делянки – 119,6 м². Закладка опыта, проведение наблюдений и учетов выполняли по методике Б. А. Доспехова. Структурно-агрегатный состав почвы определяли методом сухого просеивания по Н. И. Саввинову, хозяйственную урожайность – методом сплошной комбайновой уборки каждой делянки с последующим приведением к стандартной 14 % влажности и 100 % чистоте.

Агротехника возделывания озимой пшеницы была общепринятой для зоны проведения исследований, кроме применяемых приемов основной обработки почвы под чистый пар и сортов различной селекции. Озимая пшеница возделывалась в полевом зернопаровом трехпольном севообороте: пар чистый – озимая пшеница – яровой ячмень, в котором предшественником этой культуры был чистый пар.

Результаты и обсуждение. Многолетними исследованиями ученых установлено, что струк-

турно-агрегатный состав пахотного слоя существенно влияет на условия роста растений, изменяя агрофизические свойства почвы, в том числе ее структуру [2, 7]. В нашем опыте на структурно-

агрегатный состав пахотного 0-0,3 м слоя почвы в большей степени оказывали влияние приемы обработки под чистый пар, чем сорта озимой пшеницы (таблица 1).

Таблица 1 – Структурно-агрегатный состав пахотного 0-0,3 м слоя почвы после уборки сортов озимой пшеницы в зависимости от основной обработки в 2020 году, % к воздушно-сухой массе почвы

Основная обработка почвы	Сорт	Диаметр воздушно-сухих агрегатов почвы, мм			Коэффициент структурности
		>10	10-0,25	<0,25	
Вспашка ПЛН-5-35 на глубину 0,2-0,22 м (контроль)	Ермак (St)	18,2	69,2	12,6	1,95
	Камышанка 6	17,5	70,8	11,7	2,42
	Лилит	16,4	70,1	13,5	2,34
Чизельная ПЧН-2,3Р на глубину 0,3-0,32 м	Ермак (St)	16	72,2	11,8	2,6
	Камышанка 6	14,6	76,3	9,1	3,22
	Лилит	13,8	77,5	8,7	3,44
Дисковая БДМ 3,6х4П на глубину 0,12-0,14 м	Ермак (St)	27	56,3	16,7	1,29
	Камышанка 6	25,9	56,9	17,2	1,32
	Лилит	24,3	57,8	17,9	1,37

Из данных таблицы видно, что самая благоприятная в агрономическом отношении комковато-зернистая макроструктура с размером комочков от 0,25 до 10 мм в пахотном слое почвы обеспечивалась к уборке озимой пшеницы при проведении под чистый пар глубокой чизельной основной обработки почвы на 0,3-0,32 м орудием ПЧН-2,3Р у сортов Камышанка 6 и Лилит, соответственно 76,3 и 77,5 %, что говорит об отличном агрегатном состоянии почвы. Это подтверждается коэффициентом структурности, который по этой же обработке почвы и у этих сортов соответственно равнялся 3,22 и 3,44. У сорта-стандарта Ермак при чизелевании таких комочков было 72,2 %, а коэффициент структурности равнялся 2,6, что также соответствует отличному агрегатному состоянию почвы. У этих сортов по чизельной обработке почвы наблюдалось снижение глыбистой структуры, комочков более 10 мм – 13,8-16 % и микроструктуры, комочков меньше 0,25 мм – 8,7-11,8 %.

Отличное агрегатное состояние почвенных частиц диаметром 0,25-10 мм к уборке озимой пшеницы обеспечивалось при вспашке под чистый пар всех сортов – 69,2-70,8 %. Это подтверждалось коэффициентом структурности, который равнялся в этих вариантах 1,95-2,34. Количество агрегатов более 10 мм и менее 0,25 мм при этой обработке почвы у этих же сортов было выше, чем при чизелевании, соответственно 16,4-18,2 % и 11,7-13,5 %.

На фоне дисковой обработки содержание макроагрегатов в пахотном слое почвы к уборке сортов озимой пшеницы оценивалось как хорошее и соответствовало значению 56,3-57,8 %. Это подтверждалось коэффициентом структурности, который по дисковой обработке почвы составлял 1,29-1,37,

что оценивало агрегатное состояние комочков как хорошее. При этой обработке почвы у всех сортов было самое высокое содержание комочков более 10 мм, глыбистой структуры – 24,3-27 % и частиц менее 0,25 мм, микроструктуры – 16,7-17,9 %.

Хозяйственная урожайность озимой пшеницы находилась в зависимости от проводимой под чистый пар основной обработки почвы и высеваемых сортов Ростовской и Волгоградской селекции (таблица 2).

Из данных таблицы видно, что самая высокая урожайность озимой пшеницы обеспечивалась у сортов Волгоградской селекции Камышанка 6 и Ростовской селекции Лилит на фоне глубокой чизельной обработки почвы на 0,3-0,32 м орудием ПЧН-2,3Р, соответственно 4,06 и 4,17 т/га, что выше, чем у сорта стандарта Ермак по этой же обработке почвы на 0,49 и 0,6 т/га или 13,7 и 16,8 %, у которого урожайность равнялась 3,57 т/га. Самая низкая урожайность озимой пшеницы обеспечивалась у сорта-стандарта Ермак при мелкой дисковой обработке почвы на 0,12-0,14 м орудием БДМ-3,6 × 4П – 2,92 т/га, что ниже, чем в контрольном варианте по вспашке у этого же сорта, на 0,43 т/га или 12,8 %. Урожайность сортов Камышанка 6 и Лилит по этой же обработке почвы в сравнении со стандартом Ермак по вспашке была на одном уровне и соответственно составляла 3,34 и 3,39 т/га. В контрольном варианте, где проводилась под чистый пар вспашка на обычную глубину 0,2-0,22 м плугом ПЛН-5-35, самая высокая урожайность обеспечивалась у сортов Камышанка 6 и Лилит, соответственно 3,66 и 3,74 т/га, что выше, чем у сорта-стандарта Ермак по этой же обработке почвы на 0,31 и 0,39 т/га или 9,2 и 11,6 %.

Таблица 2 – Хозяйственная урожайность сортов озимой пшеницы в зависимости от основной обработки почвы в 2020 году, т/га

Основная обработка почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	Урожайность
Вспашка ПЛН-5-35 на глубину 0,2-0,22 м (контроль)	Ермак (St)	3,35
	Камышанка 6	3,66
	Лилит	3,74
Чизельная ПЧН-2,3Р на глубину 0,3-0,32 м	Ермак (St)	3,57
	Камышанка 6	4,06
	Лилит	4,17
Дисковая БДМ 3,6х4П на глубину 0,12-0,14 м	Ермак (St)	2,92
	Камышанка 6	3,34
	Лилит	3,39
НСП ₀₅ А, т/га		0,15
НСП ₀₅ В, т/га		0,12
НСП ₀₅ АВ, т/га		0,17

Выводы. В засушливых условиях сухостепной зоны каштановых почв Нижнего Поволжья самая высокая урожайность озимой пшеницы обеспечивалась у сортов Волгоградской селекции Камышанка 6 и Ростовской селекции Лилит на фоне глубокой чизельной обработки почвы. Применение этой основной обработки под чистый пар способствовало формированию отличного агрегатного состояния пахотного слоя почвы к уборке озимой пшеницы, высокому сохранению комковато-зернистой макроструктуры.

Литература:

1. Вислобокова Л. Н., Скорочкин Ю. П., Воронцов В. А. Научные основы совершенствования основной обработки почвы в Тамбовской области // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 4. – С. 42-47.
2. Воронцов В. А., Скорочкин Ю. П. Зависимость структурно-агрегатного состояния чернозема типичного от различных систем основной обработки почвы // Владимирский земледелец. – 2019. – №2 (88). – С. 24-27.
3. Зеленов А. В., Беленков А. И. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия: учебное пособие. Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2018. – 316 с.
4. Зеленов А. В., Журбенко А. К., Смутнев П. А. Набухание и усадка светло-каштановой почвы в зависимости от основной обработки в Нижнем Поволжье // В сборнике: Стратегия развития сельского хозяйства в современных условиях – продолжение научного наследия Листопада Г. Е., академика ВАСХНИЛ (РАСХН), доктора технических наук, профессора: материалы Националь-

ной науч.-практ. конференции / ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. Волгоград, 2019. – Том 1. – С. 106-112.

5. Зеленов А. В., Сухарева Е. П. Сорты озимой пшеницы в сухостепной зоне каштановых почв Нижнего Поволжья // В сборнике: Экологические аспекты использования земель в современных экономических формациях: материалы Международной науч.-практ. конференции / ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. Волгоград, 2017. – С. 405-409.

6. Кузина Е. В. Влияние основной обработки почвы на запасы продуктивной влаги и агрофизические свойства чернозема выщелоченного // Пермский аграрный вестник. – 2016. – № 3 (15). – С. 35-41.

7. Нежинская Е. Н., Тарадин С. А. Структурно-агрегатный состав чернозема обыкновенного под посевами озимой пшеницы в зависимости от способов обработки почвы // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – №11-1. – С. 16-19.

8. Петров Л.К., Селехов В. В. Результаты изучения сортов озимой пшеницы в условиях Нижегородской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – №2 (51). – С. 24-28.

9. Романов В. Н., Ивченко В. К., Ильченко И. О., Луганцева М. В. Влияние приемов основной обработки почвы в севообороте на динамику влажности и агрофизические свойства чернозема выщелоченного // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – № 5. – С. 32-34.

10. Рычкова М. И. Структурно-агрегатный состав и плотность почвы в зависимости от способа основной обработки и предшественника озимой пшеницы на эрозионно-опасном склоне // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – №11-1. – С. 62-66.

Efficiency of Basic Processing in Regulating the Structural and Aggregate Composition of Chestnut Soil and the Yield of Winter Wheat Varieties

A.V. Zelenev¹, D.S-Kh.N., Zelenev.A@bk.ru,

N.M. Egorov¹, graduate student

P.A. Smutnev², K.S-Kh.N.

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volgograd State Agrarian University» (FSBEI HE Volgograd SAU), e-mail: volgau@volgau.com, Volgograd, Russia

²Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS), Volgograd, Russia

In the chestnut soils dry-steppe zone arid conditions of the Lower Volga region, the undoubted scientific interest in the soil protective main soil treatment and adaptive zoned varieties of various selection winter wheat, insufficient information about their impact on the soil structural and aggregate composition and the yield of this crop make the chosen research topic relevant. The purpose of the research was to carry out the basic tillage methods comparative assessment for pure fallow and winter wheat varieties of various selections, which allow increasing this crop grain production in the region. The soil on the experimental site is chestnut, heavy loamy, with a content of 2.12% humus in the upper humus-accumulative 0-0.24 m soil layer. For the 2019-2020 agricultural year, 274 mm of precipitation fell. The two-factor experiment scheme included three basic tillage methods (factor A): plowing to the usual depth of 0.2-0.22 m (control), deep chiseling to 0.3-0.32 m and shallow disking to a depth of 0.12-0.14 m, as well as three varieties of winter wheat (factor B): Ermak (St), Kamyshanka 6 and Lilith. The winter wheat cultivation agrotechnics were generally accepted for the research area, except the studied methods of basic tillage and varieties. The winter wheat predecessor was pure fallow. The most agronomically favorable lumpy-grain soil macrostructure with the lumps size from 0.25 to 10 mm in the arable soil layer was provided for harvesting winter wheat when deep chisel main tillage was carried out with the varieties Kamyshanka 6 and Lilith under clean fallow, respectively 76.3 and 77.5%, the structural coefficient in these variants was 3.22 and 3.44. The highest winter wheat yield was provided in the varieties of Volgograd selection Kamyshanka 6 and Rostov selection Lilith against the deep chisel tillage background, respectively, 4.06 and 4.17 t/ha.

Keywords: basic tillage, varieties, structural and aggregate composition, yield, winter wheat, chestnut soil

Translation of Russian References:

1. Vislobokova L.N., Skorochkin Yu.P., Vorontsov V.A. Nauchnyye osnovy sovershenstvovaniya osnovnoj obrabotki pochvy v Tambovskoj oblasti [Scientific basis for improving basic tillage in the Tambov region] // Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2017. – # 4. – P. 42-47.
2. Vorontsov V.A., Skorochkin Yu.P. Zavisimost' strukturno-agregatnogo sostoyaniya chernozema tipichnogo ot razlichnyh sistem osnovnoj obrabotki pochvy [Structural and aggregate state dependence of typical chernozem on the basic tillage various systems] // Vladimirskij zemledelets. – 2019. – # 2 (88). – P. 24-27.
3. Zelenev A.V., Belenkov A. I. Adaptivno-landshaftnyye sistemy zemledeliya: uchebnoye posobiye [Adaptive landscape farming systems: a textbook]. – Volgograd: Volgograd state agrarian University publishing house, 2018. – 316 p.
4. Zelenev A.V., Zhurbenko A.K., Smutnev P.A. Nabuhaniye i usadka svetlo-kashtanovoj pochvy v zavisimosti ot osnovnoj obrabotki v Nizhnem Povolzh'ye [Light chestnut

soil swelling and shrinkage depending on the main treatment in the Lower Volga region] // In the compilation: Strategiya razvitiya sel'skogo hozyajstva v sovremennyh usloviyah – prodolzheniye nauchno-go naslediya Listopada G. YE., akademika VASKHNIL (RASKHN), doktora tekhnicheskikh nauk, professora: materialy Natsional'noj nauch. prakt. konferentsii [Strategy for the agriculture development in modern conditions - the scientific heritage of Listopad G. E., academician of VASKHNIL (RASKHN), doctor of technical Sciences, Professor continuation: the National scientific and practical conference proceedings] / Volgograd: Volgograd state agrarian University publishing house, 2019. – Vol. 1. – P. 106-112.

5. Zelenev A.V., Suhareva Ye.P. Sorta ozimoy pshenitsy v suhostepnoj zone kashtanovyh pochv Nizhnego Povolzh'ya [Winter wheat varieties in the chestnut soils dry steppe zone of the Lower Volga region] // In the compilation: Ekologicheskiye aspekty ispol'zovaniya zemel' v sovremennyh ekonomicheskikh formatsiyah: materialy Mezhdunarodnoj nauch.-prakt. konferentsii [Land use ecological aspects in modern economic formations: the International scientific and practical conference proceedings] / Volgograd: Volgograd state agrarian University publishing house, 2017. – P. 405-409.

6. Kuzina Ye.V. Vliyaniye osnovnoj obrabotki pochvy na zapasy produktivnoj vlagi i agro-fizicheskiye svoystva chernozema vyshchelochennogo [Basic tillage influence on leached chernozem productive moisture reserves and agrophysical properties] // Permskij agrarnyj vestnik. – 2016. – # 3 (15). – P. 35-41.

7. Nezhinskaya Ye.N., Taradin S.A. Strukturno-agregatnyj sostav chernozema obyknovennogo pod posevami ozimoy pshenitsy v zavisimosti ot sposobov obrabotki pochvy [Common chernozem structural and aggregate composition under winter wheat crops depending on the soil treatment methods] // Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i yestestvennyh nauk. – 2018. – # 11-1. – P. 16-19.

8. Petrov L.K., Selexhov V.V. Rezul'taty izucheniya sortov ozimoy pshenitsy v usloviyah Nizhegorodskoj oblasti [The winter wheat varieties study results in the Nizhny Novgorod region conditions] // Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka. – 2016. – # 2 (51). – P. 24-28.

9. Romanov V.N., Ivchenko V.K., Il'chenko I.O., Lugantseva M.V. Vliyaniye priyemov osnovnoj obrabotki pochvy v sevooborote na dinamiku vlazhnosti i agrofizicheskiye svoystva chernozema vyshchelochennogo [The main soil tillage methods influence in crop rotation on the humidity and agrophysical properties dynamics of leached chernozem] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2018. – # 5. – P. 32-34.

10. Rychkova M.I. Strukturno-agregatnyj sostav i plotnost' pochvy v zavisimosti ot sposoba osnovnoj obrabotki i predshestvennika ozimoy pshenitsy na erozionno-opasnom sklone [The soil structural-aggregate composition and density depending on primary treatment method and the winter wheat predecessor on the erosion-prone slope] // Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i yestestvennyh nauk. – 2019. – # 11-1. – P. 62-66.

Перспектива выращивания паслёновых культур при внутрпочвенном поливе

Е.К. Верещагин¹, аспирант, С.Г. Милованов², научный сотрудник –

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), Волгоград, Россия

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ), Россия

Перец сладкий (Capsicum annuum L.) является ценной овощной культурой, в условиях Волгоградской области он может выращиваться рассадным способом в открытом грунте. Однако получение высоких урожаев возможно лишь при орошении, самым эргономичным способом которого является внутрпочвенное орошение (ВПО). Основное экологическое преимущество этого способа в том, что орошение корнеобитаемого слоя почвы осуществляется точно. Целесообразность применения ВПО и его режим при выращивании перца устанавливались при реализации гипотезы о том, что плановая урожайность культуры (70 ц/га) зависит не только от количества используемой при орошении воды, но и от равномерности ее поступления в ризосферу. В статье приведены результаты двухфакторного опыта

по влиянию режима внутрпочвенного орошения на урожайность сладкого перца. Испытано 3 варианта предполивной влажности почвы: 75-65% НВ, 85-75% НВ, 85% НВ. В каждом варианте дополнительным фактором являлось расстояние между увлажнителями ВПО (1,2 м, 1,4 м, 1,6 м). Установлено, что суммарное водопотребление оказывает среднее влияние ($R = 0,52$, $R^2 = 0,28$). Планируемая урожайность в 70 т/га может быть достигнута в диапазоне суммарного водопотребления 5,5-5,9 тыс. м³/га. Получение урожаев, превышающих плановый, возможно при условии поддержания предполивной влажности почвы на уровне 85% НВ и 85-75% НВ и расстоянии между увлажнителями 1,2 и 1,4 м.

Ключевые слова: орошение, внутрпочвенный полив, перец сладкий, увлажнители, урожайность.

Роль овощной продукции в питании человека известна. Их потребление в пищу человека, в соответствии с требованиями здорового питания, должно составлять не менее 140 кг на человека в год (без учета картофеля) [9]. На долю представителей семейства пасленовых должно приходиться около 30 кг, в том числе на сладкий перец – не менее 10 кг. Внедрение в растениеводческую отрасль мероприятий по импортозамещению ориентирует производителей обеспечивать собственное производство овощной продукции, что, в свою очередь, следует рассматривать как соблюдение принципов продовольственной безопасности России [1, 2].

Перец сладкий (*Capsicum annuum* L.) требователен к теплу (оптимальные температуры для роста и созревания растений находятся в диапазоне 20÷30°C) и влаге (необходимо поддержание влажности почвы на уровне 70-90% НВ). Полный цикл вегетации растения составляет в среднем 110-170 дней, поэтому в открытом грунте в регионах с умеренным климатом его можно вырастить, используя рассадный способ [4, 6, 10]. В промышленных масштабах в открытом грунте эта культура выращивается преимущественно в южных регионах европейской части России.

По теплообеспеченности (>10°C составляет 3200-3400°C) территория Волгоградской области пригодна для выращивания перца, а при существующем режиме влагообеспеченности (среднегодовая норма осадков 320-350 мм) получение

высоких урожаев возможно лишь при условии дополнительного увлажнения корнеобитаемого слоя почвы – при орошении.

Среди известных способов орошения – дождевание, капельное орошение (КО), внутрпочвенное орошение (ВПО) – последний является самым эргономичным [11-12]. Преимущество его заключается в следующем:

- все используемые материалы и комплектующие являются отечественной продукцией;
- возможно многократное использование трубопроводной сети без демонтажа элементов системы;
- имеется запатентованная система защиты увлажнителей от заиливания [7-8];
- осуществляется точечное орошение корнеобитаемого слоя почвы, препятствующее угрозе засоления;
- быстрая окупаемость произведенных затрат.

Чтобы обосновать перспективность массового внедрения ВПО для выращивания овощных культур семейства пасленовых, необходимо установить зависимость урожайности культуры от режима увлажнения. Он, в свою очередь, будет зависеть не только от количества используемой при орошении воды, но и от равномерности ее поступления в ризосферу. Последний показатель при ВПО, как мы полагаем, будет зависеть от расстояния между увлажнителями.

Цель исследования – обосновать целесообразность использования и режим ВПО при выращива-

нии сладкого перца.

Задачи исследования:

– установить влияние режима орошения на урожай сладкого перца;

– выявить зависимость урожая культуры от расстояния между увлажнителями.

Материалы и методика исследований. Исследования проведены в 2018 году на орошаемых полях Учебного научно-производственного центра «Горная Поляна» Волгоградского государственного аграрного университета (УНПЦ «Горная Поляна» Волгоградского ГАУ). Здесь в 2014 г. была внедрена вторая очередь участка ВПО. Конструкция системы внутрпочвенного орошения с укладкой увлажнителей на глубину 0,4-0,5 м с экраном сверху и снизу позволяет максимально механизировать технологический процесс выращивания перца [5, 7-8, 11-12]. Использовалась стандартная для региона агротехника, основанная на рассадном способе выращивания культуры. Посадка осуществлялась механизированно рассадопосадочной машиной СКН-6А ленточно по схеме (0,9+0,5)*0,3м. Выращиваемый сорт перца Белозерка районирован для условий Волгоградской области. Расчетная урожайность его составляет 70 т/га.

Почвы опытного участка – светло-каштановые, по гранулометрическому составу тяжелосуглинистые, имеют низкую степень обеспечения подвижными соединениями азота, среднюю – фосфора, повышенную – калия. С учетом приведенных показателей рассчитанные дозы минеральных удобрений составили $N_{213}P_{140}K_{130}$ кг. д.в./га. Половина дозы внесена при посадке рассады, остальные удобрения – в виде 2-кратных подкормок.

Норму полива и его режим устанавливали на основе анализа влажности корнеобитаемого слоя почвы (в каждом 10-см слое до глубины 0,4 м) и по результатам расчета запасов влаги.

Исследовалось влияние режима ВПО – поддержание предполивной влажности почвы в рамках заданных параметров – на урожай культуры. Ис-

пытано 3 варианта: 1) поддержание предполивной влажности почвы (ППВ) на уровне 75-65% НВ; 2) ППВ 85-75% НВ; 3) ППВ 85% НВ. В каждом варианте дополнительное расстояние между увлажнителями ВПО (1,2 м, 1,4 м, 1,6 м). Повторность каждого варианта опыта – четырехкратная с целью обеспечения достоверных данных при ошибке не более 5% [3]. Общее количество опытных делянок составило 36 шт.

Сбор урожая с фиксацией его параметров проведен в период, когда не менее 75% растений соответствовали требованиям спелости. В среднем сбор плодов осуществляли через 5-6 дней, количество сборов спелых плодов составило 4 раза. Учет урожайности перца был проанализирован с помощью дисперсионного анализа по методике Б.А. Доспехова [3].

Результаты и их обсуждение. При всём многообразии приёмов возделывания различных культур, агротехнологий главными условиями существования растений являются необходимое содержание влаги и питательных веществ в почве.

В наших исследованиях в сложившихся климатических условиях мы создавали условия для аккумуляции влаги в корнеобитаемом слое и сохранения питательных элементов на оптимальном уровне.

Результаты экспериментальных работ приведены в таблице 1.

Как видно, необходимое поддержание предполивного порога влажности (ППВ) в условиях засушливого климата может быть достигнуто только за счет орошения. В суммарном водопотреблении, в зависимости от вариантов опыта, доля атмосферных осадков не превышала 20% (16,6÷18,4). Доля почвенной влаги – еще меньше (2,8±11,0%). Закономерно, что поддержание максимального ППВ (85% НВ) требует и максимального количества воды, используемой для орошения. Поэтому во всех вариантах опыта с дифференциацией расстояния между увлажнителями с увеличением ППВ оросительная норма увеличивается.

Таблица 1 – Результаты учета урожая по вариантам опыта

Расстояние между увлажнителями, м	Предполивной порог влажности, %НВ	Урожай, т/га	Суммарное водопотребление, м ³ /га			
			Всего	В том числе		
				Почвенные влагозапасы	Осадки	Оросительная норма
1,2	75–65	67,1	5540	263	960	4317
	85–75	74,8	5779	179	960	4640
	85	75,6	5853	163	960	4730
1,4	75–65	66,4	5381	424	960	3997
	85–75	72,9	5518	252	960	4306
	85	74,7	5672	268	960	4444
1,6	75–65	60,2	5662	573	960	3680
	85–75	66,5	5348	382	960	4006
	85	68,1	5509	368	960	4181

Установлено, что и суммарное водопотребление и оросительная норма меньше при размещении увлажнителей на расстоянии 1,6 м.

Зависимость урожайности культуры от объема водопотребления описывается уравнением линейной регрессии (рисунок 1), однако связь между исследуемыми параметрами может быть оценена как средняя, т.к. коэффициент корреляции (R) составляет 0,52, а коэффициент детерминации (R^2) – 0,28. То есть, планируемая урожайность в 70 т/

га может быть достигнута и при суммарном водопотреблении 5,5 тыс. м³/га, и при суммарном водопотреблении 5,9 тыс. м³/га. Решающим фактором здесь является режим увлажнения, направленный на поддержание оптимального предполивного порога влажности.

Испытанный режим орошения позволил получить урожайность перца как с превышением планового показателя (70,0 т/га), так и меньше этого значения.

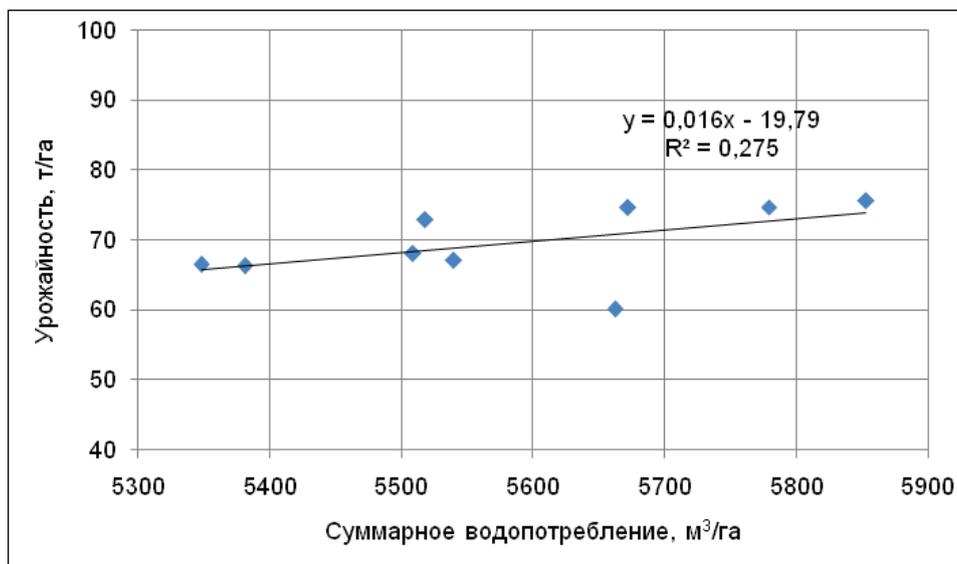


Рисунок 1- Зависимость урожайности от суммарного водопотребления

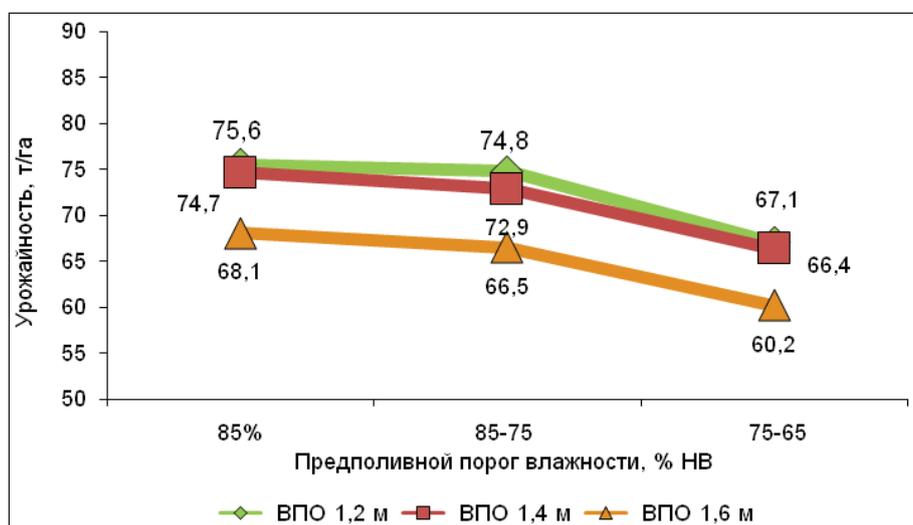


Рисунок 2 – Изменение урожайности перца при разных режимах орошения и размещения увлажнителей ВПО

На рисунке 2 приведены диаграммы, отражающие динамику урожайности перца при разных режимах орошения и размещения увлажнителей ВПО.

Установлено, что для каждого варианта размещения увлажнителей урожайность культуры определяется величиной ППВ. Зависимость между этими параметрами описывается уравнением ли-

нейной регрессии, вида:

$$Y = aX + b$$

где
 Y – урожайность сладкого перца, т/га;
 X – предполивной порог влажности почвы, % НВ;
 a, b – коэффициенты уравнения регрессии.

Параметры уравнения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры регрессионной связи урожайности сладкого перца с предполивным порогом влажности

Расстояние между увлажнителями ВПО, м	Значения коэффициентов уравнения регрессии		Коэффициент корреляции, R	Достоверность коэффициента корреляции, t	Коэффициент сглаживания данных, R ²
	a	b			
1,2	-4,25	81,00	0,91±0,29	3,1	0,82
1,4	-4,15	79,63	0,95±0,22	4,3	0,90
1,6	-3,95	72,83	0,94±0,24	3,9	0,89

Как видно, независимо от размещения увлажнителей ВПО увеличение урожайности достигается за счет поддержания ППВ на более высоком уровне – от 75 до 85% НВ. При поддержании ППВ на уровне до 75% НВ во всех вариантах опыта урожайность перца была меньше запланированной, а именно: на 2,9 т с размещением увлажнителей через 1,2 м, на 3,6 т – через 1,4 м, на 9,8 т – с размещением увлажнителей через 1,6 м. Последний вариант размещения увлажнителей (через 1,6 м) оказался самым неэффективным, так как урожайность культуры не достигла плановых показателей независимо от величины поддерживаемого предполивного порога влажности.

Соотношение разности фактической и планируемой урожайности перца свидетельствует, что наиболее оптимальными режимами увлажнения являются поддержание предполивного порога влажности на 85-75% НВ и 85% НВ с размещением увлажнителей ВПО на 1,2 и 1,4 м.

Выводы. Получение стабильных урожаев сладкого перца на светло-каштановых почвах возможно при условии проведения комплекса агротехнических мероприятий, направленных в первую очередь на накопление и сохранение влаги в почве. Первостепенное значение приобретает оросительная мелиорация как гарант получения продукции в условиях засушливого климата.

Наряду с внесением доз минеральных удобрений, восполняющих почвенное плодородие, показатели планируемой (и превышающее ее) урожайности перца могут быть достигнуты при следующих режимах внутрисочвенного орошения:

- размещение увлажнителей на расстоянии 1,2 м и поддержание предполивного порога влажности 85-75% НВ и 85% НВ (урожайность выше планируемой на 6,9-8,0%);

- размещение увлажнителей на расстоянии 1,4 м и поддержание предполивного порога влажности 85-75% НВ и 85% НВ (урожайность выше планируемой на 4,1-86,7%).

Таким образом, использование внутрисочвенного полива при выращивании овощных растений семейства пасленовых (в частности, перца сладкого) является перспективным в Средневолжском регионе.

Литература:

1. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы. Постановление Правительства Российской Федерации № 717 от 14 июля 2012 г.
2. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации / Утв. Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов – М.: Альянс, 2014. – 351 с.
4. Лудилов, В. А. Томаты, перец, баклажаны / В. А. Лудилов, В. А. Фомин. – Ростов-на-Дону, 1981. – 54 с.
5. Мещеряков, М.П. Техника и технология ресурсосберегающих способов орошения сладкого перца в условиях Волго-Ахтубинской поймы: дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Мещеряков Максим Павлович. – Волгоград, 2008. – 203 с.
6. Овощеводство в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.rusagroweb.ru / kultury / plodovye / vyrashchivanie - pertsy / botanicheskaya-kharakteristika-pertsy.html](http://www.rusagroweb.ru/kultury/plodovye/vyrashchivanie-pertsy-botanicheskaya-kharakteristika-pertsy.html) (дата обращения 29.01.2020 г.).
7. Овчинников, А.С. Конструкция защиты внутрисочвенных увлажнителей от заиливания: патент на полезную модель № 132946 от 10.10.2013 / А.С. Овчинников, А.А. Пахомов, Е.А. Ходяков, П.С. Попов.
8. Овчинников, А.С. Конструкция увлажнительной сети для внутрисочвенного орошения овощных культур: патент на полезную модель № 134003 от 10.11.2013 / А.С. Овчинников, А.А. Пахомов, Е.А. Ходяков, П.С. Попов.
9. Рекомендации по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания / Утв. приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 19.08.2016 г. № 614.
10. Ходяков, Е.А. Режим орошения сельскохозяйственных культур при капельном и внутрисочвенном способах полива: монография / Е.А. Ходяков. – Волгоград, 2002. – 144 с.
11. Ходяков, Е. А. Научное обоснование режима орошения сельскохозяйственных культур при использовании ресурсосберегающих способов полива для получения планируемых урожаев в Нижнем Поволжье. автореф. дис. д-ра с.-х. наук: 06.01.02 / Е.А. Ходяков. – Волгоград, 2002. – 25 с.
12. Ходяков, Е.А. Режим орошения сельскохозяйственных культур при капельном и внутрисочвенном способах полива: монография / Е.А. Ходяков. – Волгоград, 2002. – 144 с.

The Prospect of Growing Nightshade Crops with Intra-Soil Watering

E. K. Vereshchagin¹, graduate student, Vereshagin-e@vfanc.ru, S.G. Milovanov², research fellow –

¹Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences»
(FSC of Agroecology RAS), Volgograd, Russia

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volgograd State Agrarian University»
(FSBEI HE Volgograd SAU), Volgograd, Russia

Sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) is a valuable vegetable crop, in the conditions of the Volgograd region, it can be grown by seedling in the open ground. The high yields obtaining is possible only with irrigation, which the most ergonomic way is intra soil irrigation (ISI). The feasibility of ISI using and its regime for growing pepper was established when implementing the hypothesis that the planned crop yield (70 kg/ha) depends not only on the amount of water used for irrigation but also on the evenness of its flow into the rhizosphere. The article presents the two-factor experiment results on the ISI regime influence on the sweet pepper yield. Three variants of before irrigation soil moisture: 75-65% of the least moisture capacity (LMC), 85-75% of LMC, 85% of LMC were tested. In each case, the distance between the ISI humidifiers (1.2 m, 1.4 m, 1.6 m) was an additional factor. It was estimated that the total water consumption has a medium effect ($R = 0.52$, $R_2 = 0.28$). The planned yield of 70 t/ha can be achieved in the range of total water consumption in 5500-5900 m³ on ha. Getting more yields than planned is possible when the soil moisture content before irrigation is maintained at the level of 85% of LMC and 85–75% of LMC and the distance between the humidifiers is 1.2 and 1.4 m.

Keywords: irrigation, intra soil watering, sweet pepper, humidifiers, yield

Translation of Russian References:

1. Gosudarstvennaya programma razvitiya sel'skogo hozyajstva i regulirovaniya rynkov sel'skohozyajstvennoj produktsii, syr'ya i prodovol'stviya na 2013-2020 gody. Postanovleniye Pravitel'stva Rossijskoj Federatsii № 717 ot 14 iyulya 2012 g. [State Program for the agriculture development and agricultural products markets regulation, raw materials and food for 2013-2020, resolution of the government of the Russian Federation # 717 of July 14, 2012]
2. Doktrina prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federatsii / Utv. Ukazom Prezidenta Rossijskoj Federatsii ot 30 yanvarya 2010 g. № 120. [The Russian Federation food security doctrine / Approved by Decree of the President of the Russian Federation # 120 of January 30, 2010].
3. Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta [Field experience methods] / B.A. Dospekhov – M.: Al'yans, 2014. – 351 p.
4. Ludilov, V. A. Tomaty, perets, baklazhany [Tomatoes, peppers, eggplant] / V. A. Ludilov, V. A. Fomin. – Rostov-na-Donu, 1981. – 54 p.
5. Meshcheryakov, M.P. Tekhnika i tekhnologiya resursoberegayushchih sposobov orosheniya sladkogo

pertsya v usloviyah Volgo-Ahtubinskoj pojmy: dis. ...kand. s.-h. nauk: 06.01.02 [Technique and technology of resource-saving methods of sweet pepper irrigation in the Volga-Akhtuba floodplain conditions: dis. ... candidate of agricultural Sciences: 06.01.02] / Meshcheryakov Maxim Pavlovich. – Volgograd, 2008. – 203 p.

6. Ovoshchevodstvo v Rossii [Vegetable growing in Russia] (Electronic resource). – Access mode: www.rusagroweb.ru/kultury/plodovye/vyrashchivanie-pertsya/botanicheskaya-kharakteristika-pertsya.html (request date 29.01.2020).

7. Ovchinnikov, A.S. Konstruktsiya zashchity vnutripochvennyh uvlazhnitelej ot zaileniya [Design of protection of intrasoil humidifiers from siltation]: utility model patent #132946 dated 10.10.2013 / A.S. Ovchinnikov, A.A. Pahomov, YE.A. Hodyakov, P.S. Popov.

8. Ovchinnikov, A.S. Konstruktsiya uvlazhnitel'noj seti dlya vnutripochvennogo orosheniya ovoshchnyh kul'tur [Humidifying network for intra-soil irrigation of vegetable crops design]: utility model patent #134003 dated 10.11.2013 /A.S. Ovchinnikov, A.A. Pahomov, YE.A. Hodyakov, P.S. Popov.

9. Rekomendatsii po ratsional'nym normam pot-rebleniya pishchevyh produktov, otvechayushchih sovremennym trebovaniyam zdorovogo pitaniya [Recommendations for rational food consumption norms that meet a healthy diet contemporary requirements] / Approved by the order of the Ministry of health of the Russian Federation dated 19.08.2016 #614.

10. Hodyakov, YE.A. Rezhim orosheniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur pri kapel'nom i vnutripochvennom sposobah poliva: monografiya [Irrigation regime for agricultural crops with drip and intra-soil irrigation methods: monograph] / YE.A. Hodyakov. – Volgograd, 2002. – 144 p.

11. Hodyakov, YE.A. Nauchnoye obosnovaniye rezhima orosheniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur pri ispol'zovanii resursoberegayushchih sposobov poliva dlya polucheniya planiruyemyh urozhayev v Nizhnem Povolzh'ye. avtoref. dis. d-ra s.-h, nauk [Scientific justification of the irrigation regime for agricultural crops when using resource-saving irrigation methods to obtain planned yields in the Lower Volga region. author's abstract. dis. Dr. agricult. science]: 06.01.02 / YE.A. Hodyakov. – Volgograd, 2002. – 25 p.

12. Hodyakov, YE.A. Rezhim orosheniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur pri kapel'nom i vnutripochvennom sposobah poliva: monografiya [Irrigation regime for agricultural crops with drip and intra-soil irrigation methods: monograph] / YE.A. Hodyakov. – Volgograd, 2002. – 144 s.

Влияние экологических факторов на численность акациевой краевой галлицы *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman, 1847) в насаждениях урбанизированных территорий Нижневолжского региона

К.Я. Блюм, аспирант, cheizer9@yandex.ru – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), Волгоград, Россия

Интродуцированные древесные растения уже много лет успешно используются для создания защитных насаждений различных категорий, в том числе и на территории аридной зоны Юга России, климатические особенности которой предъявляют специфические требования к подбору древесных пород. Растения родового комплекса *Robinia*, природный ареал которых приурочен к сходным природно-климатическим условиям засушливых зон Северной Америки, получили широкое распространение в защитных насаждениях Нижневолжского региона. В последние годы на территории России все чаще фиксируют инвазии специфических филофагов робинии, среди которых наиболее аг-

рессивным является акациевая краевая галлица *Obolodiplosis robiniae*. В связи с этим целью настоящего исследования явилось изучение особенностей количественного обилия робиниевой галлицы в биотопах с различными экологическими условиями. Исследование проводилось в течение полевых сезонов 2020 г. в защитных насаждениях различных типов и категорий. По результатам исследования установлено, что на количественное обилие робиниевой галлицы влияет комплекс факторов – густота кроны, влажность воздуха, а также сила техногенного пресса.

Ключевые слова: защитные насаждения, инвазии, филофаги, *Obolodiplosis robiniae*, *Robiniasp.*

Нижневолжский регион в силу своего географического положения имеет специфические особенности климатических условий [8], что предъявляет особые требования к подбору породного состава древесных растений для озеленения городских территорий. Нестабильность влажностно-теплового режима, частые засухи, высокий уровень солнечной радиации исключают возможность применения в городских насаждениях значительной доли типичной для Европейской части России растительности, порождая тем самым необходимость интродукции древесно-кустарниковых растений [9].

В засушливых условиях Южного федерального округа уже многие годы успешно культивируются представители родового комплекса *Robinia*, произрастающие в сходных экологических условиях Северной Америки: робиния псевдоакация (робиния белая) *Robinia pseudoacacia* (L., 1753), новомексиканская *Robinia neomexicana* (A. Gray, 1855) и клейкая *Robinia viscosa* (Vent., 1799) [13]. Природный ареал *R. pseudoacacia* приурочен к району Аппалачских гор от Пенсильвании до Джорджии, на запад до Айовы, Миссури и Оклахомы; *R. neomexicana*) – Колорадо до Нью-Мексико, Аризоны и Юта; *R. viscosa* – горные районы от Вирджинии и Кентукки до Джорджии и Алабамы [5].

Несмотря на длительную историю культивирования робинии за пределами естественного ареала, на ней долгое время отсутствовали специализированные вредители ассимиляционного аппарата [6]. Однако в последние годы ситуация изменилась. Это связано с появлением в Европе робиниевой краевой галлицы *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman,

1847), белоакациевого пилильщика *Nematostibialis* (Newman, 1837), верхнесторонней белоакациевой минирующей моли *Parectopa robiniella* (Clemens, 1863), нижнесторонней белоакациевой минирующей моли-пестрянки *Phyllonorycter robiniella* (Clemens, 1859) [6].

Особый интерес среди них вызывает робиниевая краевая галлица. Ее проникновение на территорию России произошло в 2005 г. в Приморском крае [3, 6] предположительно из Японии или Южной Кореи, где данный вид был зарегистрирован в 2002 г. [4, 6]. На Европейской территории нашей страны галлица впервые отмечена в 2010 г. в Краснодарском крае [6, 12] и в 2018 г. в Брянской области [6, 11].

Первое появление галлицы в Европе зафиксировано в Италии в 2003 г. [6, 14] и дальнейшая география распространения (Чехия, Словения, Хорватия, Германия, Венгрия, Украина и т.д.) [6] позволяет говорить о четком векторе ее продвижения с запада на восток. Таким образом, можно предположить существование двух независимых путей заноса *O. robiniae* в Россию – с западноевропейского и восточноазиатского направлений соответственно.

Наибольшая вредоносность *O. robiniae* среди инвазивных видов филофагов отмечена в Гродненской области [2]. Сходная ситуация наблюдается и на территории Донбасса, где несмотря на давление со стороны специализированного паразитоида *Platygaster robiniae* (Buhl&Duso, 2007), галлица является доминирующим фитофагом робинии [6].

В Краснодарском крае *O. robiniae* является объектом государственного лесопатологического мониторинга [12].

На территории Нижневолжского региона (Волгоградская область) робиниевая краевая галлица впервые отмечена в 2010 году [13]. В настоящее время вредитель заселяет практически 100% деревьев в рекреационно-озеленительных насаждениях различных категорий. Однако численность ее в различных биотопах сильно варьирует, причем в наших условиях она не наносит столь серьезного вреда, как в Гродненской области, где ее вредоносность максимальна.

По нашему мнению, данный феномен может быть объяснен различиями природно-климатических условий данных регионов. Юго-западная Беларусь и восток Украины приурочены к зоне умеренного континентального климата [1, 7], в то время как для Волгоградской области характерна большая засушливость и резкость перепада температур [8].

Для того, чтобы доказать или опровергнуть эту гипотезу, нами был заложен ряд пробных площадок, отличающихся по своим микроклиматическим особенностям и подвергающихся различному по интенсивности воздействию техногенного пресса.

Материалы и методы. Площадки № 1 и № 2 были заложены в кластерных коллекционных участках ФНЦ агроэкологии РАН. Они характеризуются минимальным воздействием на них выхлопных газов автотранспорта, поскольку защищены от проходящих рядом автомагистралей искусственными лесопосадками. Произрастающие на пробных площадках деревья робинии относятся к I классу возраста. Полив отсутствует. Основным отличием между площадками является степень загущенности деревьев – на площадке № 1 они тесно

смыкаются, в то время как на площадке № 2 насаждения разрежены, и кроны менее загущены.

Площадки № 3 и № 4 заложены на Университетском проспекте и отличаются крайне высокой интенсивностью техногенного воздействия. Обе площадки расположены на некотором удалении от автотрассы (около 50 м), никаких физических препятствий между насаждениями и магистралью нет. Площадка № 3 представлена расположенными на одинаковом расстоянии друг от друга деревьями робинии I класса возраста с несмыкающимися кронами деревьев; полив отсутствует. На площадке № 4 произрастают деревья III класса возраста с мощной, загущенной куполообразной кроной, опускающейся практически до земли; посадка систематически поливается.

Площадка № 5 расположена на ул. Советской. Интенсивность движения здесь гораздо ниже по сравнению с площадками №№ 3 и 4. Эти насаждения, представлены деревьями III класса возраста, испытывают прямое воздействие выхлопных газов автотранспорта; кроны ажурные и практически не смыкаются; полив отсутствует.

Интенсивность движения автотранспорта определялась путем подсчета проезжающих через сечение магистрали транспортных средств в час в максимальные периоды потока (8:00-10:00, 13:00-14:30, 17:30-19:00).

Учет количества галлов *O. robiniae* осуществлялся по методике, рекомендованной Ю.И. Гниненко [4]. При этом у модельных деревьев отбирались по три модельные ветви длиной 1 м. На них в лабораторных условиях подсчитывались общее количество сложных и простых листьев, в т. ч. листьев с галлами, а также плотность галлов на этих листьях.



Рис.1 – Повреждение сложного листа *Obolodiplosis robiniae* в насаждениях

Результаты и обсуждение. Для того, чтобы определить, какой именно фактор (возраст деревьев, техногенная нагрузка, повышенная влажность или конструктивные особенности насаждения) влияет на особенности распределения галлицы в кроне робинии, нами был проведен анализ заселенности сложных листьев филлофагом и плотности его тератов (рис. 1) на площадках с различными условиями.

В нашем регионе галлица заселяет 100% деревьев робинии. В то же время количественное обилие фитофага сильно варьирует (табл. 1).

Максимальная заселенность сложных листьев

галлицей (30-40%) характерна для площадок № 1 и № 4; при этом между ними наблюдается очень сильное различие по показателю плотности галлов на сложный лист. Минимальная плотность тератов филлофага (3,37±0,87 галла на сложный лист) зафиксирована в массивном загущенном неорошаемом насаждении первого класса возраста, которое практически не подвергается техногенному воздействию. Наибольшая плотность (13,24±2,74 галла на сложный лист) отмечена в уличной загущенной орошаемой посадке, подвергающейся интенсивному воздействию выхлопных газов (табл. 1, рис. 2).

Таблица 1 – Заселенность листьев и плотность галлов *O. robiniae* на различных модельных площадках

Номер площадки	Экологические параметры насаждений				Заселено сложных листьев, %	Плотность галлов на сложный лист, шт
	Категория насаждений/ конструкция	Класс возраста	Полив	Уровень техногенного пресса		
1	Массивное насаждение дендрологической коллекции / загущенное	I	отсутствует	минимальный	32,40	3,37±0,866
2	Массивное насаждение дендрологической коллекции / разреженное	I	отсутствует	минимальный	24,74	4,29±0,535
3	Уличные насаждения / разреженные	I	отсутствует	высокий	10,18	5,38±0,676
4	Уличные насаждения / загущенные	III	имеется	высокий	40,00	13,24±2,738
5	Уличные насаждения / разреженные	III	отсутствует	средний	17,00	5,00±0,701

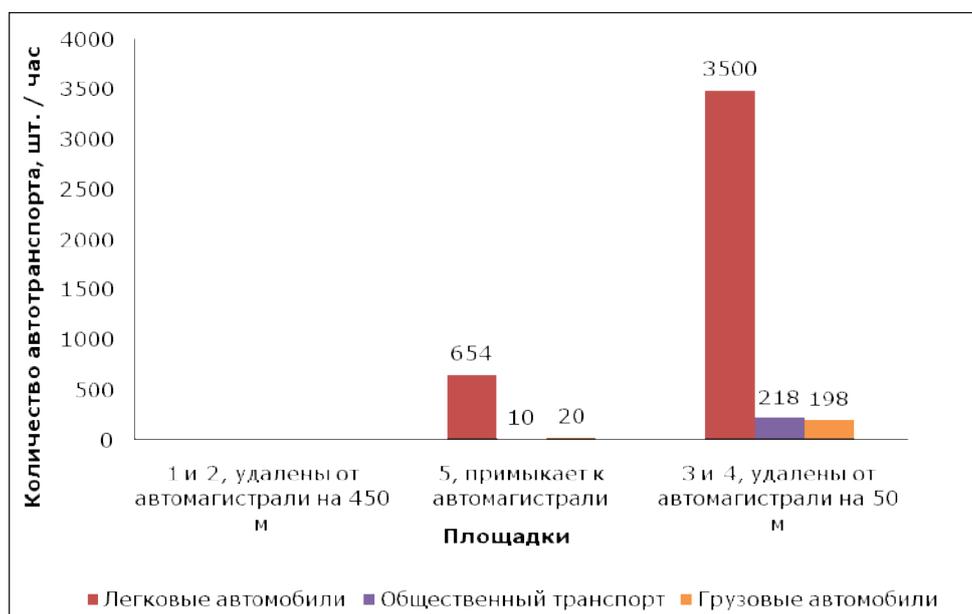


Рис. 2 – Интенсивность движения автотранспорта у различных пробных площадок

Полученные данные согласуются с результатами исследований И.С. Левченко и В.В. Мартынова, отмечающих, что заселение листьев в кроне робинии Площадки № 1 и 4 несмотря на существующие различия имеют одно принципиальное сходство – одинаковую загущенность кроны, с равной затененностью и особыми условиями фитолимата – увеличенной влажностью и сниженной температурой воздуха, что и обуславливает повышение заселенности сложных листьев.

галлицей заметно возрастает с уменьшением уровня инсоляции [6].

При увеличении интенсивности воздействия выхлопных газов на насаждения с разреженной кроной деревьев заселенность сложных листьев галлицей заметно меняется. Так, наименьшее значение этого показателя (10,18%) зафиксировано на площадке № 3, на которой посадки подвергаются интенсивному воздействию выхлопных газов (рис. 2, табл. 1). Листва в кронах деревьев, испы-

тывающих более слабое техногенное воздействие, осваивается филлофагом активнее – 17% заселенных сложных листьев на площадке № 5 и 24,74% на площадке № 2.

На участке № 3 зафиксирована более высокая плотность галлов на листьях, нежели на других неорошаемых разреженных посадках. Последнее, впрочем, недостоверно, поскольку значение *t*-критерия находится вне области значимых отличий. Однако в посадках с интенсивной техногенной нагрузкой, загущенной кроной и регулярным поливом (площадка № 4) наблюдается достоверное ($p < 0,01$) возрастание плотности галлов на сложный лист.

Необходимо отметить, что плотность тератов робиниевой галлицы на листьях в насаждениях площадки № 4 в 2,5 раза превышает данный показатель на площадке № 3. При этом растения обоих участков испытывают одинаково интенсивное воздействие выхлопных газов. Подобная разница может быть объяснена разным уровнем увлажненности – деревья четвертой площадки систематически поливаются и имеют густую крону, способствующую сохранению влаги.

Выводы. Анализ полученных результатов показал, что существует прямая зависимость между микроклиматом в посадках робинии и особенностями ее освоения робиниевой краевой галлицей. Загущение кроны приводит к увеличению заселенности сложных листьев, в то время как увеличение техногенной нагрузки способствует повышению плотности галлов на них.

Сочетание загущенности листвы, техногенного пресса и регулярного увлажнения способствует интенсификации заселения кроны галлицей и увеличению плотности ее тератов на сложный лист.

Таким образом, нами была подтверждена гипотеза о том, что повышенная вредоносность *O. robiniae* в Гродненской области по сравнению с Нижневолжским регионом, проявляющаяся в том числе и в интенсивности освоения ею кроны робинии, связана именно со спецификой местных природно-климатических условий.

Литература:

1. Аверин Г.В. Оценка изменения климата и смягчение последствий в Донецкой области / Г.В. Аверин, А.Э. Родригес. – Текст: электронный // Донецкий национальный технический университет: официальный сайт. – Донецк. – URL: http://csm.donntu.org/sites/default/files/blog/presentation_seminar_01_10_2013.ppt (дата обращения 14.09.20).
2. Гляковская Е.И. Количественная оценка вредоносности инвазивных фитофагов разных трофологических групп, повреждающих декоративные древесные растения в условиях Гродненского Поместья. / Е.И. Гляковская // Журнал Белорусского государственного университета. Биология. – 2018. – № 3. – С. 38-47.
3. Гниненко Ю.И. Белоакациевая листовая галлица *Obolodiplosis robiniae* (Hald., 1847) (Diptera, Cecidomyiidae) — первая находка на Сахалине. / Ю.И. Гниненко // Евразийский энтомологический журнал. – 2013. – № 12 (6). – С. 551-552.
4. Гниненко Ю. Рекомендации по выявлению бе-

лоакациевой листовой галлицы *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman) (Diptera, Cecidomyiidae) / Ю. Гниненко, М. Главендекич. – Пушкино-Белград: ВПРСМОБЗР, 2010. – 25 с.

5. Деревья и кустарники СССР: Дикорастущие, культурные и перспективные для интродукции. Т.4. Покрытосеменные. Семейства бобовые – гранатовые [Текст] / ред.: С. Я. Соколов, Б. К. Шишкин. – Ленинград: АН СССР. Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова. – 1958. – 974 с.

6. Левченко И.С. К изучению биологии белоакациевой листовой галлицы (Haldeman, 1847) *Obolodiplosis robiniae* (Diptera: Cecidomyiidae) в Донбассе. / И.С. Левченко, В.В. Мартынов // Промышленная ботаника. – 2019. – Вып. 19. – № 3. – С. 98-109.

7. Мельник В. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата в рамках разработки национальной стратегии адаптации сельского хозяйства к изменению климата в Республике Беларусь. / В. Мельник, В. Яцухно, Н. Денисов, Л. Николаева, М. Фалолеева. – Текст: электронный // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды республики Беларусь: официальный сайт. – Минск. – URL: <http://www.minpriroda.gov.by/uploads/files/Agroklimaticheskoe-zonirovanie-Respubliki-Belarus> (дата обращения 14.09.20).

8. Сажин А.Н. Погода и климат Волгоградской области. / А.Н. Сажин, К.Н. Кулик, Ю.И. Васильев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2017. – 334 с.

9. Семенютина А. В. Ассортимент деревьев и кустарников для мелиорации агро- и урболодшафтов засушливой зоны: научно-методические рекомендации / А.В. Семенютина. – М. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2002. – 60 с.

10. Семенютина А.В. Диагностические признаки представителей рода *Robinia* L. по генеративным показателям в интродукционных популяциях. / А.В. Семенютина, С.Е. Лазарев. // World Ecology Journal. – 2019. – Vol. 9. – Issue 2. – p. 64-94.

11. Синчук О. В. Первая находка *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman, 1847) (Diptera: Cecidomyiidae) на территории Брянской области / О.В. Синчук, А.С. Рогинский, С.В. Буга // Евразийский энтомологический журнал. – 2018. – Т. 17. – № 6. – С. 401-402.

12. Щуров В. И. Объекты государственного лесопатологического мониторинга на Северо-Западном Кавказе среди чужеродных видов насекомых в 2010-2015 годах. / В.И. Щуров, А.С. Бондаренко // Биоразнообразие. Биоконсервация. Биомониторинг: Сборник материалов II Международной научно-практической конференции (14-16 октября 2015 г.) / Под ред. д.б.н. А.С. Замотайлова, к.б.н. М.И. Шаповалова. – Майкоп: Изд-во АГУ – 2015. – С. 89-94.

13. Belitskaya M.N. Some information about invasive pests is the introduced at *Fabaceae* on plantations in the arid zone. / M.N. Belitskaya, K.Ya. Bloom // Ecology and reclamation of agricultural landscapes: prospects and achievements of young scientists. Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 120-летию со дня рождения Альбенского Анатолия Васильевича. – Волгоград. – 2019. – С. 117-118.

14. Duso C. Skuhřavá M. First record of *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman) (Diptera Cecidomyiidae) galling leaves of *Robinia pseudoacacia* L. (Fabaceae) in Italy and Europe // Frustula Entomologica. – 2003. – Vol. 25(38). – P. 117-122.

15. Kodoi F. Occurrence of *Obolodiplosis robiniae* (Diptera: Cecidomyiidae) in Japan and South Korea. / Kodoi F., Lee H. S., Uechi N., Yukawa J // Esakia. – 2003. – Vol. 43. – P. 35-41.

The Ecological Factors Influence on the *Obolodiplosis Robiniae* (Haldeman, 1847) Number in the Urbanized Territories Plantations of the Lower Volga Region

K. Ya. Blum, postgraduate student, cheizer9@yandex.ru –

Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS), Volgograd, Russia

The introduced woody plants have been successfully used for many years to create protective plantings of various categories including the South of Russia arid zone, the climatic features of which make specific requirements for the tree species selection for landscaping urban areas. Plants of the genus complex *Robinia*, the natural area of which is confined to similar natural and climatic conditions in the arid zones of North America, are widespread in the protective plantations of the Lower Volga region. In recent years, the specific *Robinia* phyllophages invasions have been increasingly recorded in Russia, among which the most aggressive is the *Obolodiplosis robiniae*. In this regard, this research purpose was to study the features of the *Robinia* quantitative abundance in biotopes with different ecological conditions. The research was carried out during the 2020 field season in protective plantations of various types and categories. According to the research results, it was found that the *Robinia* quantitative abundance is influenced by a complex of factors – crown density, air humidity, and also the technogenic press level.

Keywords: protective plantations, invasions, phyllophages, *Obolodiplosis robiniae*, *Robiniasp*

Translation of Russian References:

1. Averin G.V. Otsenka izmeneniya klimata i smyagcheniye posledstviy v Donetskoj oblasti [Climate change assessment and mitigation in the Donetsk region] / G.V. Averin, A.E. Rodrigues. – Tekst: elektronnyj // Donetskij natsional'nyj tekhnicheskij universitet [Donetsk national technical University]: official site. – Donetsk URL: http://csm.donntu.org/sites/default/files/blog/presentation_seminar_01_10_2013.ppt (request date: 14.09.20)

2. Glyakovskaya YE.I. Kolichestvennaya otsenka vredonosti invazivnyh fitofagov raznyh trofoekologi-cheskih grupp, povrezhdajushchih dekorativnyye drevesnyye rasteniya v usloviyah Grodnenskogo Poneman'ya [Quantitative assessment of different trophoecological groups invasive phytophages harmfulness that damage ornamental woody plants in the Grodno Neman region conditions] / Ye.I. Glyakovskaya // Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya. [Journal of the Belarusian State University. Biology.] – 2018. – Vol. 3. – P. 38-47.

3. Gninenko Yu.I. Beloakatsiyevaya listovaya gallitsa *Obolodiplosis robiniae* (Hald., 1847) (Diptera, Cecidomyiidae) — pervaya nahodka na Sahaline. [Obolodiplosis robiniae (Hald., 1847) (Diptera, Cecidomyiidae) – the first find on Sakhalin.] / Yu.I. Gninenko // Yevroaziatskij entomologicheskij zhurnal [Eurasian entomological Journal]. – 2013. – Vol. 12 (6). – P. 551-552.

4. Gninenko Yu. Rekomendatsii po vyyavleniyu beloakatsiyevoj listovoj gallitsy *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman) (Diptera, Cecidomyiidae) [Recommendations for the *Obolodiplosis robiniae* (Hald., 1847) (Diptera, Cecidomyiidae) detecting]. / Yu. Gninenko, M. Glavendekich. – Pushkino-Belgrad: VPRSMOZR, 2010. – 25 p.

5. Derev'ya i kustarniki SSSR: Dikorastushchiye, kul'tiviruyemye i perspektivnyye dlya introduksii. T.4. Pokrytosemennyye. Semejstva bobovyie – granatovyie [Trees and shrubs of the USSR: Wild, cultivated and promising for introduction. Vol. 4. Angiosperms. Legume – pomegranate families (Text)] / red.: S. Ya. Sokolov, B. K. Shishkin. – Leningrad:

AN USSR. Botan. in-t im. V. L. Komarova. – 1958. – 974 p.

6. Levchenko I.S. K izucheniyu biologii beloakatsiyevoj listovoj gallitsy (*Haldeman, 1847*) *Obolodiplosis robiniae* (Diptera: Cecidomyiidae) v Donbasse [To study of biology (*Haldeman, 1847*) *Obolodiplosis robiniae* (Diptera: Cecidomyiidae) in the Donbass region]. / I.S. Levchenko, V.V. Martynov // Promyshlennaya botanika. – 2019. – Vol. 19. – Issue 3. – P. 98-109.

7. Mel'nik V. Agroklimaticheskoye zonirovaniye territorii Belarusi s uchedom izmeneniya klimata v ramkah razrabotki natsional'noj strategii adaptatsii sel'skogo hozyajstva k izmeneniyu klimata v Respublike Belarus' [The Belarus territory agro-climatic zoning with consideration for climate change within the national strategy for adaptation of agriculture to climate change development in the Republic of Belarus]. / V. Mel'nik, V. Yatsuhno, N. Denisov, L. Nikolayeva, M. Faloleyeva. – Text: elektronnyj // Ministerstvo prirodnyh resursov i ohrany okruzhayushchej sredy respubliki Belarus' [Ministry of natural resources and environmental protection of the Republic of Belarus]: official site. – Minsk. – URL: [http://www.minpriroda.gov.by/uploads/files/Agroklimaticheskoe-zonirovanie-Respubliki-Belarus\(request date 14.09.20\)](http://www.minpriroda.gov.by/uploads/files/Agroklimaticheskoe-zonirovanie-Respubliki-Belarus(request%20date%2014.09.20))

8. Sazhin A.N. Pogoda i klimat Volgogradskoj oblasti. [Weather and climate of the Volgograd region] / A.N. Sazhin, K.N. Kulik, YU.I. Vasil'yev. – edition 2, revised and expanded. – Volgograd: FSC of agroecology RAS, 2017. – 334 p.

9. Semenyutina A. V. Assortiment derev'yev i kustarnikov dlya melioratsii arpo- i urbolandshaftov zasushlivoj zony: nauchno-metodicheskiye rekomendatsii [Trees and shrubs assortment for reclamation of agricultural and urban landscapes of the arid zone: scientific and methodological recommendations] / A.V. Semenyutina. – M. – Volgograd: VNIALMI, 2002 – 60 p.

10. Semenyutina A.V. Diagnosticheskiye priznaki predstavitelej roda *Robinia* L. po generativnym pokazatelyam v introduktsionnyh populyatsiyah. [Diagnostic features of the genus *Robinia* L. representatives by generative indicators in introduced populations] / A.V. Semenyutina, S.Ye. Lazarev. // World Ecology Journal. – 2019. – Vol. 9. – Issue 2. – P. 64-94.

11. Sinchuk O. V. Pervaya nahodka *Obolodiplosis robiniae* (*Haldeman, 1847*) (Diptera: Cecidomyiidae) na territorii Bryanskoj oblasti [*Obolodiplosis robiniae* (*Haldeman, 1847*) (Diptera: Cecidomyiidae) first discovery in the Bryansk region] / O.V. Sinchuk, A.S. Roginskij, S.V. Buga // Yevroaziatskij entomologicheskij zhurnal [Eurasian entomological Journal]. – 2018. – Vol. 17. – Issue 6. – P. 401-402.

12. Shchurov V. I. Ob'yekty gosudarstvennogo lesopatologicheskogo monitoringa na Severo-Zapadnom Kavkaze sredi chuzherodnykh vidov nasekomykh v 2010-2015 godakh. godah. [State forest pathology monitoring objects in the North-West Caucasus among alien insect species in 2010-2015] / V.I. Shchurov, A.S. Bondarenko // Bioraznoobraziye. Biokonservatsiya. Biomonitoring: Sbornik materialov II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii (14-16 October 2015 g.) [Biodiversity. Bioconservation. Biomonitoring: The II International scientific and practical conference materials compilation] / Edited by doctor of biological Sciences. A.S. Zamotajlov, k.b.n. M.I. Shapovalov. – Majkop: ASU publishing house – 2015. – P. 89-94.

Перспективы использования нетрадиционных удобрений-мелиорантов в сельском хозяйстве

А.С. Межевова¹, н.с., asmezhevova@mail.ru,

Ю.В. Берестнева¹, к.х.н., с.н.с.,

И.А. Корженко², старший преподаватель –

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»

(ФНЦ агроэкологии РАН), г. Волгоград, Россия;

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ), Россия

Статья посвящена вопросам утилизации и применения осадка сточных вод в сельском хозяйстве. В данной работе изучено влияние переработанного осадка сточных вод в качестве удобрения-мелиоранта на содержание элементов питания и органического вещества в почве, а также на урожайность сафлора красильного, использованного в полевых исследованиях. По результатам исследований установлено, что в осадке сточных вод содержатся основные элементы питания: азот (3,3%), фосфор (4,27%), калий (0,31%) и повышенное содержание органического вещества (32 %). Полученный осадок сточных вод полностью соответствует требованиям ГОСТ Р 54651-2011 и может использоваться в качестве удобрения при возделывании сельскохозяйственных культур.

Данные анализа образцов почвы показывают, что внесение в почву осадка сточных вод в дозах 5 и 10 т/га позволило увеличить содержание органического вещества до 2,28 и 2,94 %, а также аммонийного и аммиачного азота, подвижного фосфора и обменного калия. По итогам исследований было выявлено, что для получения высокой урожайности целесообразно использовать в качестве органического удобрения-мелиоранта осадок сточных вод в дозе 10 т/га и чизельную обработку почвы орудием ОЧО-5-40 с рабочим органом Ранчо на глубину 0,37-0,40 м с оборотом пласта 0,12-0,15 м.

Ключевые слова: осадок сточных вод, органическое вещество, элементы питания, сафлор, урожайность.

Использование в сельском хозяйстве минеральных удобрений и химизация сельского хозяйства как основа интенсификации земледелия привели к глобальной экологической проблеме, загрязнению экосистем, снижению плодородия и деградации почв.

В условиях интенсивного земледелия невозможно добиться бездефицитного баланса гумуса без применения органических удобрений и мелиорантов, доля использования которых остается на весьма низком уровне. В связи с этим расширение области применения удобрений-мелиорантов, способных значительно улучшить агрохимические характеристики и плодородие почвы, является весьма актуальным направлением современного сельскохозяйственного производства.

Использование переработанных осадков сточных вод (ОСВ) широко распространено во всем мире, в промышленно развитых странах уже в течение многих лет осадок после предварительной очистки используется для целей сельского хозяйства [7-9]. Доля использования осадков сточных вод в России остается на весьма низком уровне, но поскольку их количество на станциях очистки достигло критических масс, вопросы их утилизации в настоящее время актуальны.

Ряд авторов [3] считает целесообразным использование осадков сточных вод в качестве органоминерального удобрения с целью повышения продуктивности деградированных земель, а

в работе [6] автором рекомендуется совместное использование осадка сточных вод и цеолитсодержащих пород при возделывании сельскохозяйственных культур. По мнению некоторых авторов [4-5], осадок сточных вод обладает высокой удобрительной ценностью и оказывает положительное влияние на режим органического вещества, а также биологические свойства почвы.

Использование осадков сточных вод в сельском хозяйстве является перспективным направлением, но остаются не раскрытыми многие вопросы, в частности вопросы эффективной очистки и переработки стоков, вопросы их влияния на активность почвенной биоты, режим органического вещества и урожайность сельскохозяйственных культур.

В связи с этим цель исследований сводилась к изучению влияния осадка сточных вод, используемого в качестве удобрения-мелиоранта, на содержание элементов питания и органического вещества в почве, а также на урожайность сафлора красильного.

Материалы и методика исследований. Осадок сточных вод был получен с очистных сооружений города Волжского после предварительной переработки, очистки и сушки (рис. 1).

Осадок вносился в дозах 5 и 10 т/га. Дозы рассчитывали в соответствии с расчетной формулой максимально допустимых доз внесения удобрений на основе осадка сточных вод согласно ГОСТ Р 17.4.3.07 – 2001 [1].

Содержание органического вещества в почве определяли согласно ГОСТ 26213-91, соединения подвижного фосфора и калия – согласно ГОСТ 26205-91, аммонийный азот – согласно ГОСТ 4192-82, ПНД Ф 14.1:2:4.262-10, МВИ-04-148-10, нитратный азот – согласно МВИ-10-149-10.

Полевые опыты проводили с 2016 по 2018 гг. на опытном поле в УНПЦ «Горная поляна» (Учебно-научно-производственный центр Волгоградского

государственного аграрного университета).

Почва участка – светло-каштановая солонцеватая тяжелосуглинистого гранулометрического состава.

В опытах использовали масличную культуру – сафлор красильный, сорт – Александрит.

Учет урожайности проводили поделночно методом прямого комбайнирования Сампо-500.

Схема опыта следующая (таблица 1):

Таблица 1 – Схема полевых исследований

Фактор А – Приемы основной обработки почвы		Фактор В – Доза внесения осадка сточных вод	
Вариант А1	Отвальная обработка ПН-4-35 на глубину 0,20-0,22 м	Вариант В1	0 т/га
Вариант А2	Дисковая обработка БДТ-3 на глубину 0,12-0,14 м	Вариант В2	5 т/га
Вариант А3	Чизельная обработка ОЧО-5-40 (Ранчо) на глубину 0,37-0,40 м с оборотом верхнего слоя почвы на глубину 0,12-0,15 м	Вариант В3	10 т/га

Результаты и обсуждение. Проведенные исследования по физико-химическим показателям осадка сточных вод показывают, что в нем содержится повышенное содержание азота (3,3%), фосфора (4,27%) и калия (0,31%), которые необходимы для нормального роста и развития растений. Массовая доля влаги осадка после биологической

очистки достигает оптимального значения – 11 %. Массовая доля органического вещества составила – 32 %, что полностью соответствует техническим требованиям ГОСТ Р 54651-2011 [2].

Данные анализа образцов почвы на содержание органического вещества и элементов питания представлены в таблице 2.



Рис. 1 – Осадок сточных вод (очистные сооружения, г. Волжский)

Таблица 2 – Данные анализа образцов на содержание органического вещества и элементов питания

Вариант	Органическое вещество, %	мг/кг воздушно-сухой почвы			
		N-NO ₃	N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O
Светло-каштановая почва	1,67	8,3	4,1	82,0	385
Светло-каштановая почва и ОСВ в дозе 5 т/га	2,28	30,9	5,7	102,0	392
Светло-каштановая почва и ОСВ в дозе 10 т/га	2,94	56,4	12,4	132,1	401

По результатам исследований выявлено, что в варианте на светло-каштановой почве без внесения осадка сточных вод зафиксировано самое низ-

кое содержание органического вещества – 1,67 %. Содержание нитратного азота N-NO₃ на данном варианте составило 8,3 мг/кг, аммиачного азота

$N-NH_4$ – 4,1 мг/кг, подвижного фосфора P_2O_5 – 82,0 мг/кг, обменного калия K_2O – 385 мг/кг.

В варианте на светло-каштановой почве с внесением осадка сточных вод в дозах 5 и 10 т/га содержание органического вещества составило от 2,28 до 2,94 % соответственно вариантам.

Содержание нитратного азота $N-NO_3$ в вариантах светло-каштановой почвы при внесении осадка сточных вод в дозах 5 и 10 т/га увеличилось в 3,7 и 6,8 раза, аммиачного азота $N-NH_4$ – в 1,4 и 3 раза, подвижного фосфора P_2O_5 – в 1,25 и 1,6 раза, обменного калия K_2O – от 392 до 401 мг/кг (в 1,02 и 1,05 раза) соответственно вариантам.

Повышенное содержание органического вещества и элементов питания на данных вариантах обусловлено высокими удобрительными свойствами осадка сточных вод, который вносили в почву в качестве удобрения-мелиоранта. Как известно, классическая отвальная обработка оставляет после себя «плужную подошву», которая препятствует развитию корневой системы растений – в основном глубоко залегающих корней.

Как известно, при отвальной обработке наибольшую опасность представляют потери органического вещества. В опытах применяли чизельную обработку ОЧО-5-40 с рабочим органом Ранчо. Одним из преимуществ чизельной обработки почвы считается повышенная глубина обработки и гребнистое дно борозды, которое обеспечивает разрушение «плужной подошвы». Ко всему прочему, чизельная обработка препятствует образованию водной и ветровой эрозии, способствует накоплению влаги в почве, что весьма важно для регионов с засушливым климатом. В связи с этим в опытах сравнивалось влияние классической отвальной обработки, дисковой обработки и чизельной обработки на фоне внесения различных доз осадка сточных вод.

Основная задача применяемых технологических операций – получение максимальной урожайности возделываемой культуры при допустимых антропогенных нагрузках.

Урожайность сафлора красильного представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Урожайность сафлора красильного по годам исследований, т/га

Годы исследований	Доза внесения осадка сточных вод, т/га	Урожайность, т/га		
		Приемы основной обработки почвы		
		ПН-4-35	БДТ-3	ОЧО-5-40 Ранчо
2016	0	1,27	1,21	1,37
	5	1,37	1,30	1,47
	10	1,44	1,36	1,56
2017	0	1,23	1,16	1,29
	5	1,35	1,22	1,41
	10	1,41	1,29	1,50
2018	0	1,18	1,10	1,26
	5	1,29	1,17	1,37
	10	1,34	1,23	1,46
Среднее	0	1,23	1,16	1,31
	5	1,34	1,23	1,42
	10	1,40	1,29	1,51
2016 год $HCP_{05}A=0,009$; $HCP_{05}B=0,009$; $HCP_{05}AB=0,01$				
2017 год $HCP_{05}A=0,008$; $HCP_{05}B=0,008$; $HCP_{05}AB=0,01$				
2018 год $HCP_{05}A=0,009$; $HCP_{05}B=0,009$; $HCP_{05}AB=0,01$				

Внесение осадка в дозе 5 т/га позволило увеличить урожайность сафлора красильного от 1,23 до 1,42 т/га в зависимости от способа основной обработки почвы. Наилучшие результаты были достигнуты за счет применения чизельной обработки орудием ОЧО-5-40 с рабочим органом Ранчо.

Использование осадка сточных вод в дозе 10 т/га привело к увеличению урожайности до 1,40 т/га при обработке ПН-4-35, до 1,29 т/га при обработке БДТ-3, до 1,51 т/га при обработке Ранчо.

Заключение. Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что утилизация осадка

сточных вод и его дальнейшее использование в качестве удобрения-мелиоранта является перспективным направлением в современном сельском хозяйстве. Доказано, что для увеличения содержания органического вещества и элементов питания в почве, а также для получения высокой урожайности целесообразно использовать в качестве органического удобрения-мелиоранта осадок сточных вод в дозах 5 и 10 т/га.

Изучение приемов основной обработки почвы позволило сделать вывод, что чизельная обработка почвы способствовала увеличению урожай-

ности сафлора красильного до 1,42 т/га на фоне внесения осадка сточных вод из расчета 5 т/га и до 1,51 т/га из расчета 10 т/га.

Литература:

1. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. – М.: Стандартинформ, 2008. – 5 с.
2. ГОСТ Р 54651-2011. Удобрения органические на основе осадков сточных вод. Технические условия. – Введ. 2013-01-01. – М.: Стандартинформ, 2012. – 18 с.
3. Ильинский А.В., Евсенкин К.Н., Нефедов А.В. Обоснование экологически безопасного использования осадков сточных вод канализационных очистных сооружений жилищно-коммунального хозяйства // *Агрохимический вестник*. – 2020. – № 1. – С. 60-64. – DOI 10.24411/1029-2551-2020-10009.
4. Касатиков В.А. Влияние мелиоративных доз осадка городских сточных вод на азотный режим дерново-подзолистой почвы и продуктивность зерновых культур // *Агрохимия*. – 2020. – №6. – С. 64-68. – DOI: 10.31857 / S 0002188120060058.

5. Рабинович Г.Ю., Подолян Е.А., Зинковская Т.С. Использование осадка сточных вод и режим органического вещества дерново-подзолистой почвы // *Российская сельскохозяйственная наука*. – 2020. – №4. – С. 37-41. – DOI: 10.31857 / S 2500262720040092.

6. Стельмах К.Н. Влияние осадков сточных вод в комплексе с цеолитсодержащей породой на физико-химические свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур // *Агрохимический вестник*. – 2020. – № 3. – С. 67-70. – DOI 10.24411/1029-2551-2020-10043.

7. Effects of sludge from wastewater treatment plants on heavy metals transport to soils and groundwater / Azita Behbahaninia, S. Ahmad Mirbagheri, J. Nouri // *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering* 7(5):401-406.

8. Producing sludge for agricultural applications /Joan Colón, Manuel Alarcón, Mark Healy, Ayten Namli, Sergio Ponsá, F. Dilek Sanin and Carlota Taya // <http://www.nuigalway.ie/media/gene/files/Colon-et-al.-COST.pdf>.

9. Study of sewage sludge use in agriculture and its effect on plant and soil /Hussein Kh. Ahmed, Hassan A. Fawy and E.S.Abdel-Hady // *Agric. Biol. J. N. Am.*, 2010, 1(5): 1044-1049.

Prospects for the Non-Traditional Fertilizers-Meliorants Use in Agriculture

A.S. Mezheva, research fellow, asmezheva@mail.ru,

Yu. V. Berestneva, K.Kh.N., senior researcher, I.A. Korzhenko, senior lecturer –

¹Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences»

(FSC of Agroecology RAS), Volgograd, Russia;

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volgograd State Agrarian University» (FSBEI HE Volgograd SAU), Volgograd, Russia

The article is devoted to the issues of sewage sludge utilization and application in agriculture. The effect of processed sewage sludge used in field studies as a fertilizer-meliorant on the nutrients and organic matter content in the soil, as well as on the yield of safflower dye has been studied in this paper. According to the research results, sewage sludge contains the main elements of nutrition: nitrogen (3.3%), phosphorus (4.27%), potassium (0.31%) and an increased content of organic matter (32%). The received sewage sludge fully meets the requirements of State Standard R 54651-2011 and can be used as a fertilizer for the cultivation of agricultural crops. The data from the soil samples analysis show that the sewage sludge into the soil at doses of 5 and 10 t / ha introduction increased the organic matter content to 2.28 and 2.94%, as well as ammonium and ammonia nitrogen, mobile phosphorus and exchange potassium. The research results showed that for obtaining the high yields it is expedient to use an organic fertilizer-meliorant sewage sludge in the dose of 10 t/ha and chisel tillage tool OCHO-5-40 with the working body "Rancho" to a depth of 0.37-0.40 m with a soil layer turnover of 0.12-0.15 m.

Keywords: sewage sludge, organic matter, food elements, safflower, yield

Translation of Russian References:

1. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений [Nature protection. Soil. Requirements for the sewage sludge properties when

using it as fertilizers]. – М.: Стандартинформ, 2008. – 5 p.

2. ГОСТ Р 54651-2011. Удобрения органические на основе осадков сточных вод. Технические условия [Organic fertilizers based on sewage sludge. Technical conditions. – Introduced in 2013-01-01]. – Moscow: Стандартинформ, 2012. – 18 p.

3. Il'inskij A.V., Evsenkin K.N., Nefedov A.V. Obosnovanie ekologicheski bezopasnogo ispol'zovaniya osadkov stochnyh vod kanalizacionnyh ochistnyh sooruzhenij zhilishchno-kommunal'nogo hozyajstva [Sewage treatment plants of housing and communal services sewage sludge environmentally safe use justification]// *Агрохимический вестник* [Agrochemical Herald]. – 2020. – # 1. – P. 60-64. – DOI 10.24411/1029-2551-2020-10009.

4. Kasatikov V.A. Vliyanie meliorativnyh doz osadka gorodskih stochnyh vod na azotnyj rezhim dernovo-podzolistoj pochvy i produktivnost' zernovyh kul'tur [Municipal sewage sludge reclamation doses effect on turf-podzolic soil nitrogen regime and grain crops productivity]// *Агрохимия* [Agrochemistry]. – 2020. – # 6. – P. 64-68. – DOI: 10.31857 / S 0002188120060058.

5. Rabinovich G.YU., Podolyan E.A., Zinkovskaya T.S. Ispol'zovanie osadka stochnyh vod i rezhim organicheskogo veshchestva dernovo-podzolistoj pochvy [Sewage sludge use and organic matter regime of turf-podzolic soil] // *Rossiyskaya sel'skohozyajstvennaya nauka* [Russian agricultural Science]. – 2020. – # 4. – P. 37-41. – DOI: 10.31857 / S 2500262720040092.

6. Stel'mah K.N. Vliyanie osadkov stochnyh vod v komplekse s ceolitsoderzhashchej porodoj na fiziko-himicheskie svojstva pochvy i produktivnost' sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Sewage sludge in combination with zeolite-containing rock effect on the physical and chemical soil properties and crop productivity] // *Агрохимический вестник*. – 2020. – # 3. – P. 67-70. – DOI 10.24411/1029-2551-2020-10043.

Картографирование и моделирование агроландшафтов с использованием геоинформационных систем

В.Г. Юфев, д.с.-х.н., г.н.с., завлаб., vyuferev1@rambler.ru, **Н.А. Ткаченко**, к.с.-х.н., н.с. – лаборатория геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), г. Волгоград, Россия

Картографирование и моделирование агроландшафтов, расположенных в переходных природных зонах, одной из которых является территория Малого Сырта, расположенная на границе Саратовской и Волгоградской области, является современным инструментом изучения особенностей условий функционирования природно-территориальных комплексов, выявления закономерностей процессов изменения их состояния с определением пространственного размещения зон неблагоприятия. Космические снимки являются современным источником информации для формирования пространственной базы данных об актуальном состоянии земель сельскохозяйственного назначения. Они представляются в основном в цифровом виде, представляя собой класс растровых цифровых изображений – в определенном смысле моделей, причем пространственно определенными. Такие изображения при их анализе в специализированных компьютерных программах позволяют получить большой объем данных об изучаемой территории. Разрабатываемые математико-картографические модели

дают необходимые сведения для определения как существующих характеристик агроландшафтов, так и прогнозирования их изменения в перспективе. Актуальность разработки геоинформационных систем для выявления и прогнозирования состояния агроландшафтов обусловлена необходимостью обеспечения агропромышленного комплекса актуальной пространственной информацией и пространственными моделями, дающими возможность решения научных и прикладных задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением территориальной организацией сельскохозяйственного использования земельных ресурсов.

Ключевые слова: картографирование, моделирование, агроландшафт, геоинформационная система, закономерности, прогноз.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Волгоградской области в рамках научно-го проекта № 19-45-340003 «Научное обоснование и закономерности изменения состояния ландшафтов экотона Малый Сырт – Прикаспийская низменность в Волгоградском Заволжье».

Решаемые при помощи геоинформационных систем (ГИС) научные задачи заключаются в изучении специфических свойств ландшафтных объектов, связанных с выбором рационального способа их лесомелиорации. Для реализации ландшафтного подхода при проведении исследований развития эрозионной деградации без мелиоративного устройства и при наличии противозерозионных насаждений необходимо использование ГИС соответствующего пространственного уровня, так как они незаменимы и при изучении эрозионных процессов, и при выявлении факторов, влияющих на их протекание. ГИС обеспечивает картографирование и моделирование объектов и процессов (например, лесная полоса – пашня – эрозия), изолированных или взаимосвязанных с другими процессами.

Создание цифровых карт осуществляется в среде ГИС на основе имеющейся информации, в т. ч. цифровой копии аналогового исходного картографического материала. В настоящее время распределенные базы данных существуют в сети Интернет, а сами геоинформационные программные комплексы обеспечивают автоматический сбор данных и помещение их в локальную объектно-ориентированную базу. Имеющийся уникальный материал, собранный ранее в виде аналоговых

данных, преобразуется в цифровую форму при помощи дигитайзеров или сканеров для использования в геоинформационной среде.

Локальная ГИС для решения узконаправленных задач может быть создана как подсистема основной – проблемно-ориентированной. Она может использовать распределенные и сосредоточенные базы данных для создания цифровых карт с некоторым количеством тематических слоев, отражающих изучаемую проблему. Все необходимые преобразования и трансформация данных осуществляются в среде ГИС при помощи автоматизированных подсистем или, при необходимости, оператором с использованием встроенных инструментов.

Современные ГИС поддерживают ряд аналитических функций, таких как: построение контуров, расчет площадей, длин, периметров, площадей поверхностей, объемов объектов. Существуют функции вычисления вторичных характеристик поверхностей – углов наклона, экспозиций склонов, а также построения буферных зон для точечных, линейных и площадных объектов. Операции с тематическими слоями дают возможность осуществлять операции с разноименными слоями с последующим выделением объектов, возникающих при их геометрическом совмещении.

Сетевой анализ позволяет решать различные задачи на пространственных сетях связанных линейных объектов (реки, дороги и т. п.). Анализ трехмерного отображения данных позволяет решить задачи по трехмерной визуализации поверхности и построению изолиний и профилей по поверхностям.

Целью работы являлось компьютерное математико-картографическое моделирование компонентов ландшафтов для обеспечения анализа размещения сельскохозяйственных угодий в ландшафтах Старополтавского района Волгоградской области.

Методы и методика. Состав и структура данных в ГИС определяются как реальными составляющими ландшафтов (рельеф, растительность, агролесомелиоративная защищенность, гидросеть и др.), так и процессами (эрозия, дефляция, истощение, деградация растительности и др.) [1, 2, 3].

Общая организация ГИС определяется решаемыми в ней следующими научными и прикладными задачами:

- управление моделируемыми объектами и процессами;
- инвентаризация (таксация, паспортизация) мелиоративных объектов и ресурсов;
- анализ состояния ландшафтов и земель мелиоративного фонда;
- оценка уровней деградации ландшафтов;
- мониторинг растительности;
- управление и планирование ландшафтами;
- поддержка принятия решений.

Геоинформационное моделирование процессов деградации эродированных ландшафтов предполагает максимально точное определение их пространственного положения в выбранной системе координат с учетом влияния состояния защитных лесных насаждений (ЗЛН), а также осуществление наблюдения за изменением состояния объектов во времени. Введение в модель четвертой координаты – времени – позволяет ввести понятие пространственно-временных данных [4, 5, 6]. Картографический материал используется в ГИС как для получения данных об объектах исследования (противоэрозийная лесная полоса – склон), так и для их территориальной привязки. К картографическим источникам помимо общегеографических и топографических карт относят космоснимки и множество тематических карт.

Космические снимки в настоящее время предоставляются в основном в цифровом виде, образуя класс растровых цифровых изображений – в определенном смысле моделей, обрабатываемых компьютерными программными средствами цифровой обработки изображений.

Методы оценки формы склонов, предложенные В. П. Бондаревым, Е. А. Гаршиным, J. James [7, 8, 9] предполагают, что под профилем склона понимается величина радиуса кривизны нормального сечения склона в направлении линии наибольшего ската (поперечный профиль) или в перпендикулярном ему направлении (продольный профиль).

При расчете структурных элементов рельефа, образующих его каркас (линии тальвегов и во-

доразделов, килевые и гребневые, базисные и вершинные), проводится моделирование линий поверхностного стока. Таким же способом устанавливается граница водосбора (линия водораздела), а линии стока определяют эрозионную сеть, примерно соответствующую тальвегам.

В результате анализа состояния исследований в области создания и применения ГИС для мелиорации ландшафтов установлено, что к настоящему времени существуют геоинформационные системы как общего назначения, так и специализированные, обеспечивающие отдельные отрасли сельского хозяйства, такие как сервис «ВЕГА» [10], которые не специализируются на ландшафтных исследованиях, не имеют необходимых аналитических функций.

Создание цифровой модели агроландшафта обусловлено необходимостью учета его особенностей и служит основой для моделирования эрозионных процессов, а применение математических моделей эрозии позволит выявить динамику процессов в них проходящих.

Разработка и использование геоинформационных слоев эрозионного состояния ландшафтов дает возможность выявить взаиморасположение и взаимодействие контуров, понять эрозионную ситуацию в ландшафте и в результате осуществить ландшафтное планирование территории с учетом ее особенностей. Одной из особенностей применяемой методики является возможность обновления цифровых картографических моделей эрозионной деградации по актуальным космоснимкам. Важными этапами комплексного решения задачи предотвращения эрозионной деградации являются картографирование и моделирование ландшафтов на основе аэрокосмической информации. Так как авиационные и космические снимки являются отображением какого-либо участка поверхности, то они содержат определенную информацию о месте, времени и характере проявления процессов деградации ландшафтов, актуальную на момент съемки [11, 12]. Анализ такой информации дает возможность создавать электронные карты с учетом актуальных изменений в ландшафтах, что в совокупности с цифровыми моделями рельефа, данными снимков предыдущих съемок, математическими моделями и другой графической и атрибутивной информацией обеспечит мониторинг, оценку динамики и прогнозирование состояния территорий.

Результаты и обсуждение. Итогом компьютерного математико-картографического моделирования является составление прогнозных карт состояния ландшафтов в цифровом и бумажном исполнении.

В ГИС, предназначенной для обеспечения анализа размещения сельскохозяйственных угодий в ландшафтах Старополтавского района Волгоградской области, содержится следующая информация:

- географическое положение мелиоративных объектов (рисунок 1);
- крутизна склонов (рисунок 2);
- уклоны склонов (рисунок 3);

- экспозиция склонов (рисунок 4);
- состав и контуры почвенных разностей (рисунок 5);
- гранулометрический состав и содержание гумуса в почве;
- виды растительности (основные) – культурные для пашни, состав травостоя для пастбищ, древес-

- ные породы для лесонасаждений;
 - данные экологического состояния объекта (уровни деградации в настоящее время и прогноз);
 - размеры и форма объекта.
- ГИС анализ космосателлитных данных предусматривает получение численных данных, характеризующих ландшафт в целом.

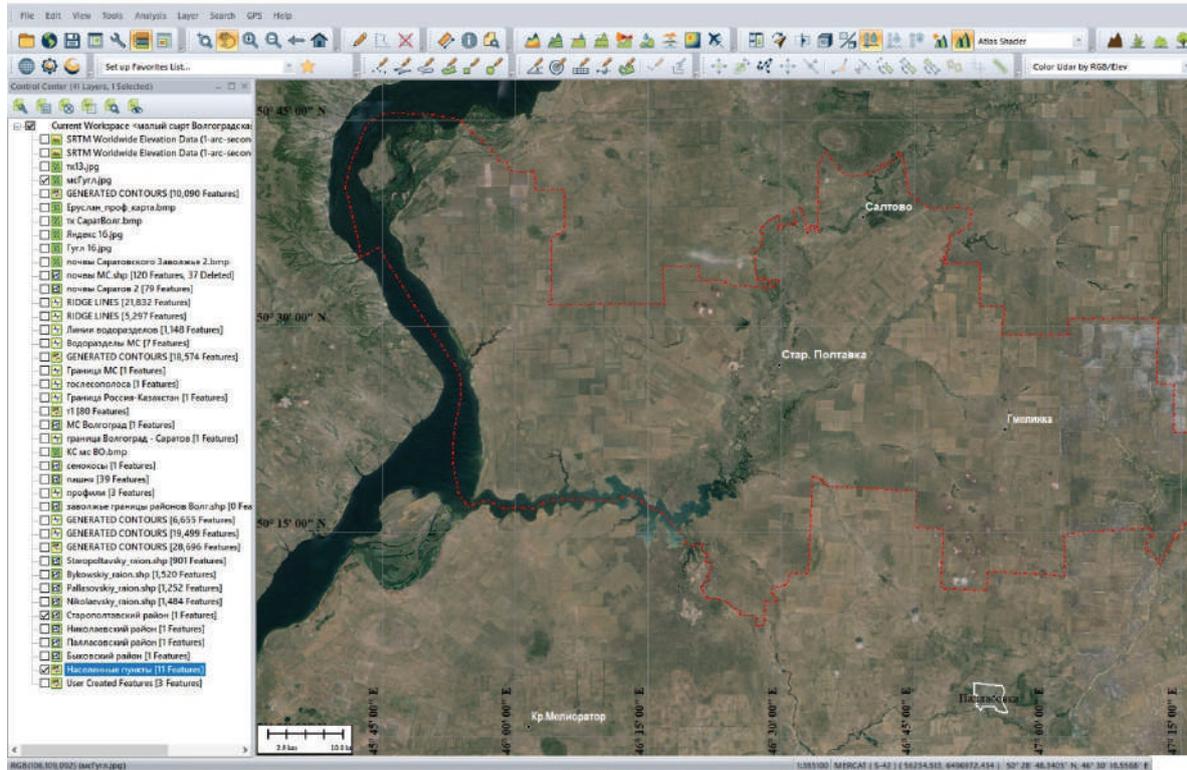


Рисунок 1 – Географическое положение мелиоративных объектов (Малый Сырт, Старополтавский район)

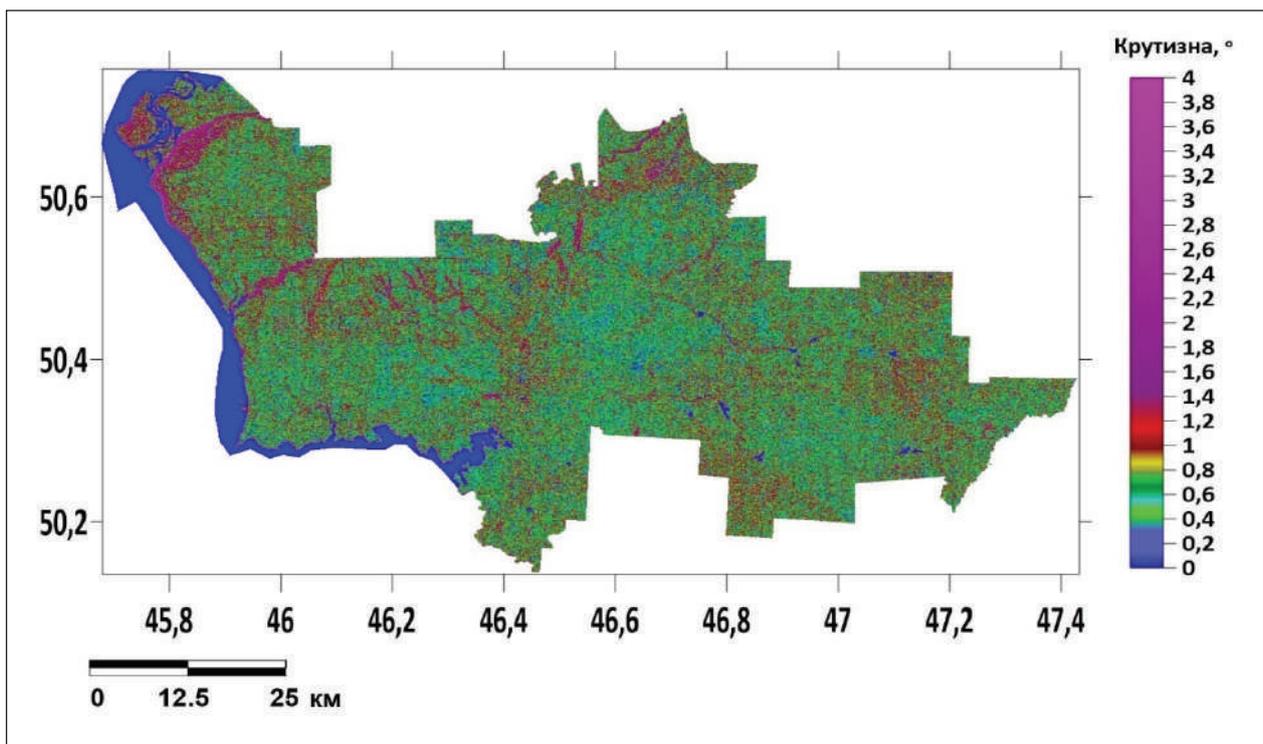


Рисунок 2 – Картографический слой – крутизна склонов (Малый Сырт, Старополтавский район)

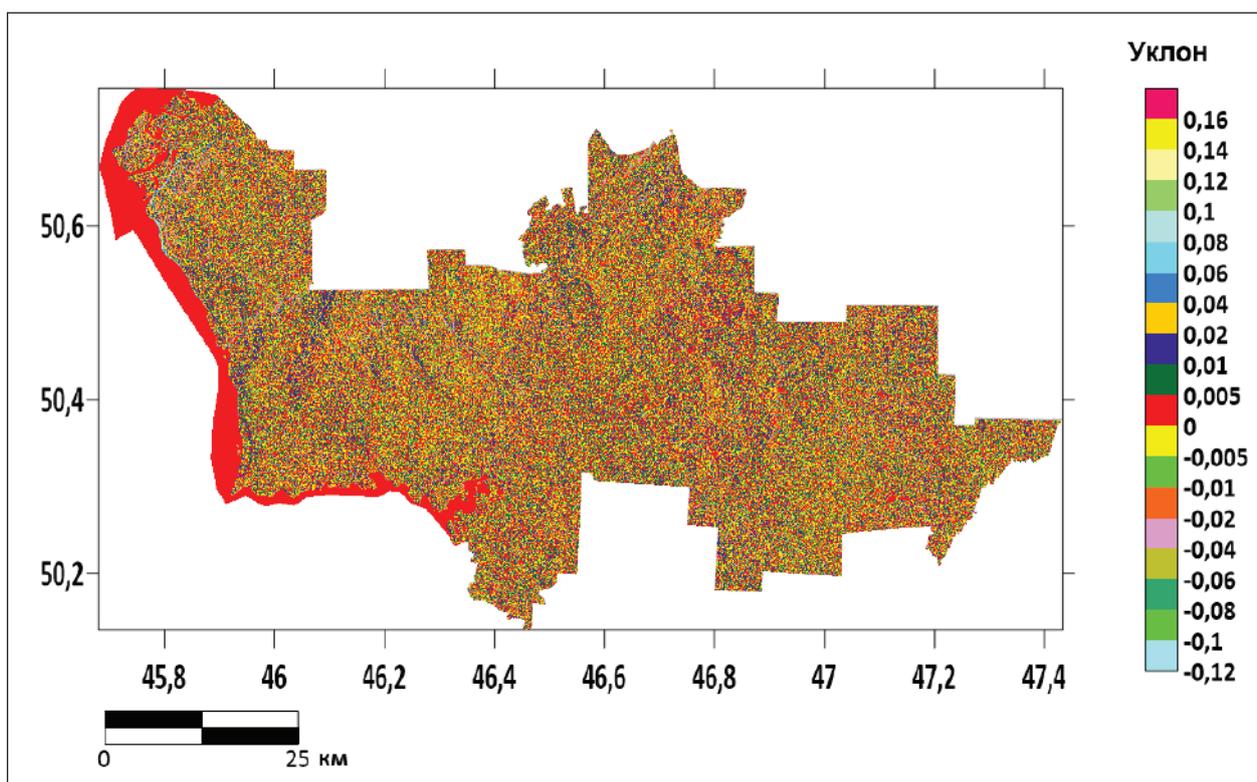


Рисунок 3 – Картографический слой – уклоны склонов
(Малый Сырт, Старополтавский район)

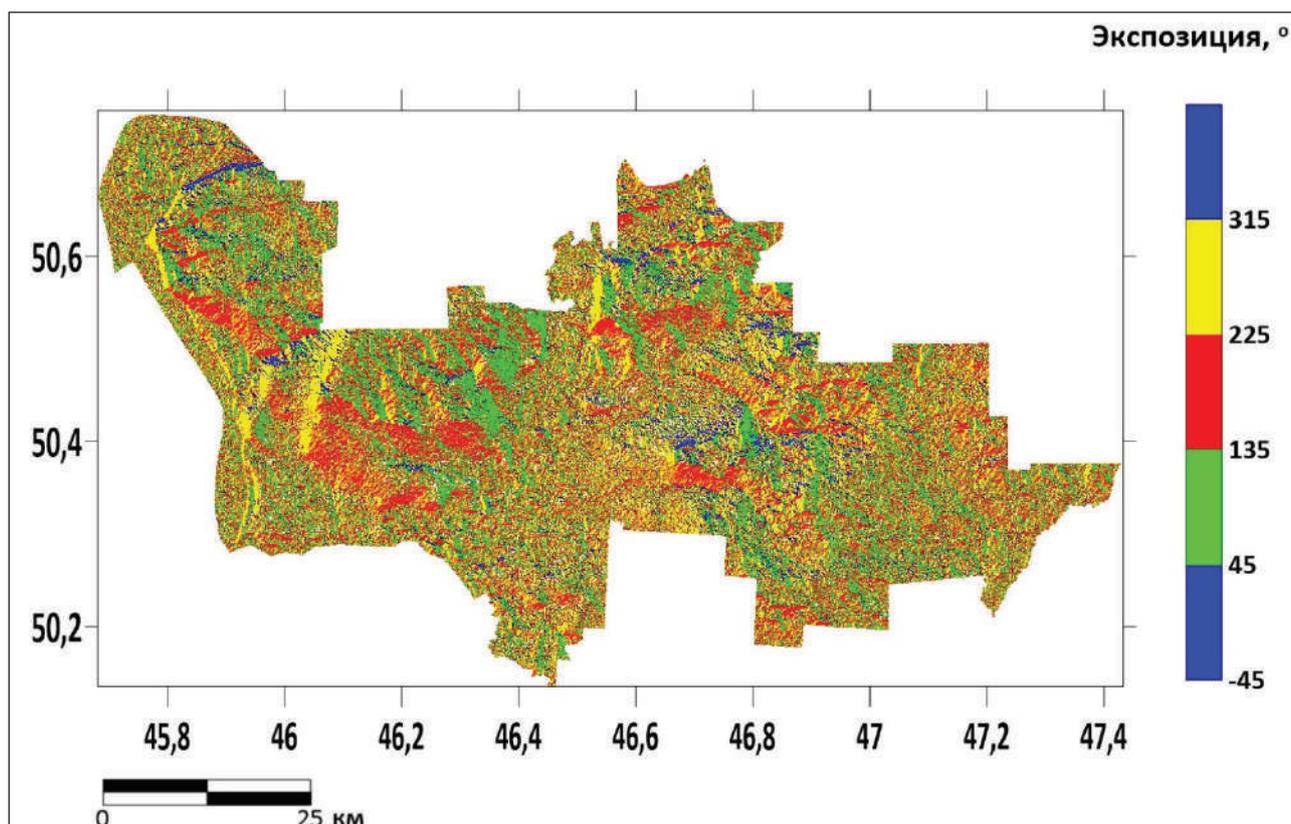


Рисунок 4 – Картографический слой – экспозиция склонов
(Малый Сырт, Старополтавский район)

Дальнейшие исследования сводятся к:
 - расчету площадей однородных объектов, отнесенных к различным уровням деградации, что определено общим количеством пикселей, входящих в заданный диапазон фототона;

- установлению координат участков, подверженных деградации, и опасных очагов деградации;
- определению уровня деградации объекта в целом;
- выявлению мелиоративных рубежей;
- оценке убытков от нерационального использо-

вания объектов исследований;
 - разработке рекомендаций по точной координатной мелиорации ландшафта.
 Такая информация, закладываемая в геоин-

формационные базы и картографические слои, используется для оценки мелиоративного фонда и проведения предпроектных работ по адаптивно-ландшафтной мелиорации.

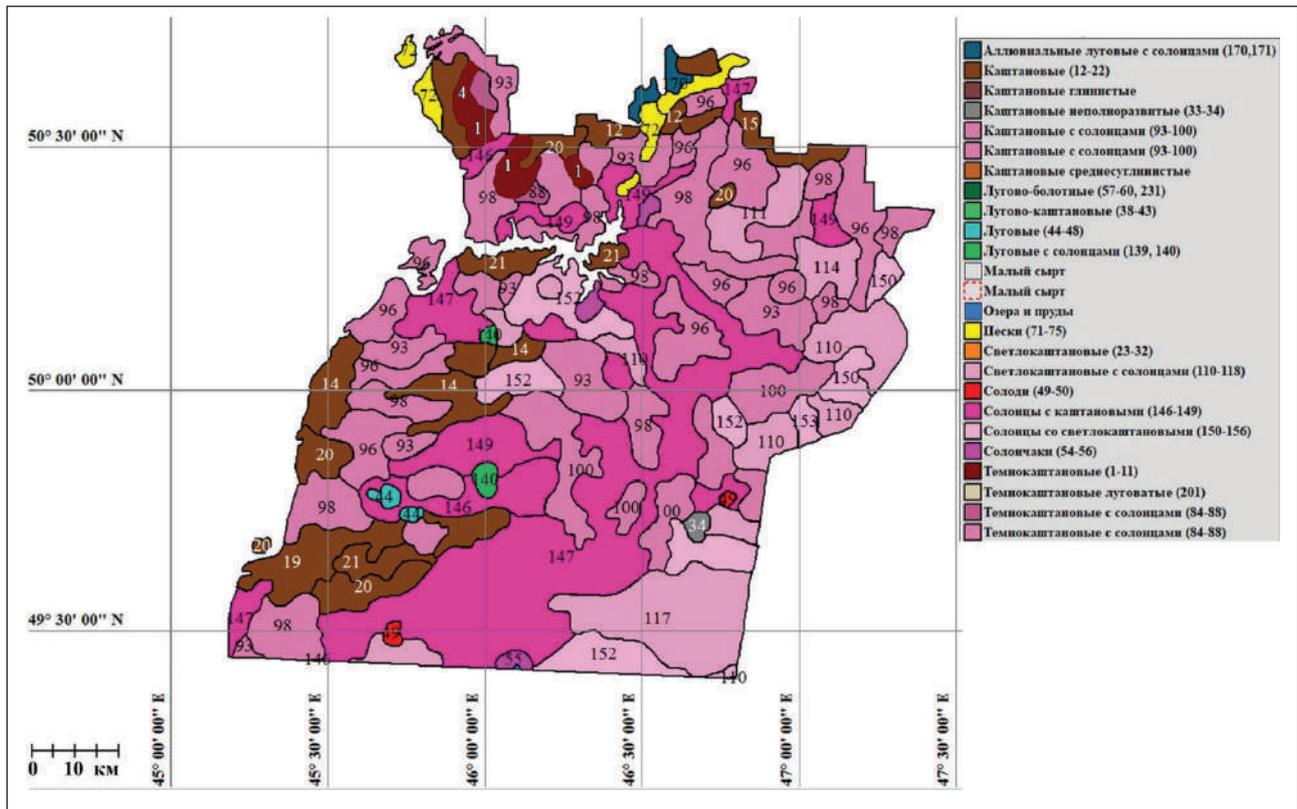


Рисунок 5 – Картографический слой – контуры почвенных разностей (Малый Сырт, Старополтавский район)

Выводы. Таким образом, использование ориентированной географической информационной системы для научного обоснования мелиоративных мероприятий по предотвращению процессов деградации агроландшафтов является необходимым этапом исследований сельскохозяйственных земель. Применение такой системы обеспечивает эффективное решение научных и прикладных задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением территориальной организацией ландшафта.

Литература:

1. Виноградов, Б. В. Аэрокосмический мониторинг экосистем / Б. В. Виноградов. – М: Наука, 1984. – 380с.,
2. Юферев В. Г., Кулик К. Н., Рулев А. С. и др. Геоинформационные технологии в агролесомелиорации / К. Н. Кулик, А. С. Рулев, К. Б. Мушаева, А.В. Кошелев, З.П. Дорохина, О.Ю. Березовикова// Волгоград. ВНИАЛМИ. 2010 г., 102 с.
3. Э. Митчелл Руководство по ГИС-анализу. Ч. 1. Пространственные модели и взаимосвязи. ESRI, 2000. 175 с.]
4. Кулик, К.Н. Компьютерное математико-картографическое моделирование агролесоландшафтов на основе аэрокосмической информации / К.Н. Кулик, В.Г. Юферев // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – №1 – С. 52-54.
5. Рулев, А.С., Юферев В.Г., Юферев М.В./ Методология

геоинформационного моделирования / А.С. Рулев, В.Г. Юферев, М.В. Юферев // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук, сентябрь-октябрь. – М., 2011. - №5. - С. 5-6.

6. Книжников Ю.Ф., Кравцова В. И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований / Ю.Ф. Книжников В. И. Кравцова О.В. Тутубалина – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 336 с.

7. Бондарев, В.П. Морфометрический анализ овражно-балочных систем Центрального Черноземья для их классификации / В.П. Бондарев //Геоморфология, 1996. – №1. – С. 53-57.

8. Гаршинев, Е.А. Эрозионно-гидрологический процесс и лесомелиорация: Теория и модели / Е.А. Гаршинев. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1999. – 196 с.

9. J. James and M. P. Maheshwar, "Plant growth monitoring system, with dynamic user-interface," in 2016 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC), pp. 1–5, Agra, India, December 2016.

10. URL <http://pro-vega.ru>

11. J. Oldeland, W. Dorigo, L. Lieckfeld, A. Lucieer, and N. Jürgens, "Combining vegetation indices, constrained ordination and fuzzy classification for mapping semi-natural vegetation units from hyperspectral imagery," Remote Sensing of Environment, vol. 114, no. 6, Pp. 1155-1166, 2010.

12. J. Gago, C. Douthe, R. E. Coopman et al., "UAVs challenge to assess water stress for sustainable agriculture," Agricultural Water Management, vol. 153, P. 9-19, 2015.

Agricultural Landscapes Mapping and Modeling Using Geoinformation Systems

V.G. Yuferev, D.S-Kh.N., vyuferev1@rambler.ru, N.A. Tkachenko, K.S-Kh.N, researcher – laboratory of geoinformation modeling and cartography of agroforest landscapes – Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS), Volgograd, Russia

Mapping and modeling of agricultural landscapes located in transitional natural zones, one of which is the territory of Maly Syrt, located on the Saratov and Volgograd regions border, is a modern tool for studying the of the natural and territorial complexes functioning conditions features, identifying patterns of changes in their state and determining the spatial location of zones of trouble. Satellite images are a contemporary source of information for forming a spatial database on the agricultural land current state. They are provided mainly in digital form, representing a class of raster digital images – in a certain sense, models, and spatially defined. Such images, when analyzed in specialized computer programs, allow to obtain a large amount of data about the studied territory. The developed mathematical and cartographic models provide the necessary information for determining both the existing characteristics of agricultural landscapes and predicting their changes in the future. The geoinformation systems development relevance for identifying and forecasting the agricultural landscapes state is due to the need to provide the agro-industrial complex with up-to-date spatial information and spatial models that make it possible to solve scientific and applied problems related to inventory, analysis, modeling, forecasting and management of the land resources agricultural use territorial organization.

Keywords: mapping, modeling, agricultural landscape, geoinformation system, regularities, forecast

This work was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research and the Volgograd Region within the framework of the scientific project No. 19-45-340003 «Scientific substantiation and patterns of changes in the state of landscapes in the Maly Syrt ecotone – Caspian lowland in the Volgograd Trans-Volga region».

Translation of Russian References:

1. Vinogradov, B. V. Aerokosmicheskij monitoring ekosistem [Ecosystems aerospace monitoring] / B. V. Vinogradov. – M: Nauka, 1984. – 380 p.,
2. Yuferev V. G., Kulik K. N., Rulev A. S. i dr. Geoinformacionnye tekhnologii v agrolesomelioracii [Geoinformation technologies in agroforestry]/ K. N. 2. Kulik, A. S. Rulev, K. B. Mushaeva, A.V. Koshelev, Z.P. Dorohina, O.Yu. Berezovikova// Volgograd. VNIALMI. 2010. – 102 p.
3. E. Mitchell. Rukovodstvo po GIS-analizu. Ch. 1. Prostranstvennyye modeli i vzaimosvyazi [Guide to GIS analysis. Part 1. Spatial models and relationships]. ESRI, 2000. – 175 p.
4. Kulik, K.N. Komp'yuternoe matematiko-kartograficheskoe modelirovanie agrolesolandshaftov na osnove aerokosmicheskoy informacii [Computer mathematical and cartographic modeling of agroforestry landscapes based on aerospace information]/ K.N. Kulik, V.G. Yuferev // Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk [The Russian Academy of agricultural Sciences Reports] – 2010. – #1 – P. 52-54.
5. Rulev, A.S., Yuferev V.G., Yuferev M.V. Metodologiya geoinformacionnogo modelirovaniya [The geographic information modelling methodology]/ A.S. Rulev, V.G. Yuferev, M.v. Yuferev // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk, sentyabr'-oktyabr' [The Russian Academy of agricultural Sciences Reports, September-October]. – M., 2011. – #5. - P. 5-6.
6. Knizhnikov Yu.F., Kravcova V. I., Tutubalina O.V. Aerokosmicheskie metody geograficheskikh issledovanij [Aerospace methods of geographical research]/ Yu.F. Knizhnikov, V. I. Kravcova O.V. Tutubalina – M.: Izdatel'skij centr «Akademiya» [«Academia» publishing center], 2004. – 336 p.
7. Bondarev, V.P. Morfometricheskij analiz ovrazhno-balochnyh sistem Central'nogo Chernozem'ya dlya ih klassifikacii [Ravine-gully systems morphometric analysis of the Central Chernozem region for their classification]/ V.P. Bondarev // Geomorfologiya, 1996. – # 1. – P. 53-57.
8. Garshinev, E.A. Eroziionno-gidrologicheskij process i lesomelioraciya: Teoriya i modeli [Erosion-hydrological process and forest reclamation: Theory and models]/ E.A. Garshinev. – Volgograd: VNIALMI, 1999. – 196 p.



Особенности пожарного режима ильменно-бугровых ландшафтов дельты волги

Н.М. Иванов¹, магистрант, vip.nikita.199@mail.ru,

С.С. Шинкаренко^{1,2}, к.с.-х.н., shinkarenkos@v fanc.ru,

Н.О.К. Зарбалиева¹, доцент, zarbaliyeva@volsu.ru –

¹Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Россия;

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН» (ФНЦ агроэкологии РАН), г. Волгоград, Россия

В статье исследуются пространственно-временные закономерности динамики выгоревших площадей ильменно-бугровых ландшафтов дельты Волги. Бугры Бэра являются уникальным природным объектом, который нуждается в охране и изучении особенностей пожарного режима. Авторами на основе архивных данных по результатам автоматического детектирования пожаров и экспертного дешифрирования космических снимков Landsat, Sentinel проведена идентификация гарей за 2001-2019 гг. На основе пространственного анализа авторами определены величины выгоревших площадей и закономерности их распространения

в течение всего исследуемого периода. Всего определено 11613 гарей на общей площади около 1 млн га. без учета повторяемости. Общая выгоревшая площадь превысила 350 тыс. га. Наиболее пожароопасными месяцами в исследуемых ландшафтах являются март и апрель, на них приходится 70% всех выгоревших площадей и 85% количества пожаров. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации мероприятий противопожарной профилактики на исследуемой территории.

Ключевые слова: ландшафтные пожары, бугры Бэра, геоинформационные технологии, дистанционное зондирование Земли.

Пожары являются одним из самых опасных природных бедствий. Огонь выступает в роли экологического фактора, сильно влияющего на растительный покров. Пирогенное воздействие является разновидностью антропогенной деятельности – намеренное выжигание растительности используется в хозяйственной деятельности. Но зачастую процесс проведения сельскохозяйственных палов выходит из-под контроля, и огонь быстро захватывает окрестные территории естественных ландшафтов. Значительно ухудшает положение несоблюдение людьми правил пожарной безопасности и безответственное поведение в обращении с огнем. Несмотря на все предпринимаемые меры по недопущению и ликвидации пожаров ситуация из года в год остается напряженной. И главной причиной такого положения является несомненный рост антропогенной нагрузки [4].

Очень важным аспектом ландшафтных исследований является установление пространственных и временных закономерностей динамики выгоревших площадей. Для дельты Волги, включая территории ильменно-бугровых ландшафтов, является весьма актуальной проблема катастрофических последствий от пожаров, произошедших как по естественным причинам, так и в результате антропогенной деятельности. Лесным пожарам посвящается достаточно много исследований [1], травяные пожары изучены хуже, а пожарам в интразональных ландшафтах речных долин уделяется еще меньше внимания исследователей [8].

Объектом данного исследования стали природные пожары, произошедшие в так называемом ильменно-бугровом районе, представленном

совокупностью вытянутых в широтном направлении бэровских бугров с ильменными понижениями между ними [5] в западной и восточной частях дельты Волги. Их площадь ориентировочно ограничивается устьями рек Кумы и Эмбы. Бэровские бугры (или бугры Бэра) представляют собой параллельные песчаные или супесчаные гряды субширотного направления. Названы так в честь академика К. М. Бэра, впервые описавшего данные формы рельефа [2]. Примечательным фактом является то, что термин «бугор» для них не совсем корректен, так как в большей части рельеф представляет собой гряды разной протяженности, и лишь в редких случаях наблюдаются овальные формы [6]. Характерной чертой является наличие межбугровых понижений, залитых водой. Такое нетипичное сочетание образует абсолютно уникальный ильменно-бугровой ландшафт. В настоящее время гидрологический режим этих водоемов практически полностью антропогенно изменен и регулируется гидротехническими сооружениями. В условиях снижения водности Волги ильмени не получают достаточного питания, из-за чего обсыхают летом, что ведет к усыханию околородной растительности [10]. В результате образуется мортмасса, которая легко воспламеняется в условиях жаркого и сухого климата.

Многие ученые неоднократно указывали на экологическую уязвимость бугровых ландшафтов. По некоторым оценкам в настоящее время эти ландшафты являются фактически одними из наименее устойчивых экосистем дельты Волги [10]. С каждым годом наблюдается усиление хозяйственной деятельности, проявляющееся в ме-

ханическом разрушении бугров, – выкапывание карьеров, использование территорий в качестве пастбищ и сенокосов. Помимо этих отрицательных тенденций на Бэровские бугры приходится огромное количество пожаров, полностью уничтожающих растительный покров. На бугристых песках в южной части Астраханской области преобладают эфемерно-полюнные сообщества. В целом обилие эфемеров приводит к накоплению достаточного количества мортмассы [7]. Также повышенной горимостью характеризуется водно-болотная растительность ильменей. Например, заросли тростника могут выгорать каждый год, поскольку тростник, сгоревший весной, восстанавливается в течение вегетационного сезона.

Как известно, огонь возникает при одновременном наличии нескольких составляющих: горючего топлива, окислителя, источника тепла и благоприятных для возгорания внешних условий. Сухая мортмасса представляет собой легко воспламеняемый материал, и при высокой плотности покрытия в кратчайшие сроки может увеличиться площадь даже незначительного возгорания. Немаловажным фактором является деятельность ветра, где направленный поток кислорода выступает в роли окислителя. Высокая температура, атмосферная засушливость, сильные ветры оказывают влияние на частоту и интенсивность возникновения пожаров. В климатическом отношении вся область подстепных ильменей является полупустыней с характерно малым количеством атмосферных осадков (не более 180 мм в год), выпадающих летом в виде кратковременных ливней [9].

Материалы и методика исследований. Общая схема проведенных в ходе исследования работ заключается в получении необходимых данных из открытых источников, предварительной их обработке и использовании при векторизации выгоревших площадей. Принципиально все типы данных можно разделить на 3 группы [1]:

- 1) Данные активных очагов горения;
- 2) Данные выгоревших площадей;
- 3) Космические снимки среднего и высокого разрешения;

Первые два типа использовались как средства дополнительной верификации при дешифрировании космических снимков. В качестве данных активных очагов горения были взяты термоточки MODIS и VIIRS.

Данные MODIS имеют временной охват с ноября 2000 года (для платформы Terra) и с июля 2002 года (для Aqua). Пространственное разрешение MODIS составляет 1 км.

Продукт VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) обладает улучшенными характеристиками по сравнению с датчиками MODIS. В частности, это касается более высокого пространственного разрешения (375 м). Данный спектрорадиометр был выпущен на орбиту 28 октября 2011 г [3].

Несмотря на более точные данные продукта

VIIRS при общем анализе термоточек использовались данные очагов активного горения MODIS, так как в этом продукте охватывается весь период исследований – 2001-2019 гг.

Для дополнительной верификации помимо термоточек использовались данные выгоревших площадей MCD64A1, предоставляемые Мэрилендским университетом в формате shape и GeoTIFF. Разрешение у данного продукта составляет 500 метров, и эта особенность значительно снижает точность автоматического детектирования выгоревшей растительности. Для повышения точности верификации гарей также использовался продукт выгоревших площадей Европейского космического агентства FireCCI51 с пространственным разрешением 250 м. Многие из гарей пропускаются этими алгоритмами, а бывают и случаи «ложных срабатываний», когда алгоритм идентификации гарей реагирует, к примеру, на селитебные территории или водную поверхность.

При дешифрировании гарей использовались RGB композиты Landsat-5, -7, -8, а также Sentinel-2 (с 2016 по 2019 гг.). В ходе работы наблюдалась острая нехватка безоблачных космоснимков, связанная с особенностями покрытия территории (рис. 1). На некоторые месяцы не было найдено ни одного безоблачного космоснимка. В таких случаях приходилось пользоваться космическими снимками MODIS среднего пространственного разрешения (250 м). Эти данные хоть и обновляются ежедневно, но не являются желаемым средством решения проблемы ввиду низкого разрешения. Также в крайних случаях при наличии большой области, закрытой облаками, к слоям добавлялись композиты FireCCI51 за конкретный период.

Результаты и обсуждение. Всего за исследуемый промежуток времени на территории подстепных ильменей было зафиксировано 15280 термоточек MODIS. В ходе геоинформационного анализа было выявлено, что наибольшее число термоточек приходится на 2015 год – 2610 штук. В 2011, 2012 и 2014 году их количество было больше 1000 и составило 1110, 1634 и 1040 термоточек соответственно. В распределении по десятилетиям с 2010 по 2019 было выявлено 9586 термоточек (против 5694 за 2001-2010).

Говоря о показателях активных очагов горения важно иметь в виду, что несколько термоточек могут относиться к одному и тому же возгоранию. Таким образом, количество термоточек не является прямым показателем количества пожаров, а только косвенно характеризует горимость. Главной задачей в работе с данными активных очагов горения было построение распределения термоточек по месяцам с целью выявления наиболее пожароопасных периодов, для того чтобы подобрать спутниковые данные для дешифрирования на это время. Наибольшая доля пожаров приходится на весенние и осенние месяцы (рис. 2). Соответственно, исходя из получившегося распределения подбирались подходящие космические

снимки. Были использованы снимки за март–май и август–октябрь. На мартовских изображениях видны последствия пожаров, которые произошли

в феврале. Также на ранних майских снимках были отражены выгоревшие площади, пожары на которых еще действовали в конце апреля.

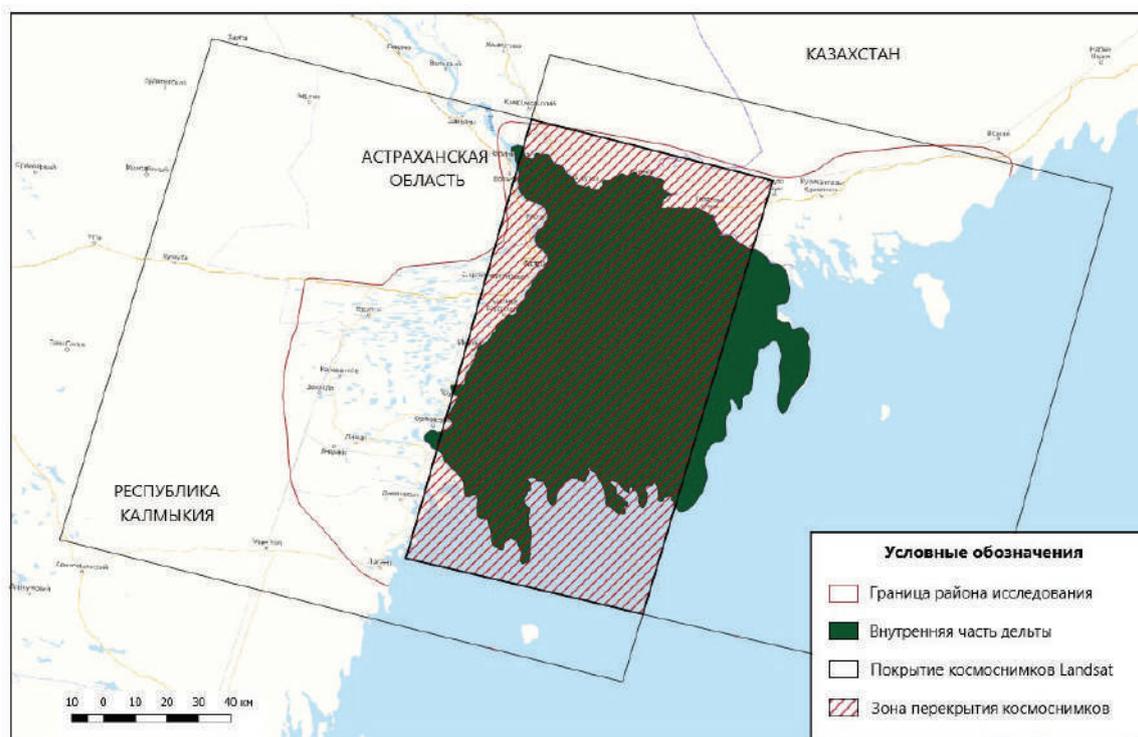


Рисунок 1 – Особенности покрытия района исследования космоснимками Landsat

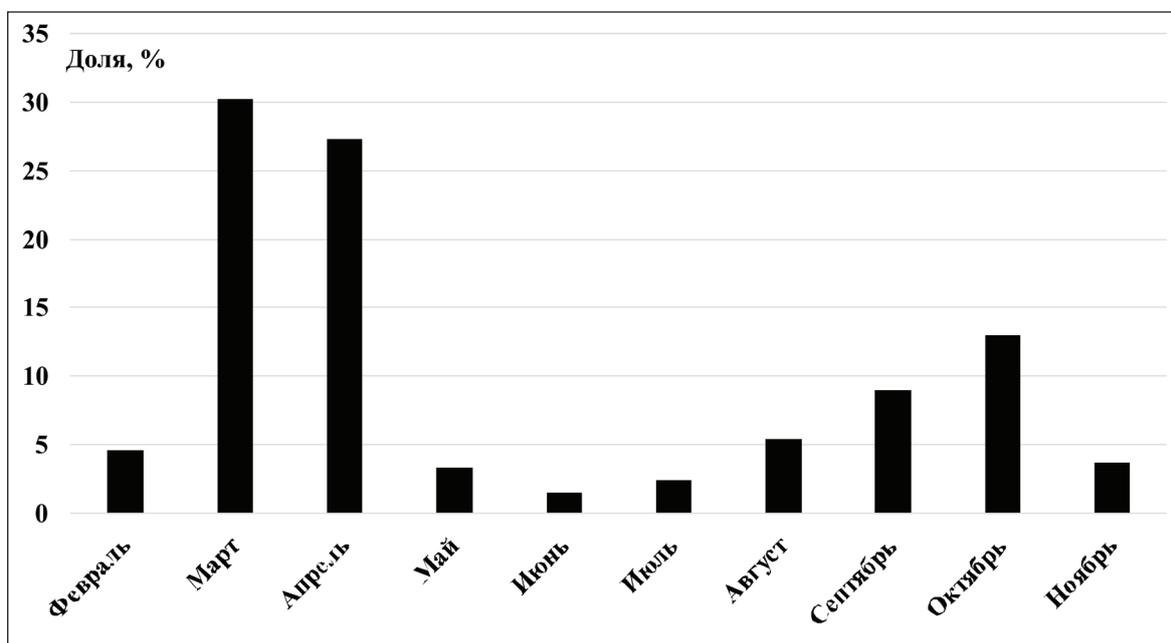


Рисунок 2 – Распределение термоточек MODIS по месяцам

По итогам визуального экспертного дешифрирования и картографирования выгоревших площадей был получен векторный геоинформационный слой, включающий за период с 2001 по 2019 годы 11613 гарей (рис. 3), из которых 8685 пришлось на западную часть бугровых ландшафтов и 2928 – на восточную (относительно «внутренней» дельты Волги), включая участок дельты к востоку

от р. Кигач. В целом распределение гарей по форме и размерам соответствует геоморфологическим особенностям территории. Западная часть ильменно-бугрового района более сильно изрезана ильменями, соответственно гари здесь имеют вытянутую форму, т.к. расположены вдоль протянувшихся в широтном направлении ильменей. В восточной части исследуемого района непосред-

венно к ильменям с юга примыкают тростниковые ландшафты авандельты, которые беспрепятствен-

но проходятся огнем. В результате здесь сосредоточены гари огромных размеров.

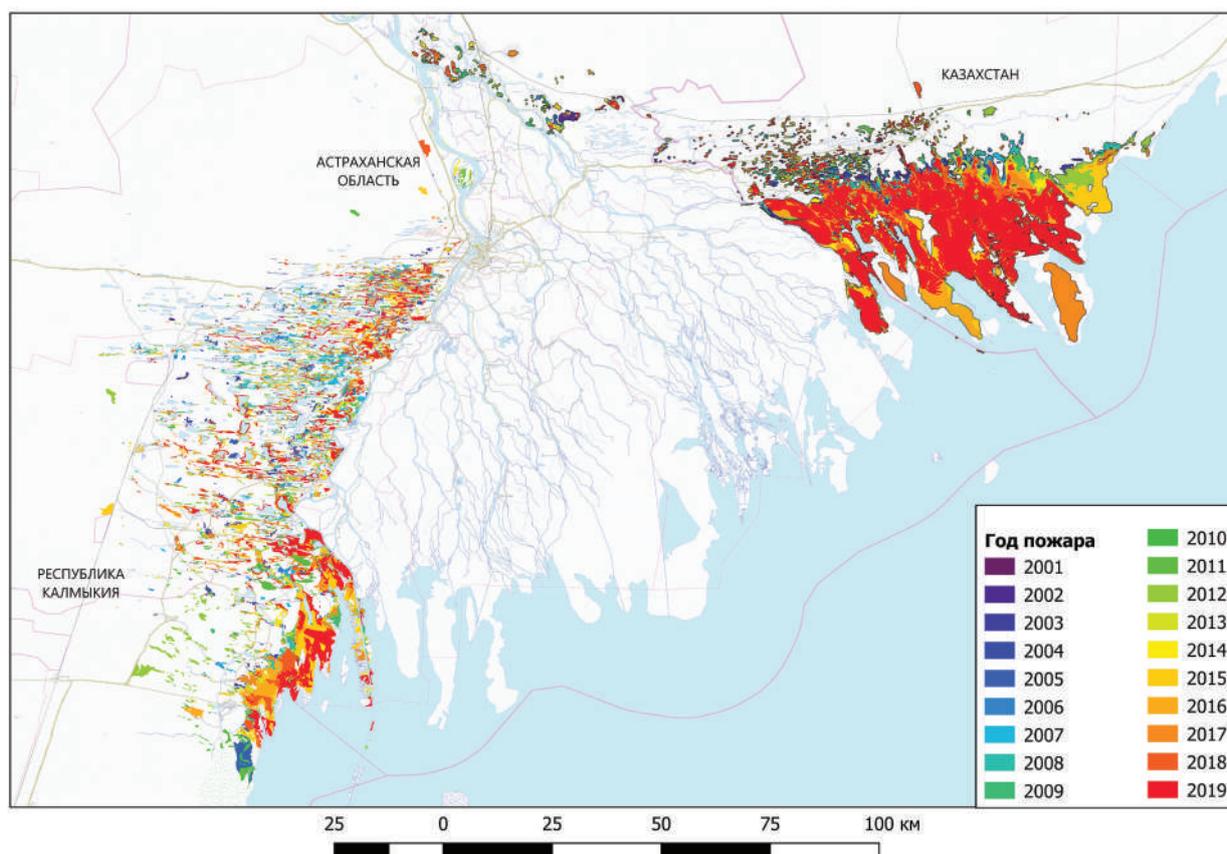


Рисунок 3 – Пространственно-временное распределение пожаров на территории дельты Волги

В ходе работы также были посчитаны площади гарей за каждый год отдельно для западной и восточной части района исследования. Результаты представлены на рисунке 4.

Наибольшие площади выгорания выявлены в 2019 году (132,6 тыс. га). В 2015 и 2012 году площади составили 103,7 тыс. га и 103,3 тыс. га соответственно.

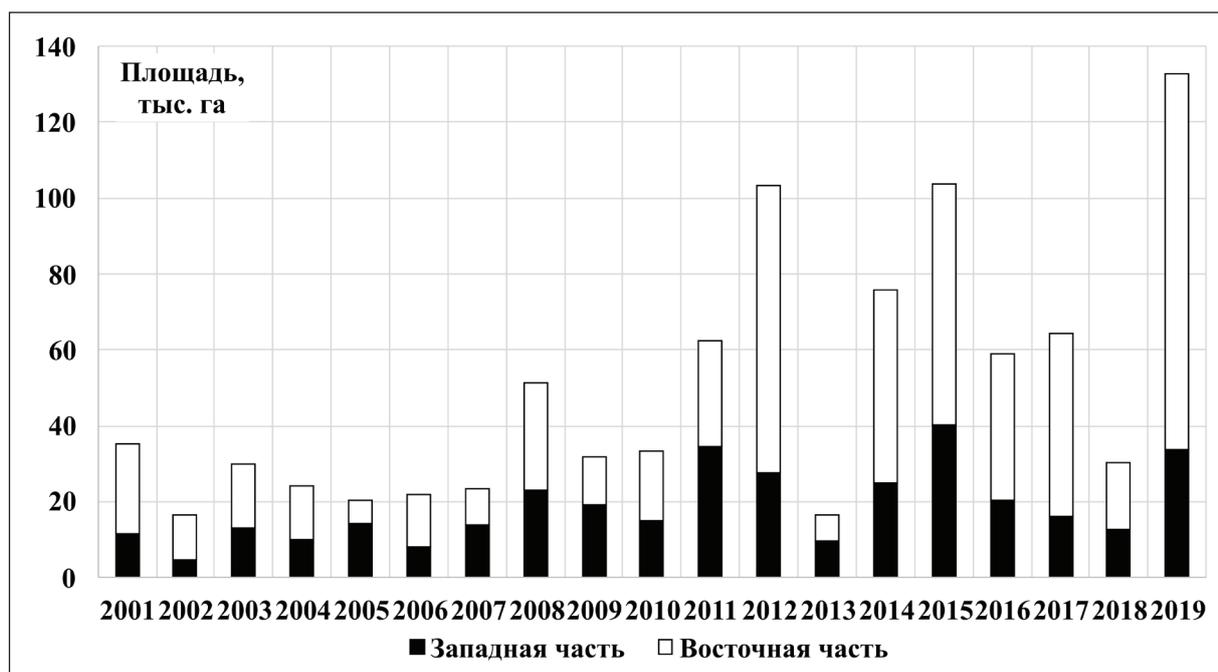


Рисунок 4 – Динамика площадей пожаров за 2001-2019 гг.

Распределение площадей и числа пожаров по наиболее пожароопасным месяцам представлено на диаграмме (рис. 5). Можно отметить, что соотношение

площадей, выгоревших за каждый месяц территорий в течение исследуемого периода, в целом совпадает с соответствующим количеством термоточек.

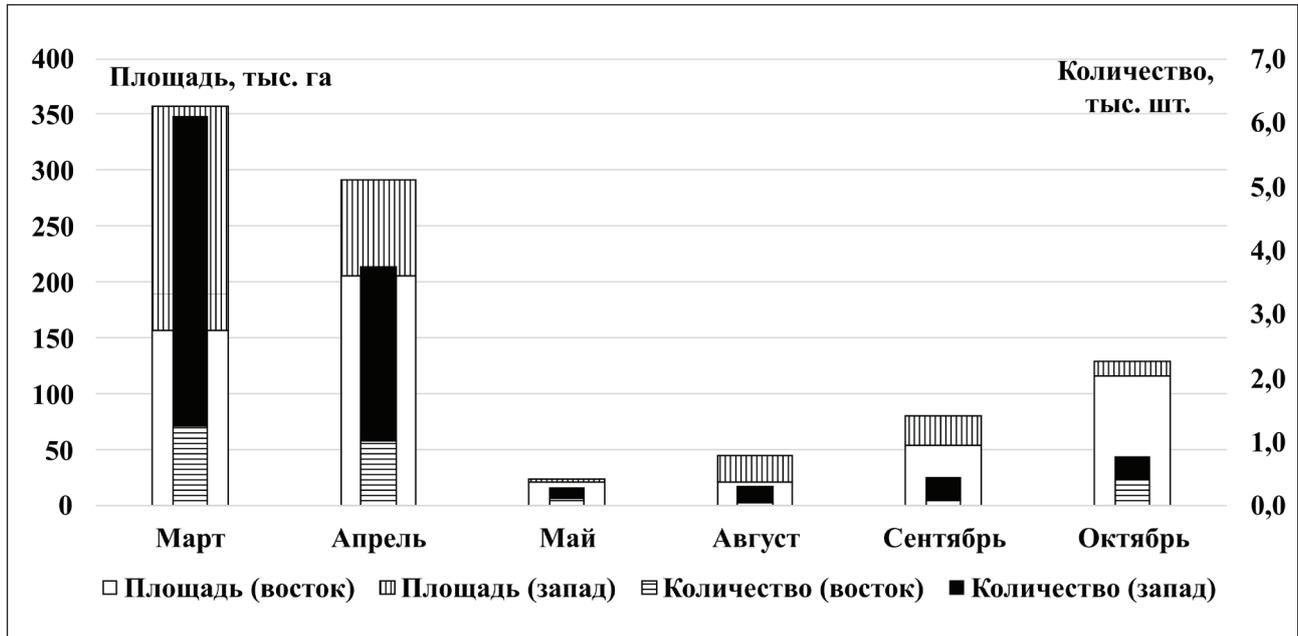


Рисунок 5 – Распределение площадей и количества гарей по месяцам с 2001 по 2019 г.

Выводы. За период 2001-2019 гг. огнем затронута значительная территория ильменно-бугрового района. Наибольшее выгорание приходится на весенние месяцы (март и апрель). В мае наблюдается спад количества пожаров в связи с затоплением дельты и началом активной вегетации растений.

Площадь гарей на территории изучаемых ландшафтов с 2001 по 2019 г. составила 935,6 тыс. га (без учета повторяемости). Общая площадь сгоревшей растительности за этот период составила 353,6 тыс. га.

По полученной карте распределения всех гарей видны различия средней величины площадей пожаров – в восточной части района исследования пожары заметно крупнее, чем в западной, что напрямую связано с особенностями ландшафтов. В восточной части дельты Волги к межбугровым понижениям непосредственно примыкают участки водно-болотных угодий авандельты.

Результаты пространственно-временного анализа выгоревших площадей позволят оптимизировать противопожарную профилактику в регионе и принять срочные меры, где это необходимо.

Литература:

1. Барталев С.А., Егоров В.А., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Стыценко Ф.В., Флитман Е.В. Оценка площади пожаров на основе комплексирования спутниковых данных различного пространственного разрешения MODIS и Landsat-TM/ETM+ // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2012. – Т.9. – №2. – С. 9-26.
2. Головачев И.В. О буграх Бэра и их происхождении // Геология, география и глобальная энергия. – 2017. –

Т.67. – № 4. – С. 139-149.

3. Дворкин Б.А. Новый спутник NPP продолжит комплексное наблюдение за Землей // Геоматика. – 2011. – №4. – С. 26-34.

4. Дымова Т.В. Особенности восстановления растительного покрова после пожара у подножий бугра Бэра, расположенного на территории приволжского района Астраханской области // Грамота. – 2008. – Т.18. – №11. – С. 57-58.

5. Свиточ А.А., Ключиткина Т.С. Бэровские бугры Нижнего Поволжья (Ст. 1. Морфология, распространение и строение) // Геоморфология. – 2007 – № 3. – С. 92-105.

6. Свиточ А.А., Ключиткина Т.С. Бэровские бугры Нижнего Поволжья (Ст. 2. Происхождение Бэровских бугров) // Геоморфология. – 2008 – № 1. – С. 72-86.

7. Шинкаренко С.С. Оценка динамики площадей степных пожаров в Астраханской области // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2018. – Т.15. – № 1. – С. 138-146.

8. Шинкаренко С.С. Пожарный режим ландшафтов Северного Прикаспия по данным очагов активного горения // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2019. – Т.16. – № 1. – С. 121-133.

9. Яковлева Л.В. Почвенный покров бугровых ландшафтов дельты Волги // Сб. трудов конференции – 2015. – Томск: Национальный исследовательский Томский государственный университет. – С. 476-479.

10. Kuzmina Zh.V., Treshkin S.E., Shinkarenko S.S. Effects of River Control and Climate Changes on the Dynamics of the Terrestrial Ecosystems of the Lower Volga Region // Arid Ecosystems. – 2018. – V. 8. – № 4. – P. 231-244.

The Fire Regime Features of the Volga Delta Hilly Landscapes

N.M. Ivanov¹, master student, vip.nikita.199@mail.ru,

S.S. Shinkarenko^{1,2}, K.S-Kh.N., shinkarenkos@vfanc.ru,

N.O.K. Zarbalieva¹, docent, zarbalieva@volsu.ru –

¹Volgograd State University, Volgograd, Russia

²Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences»
(FSC of Agroecology RAS), Volgograd, Russia

The article presents the spatio-temporal patterns of the burnt areas dynamics on the Volga delta hilly landscapes. The Baer hillocks are a unique natural object that needs an increase in the number of firefighting measures. On the archival data on the automatic fire detection results and expert decoding of Landsat and Sentinel satellite images basis, the authors identified the fires for 2001-2019. The authors determined the burnt areas values and their distribution during the entire study period patterns on the basis of spatial analysis. A total of 11,613 burnt areas were identified with a total area of about 1 million hectares, excluding recurrence. The total burned-out area exceeded 350 thousand hectares. The most fire hazardous months in the studied landscapes are March and April, which account for 70% of all burned-out areas and 85% of the fires number. The obtained results can be used to optimize fire prevention measures in the study area.

Keywords: landscape fires, Baer hillocks, geoinformation technologies, remote sensing

Translation of Russian References:

1. Bartalev S.A., Yegorov V.A., Yefremov V.YU., Lupyan Ye.A., Stytsenko F.V., Flitman Ye.V. Otsenka ploshchadi pozharov na osnove kompleksirovaniya sputnikovyx dannyx razlichnogo prostranstvennogo razresheniya MODIS i Landsat-TM/ETM+ [The fire area assessment on the integration of satellite data of different spatial resolution MODIS and Landsat-TM / ETM+ basis] // *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Contemporary problems of remote sensing of the Earth from space]. – 2012. – Vol.9. – # 2. – P. 9-26.

2. Golovachev I.V. O bugrakh Bera i ikh proiskhozhdenii [About Baer's hillocks and their origin] // *Geologiya, geografiya i global'naya energiya* [Geology, geography and global energy]. – 2017. – Vol. 67. – # 4. – P. 139-149.

3. Dvorkin B.A. Novyy sputnik NPP prodolzhit

kompleksnoye nablyudeniye za Zemley [The new NPP satellite will continue comprehensive Earth observation] // *Geomatika*. – 2011. – # 4. – P. 26-34.

4. Dymova T.V. Osobennosti vosstanovleniya rastitel'nogo pokrova posle pozhara u podnozhiy bugra Bera, raspolozhennogo na territorii privolzhskogo rayona Astrakhanskoy oblasti [Vegetation restoration features after a fire at the foot of the Baer's hillock, located in the Privolzhsky district of the Astrakhan region] // *Charter*. – 2008. – Vol. 18. – # 11. – P. 57-58.

5. Svitoch A.A., Klyuvitkina T.S. Berovskiye bugry Nizhnego Povolzh'ya (St. 1. Morfologiya, rasprostraneniye i stroyeniye) [Baer's hillocks of the Lower Volga region (Article 1. Morphology, distribution and structure)] // *Geomorfologiya*. [Geomorphology]. – 2007. – # 3. – P. 92-105.

6. Svitoch A.A., Klyuvitkina T.S. Berovskiye bugry Nizhnego Povolzh'ya (St. 2. Proiskhozhdeniye Berovskikh bugrov) [Baer's hillocks of the Lower Volga region (Article 2. Baer's hillocks origin)] // *Geomorfologiya*. [Geomorphology]. – 2008. – # 1. – P. 72-86.

7. Shinkarenko S.S. Otsenka dinamiki ploshchadey stepnykh pozharov v Astrakhanskoy oblasti [Steppe fire areas dynamics assessment in the Astrakhan region] // *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Contemporary problems of remote sensing of the Earth from space]. – 2018. – Vol. 15. – # 1. – P. 138-146.

8. Shinkarenko S.S. Pozharnyy rezhim landshaftov Severnogo Prikaspiya po dannym ochagov aktivnogo goreniya [The fire regime of Northern Caspian region landscapes according to the active burning centers data] // *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Contemporary problems of remote sensing of the Earth from space]. – 2019. – Vol. 16. – # 1. – P. 121-133.

9. Yakovleva L.V. Pochvennyy pokrov bugrovnykh landshaftov del'ty Volgi [Soil cover of the Volga Delta hill landscapes] // *Sb. trudov konferentsii – 2015* [Proceedings of the conference -2015]. – Tomsk: Natsional'nyy issledovatel'skiy Tomskiy gosudarstvennyy universitet [Tomsk: National Research Tomsk State University]. – P. 476-479.



Оценка плодородия орошаемых земель Волгоградского Заволжья современными методами исследований

А.В. Кошелев, в.н.с.-зав. лаб., к.с.-х.н., alexkosh@mail.ru, **А.А. Тубалов**, с.н.с., к.с.-х.н. –
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), г. Волгоград, Россия

Статья посвящена актуальной проблеме снижения продуктивности пахотных угодий в условиях интенсификации аграрного производства. Агрохимическое обследование полей является важным элементом системы мониторинга почвенного плодородия как в богарных, так и орошаемых агроландшафтах. На примере землепользования ООО «Рус-продукт-Заволжье» Среднеахтубинского района Волгоградской области, расположенного в подзоне светло-каштановых почв, выявлено преимущество новейших современных методов, с использованием которых проведен комплексный анализ элементов плодородия почв орошаемой площади хозяйства. Новизна исследований заключается в интеграции камерального дешифрирования космических снимков, их полевого эталонирования с координатной привязкой точек отбора почвенных проб, лабораторного анализа и последующего геоинформационного картографирования. По результатам анализа почвенных образцов установлено, что в хозяйстве преобладают почвы среднесуглинистого гранулометрического состава, с малым содержанием гуму-

са и низко обеспечены азотом. Поля с повышенной обеспеченностью подвижным фосфором составляют 67,8%, средней обеспеченностью – 26,5%, с высокой – 5,7%. Почвы с высокой обеспеченностью обменным калием составляют 84,8%, с очень высокой – 10,7%, с повышенной – 4,5%. Несмотря на использование капельного орошения почвы землепользования в основном являются незасоленными, показатель плотного остатка (содержание водорастворимых солей) варьирует от 0,8 до 0,12%. Величина рН водной вытяжки изменяется от 7,35 до 8,87, что соответствует слабощелочной и щелочной реакции. Анализ содержания серы показал, что поля с низкой обеспеченностью составляют 82,2%, средней – 17,8%. Составленные агрохимические картограммы позволили определить уровень плодородия исследуемых земель более эффективно и наглядно.

Ключевые слова: плодородие, орошаемые земли, светло-каштановые почвы, гранулометрический состав, гумус, элементы питания, агрохимические картограммы.

Территория Волгоградского Заволжья характеризуется экстремальными природными условиями. Нарастающая аридизация климата и комплексность почвенного покрова наряду с интенсификацией сельскохозяйственного производства приводят к агроистощению земель, падению уровня плодородия почв, снижению продуктивности агроландшафтов и т.д.

Агрохимический мониторинг земель сельскохозяйственного назначения в основном проводится полевыми методами с отбором смешанных почвенных проб методом конверта с определенной площади, затем по результатам лабораторного анализа почвенных образцов составляются картограммы основных элементов питания по степени их обеспеченности, и на их основе рекомендуется система удобрений [5, 7].

Бурное развитие информационных технологий, аэрокосмических методов исследований, а в последнее время широкое использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), позволило в интеграции с системами геопозиционирования GPS и GLONAS проводить точный агрохимический мониторинг пахотных угодий на регулярной основе для своевременного реагирования и снижения негативного влияния на агроценозы [6, 13, 15, 16].

Цель нашего исследования состояла в выявлении преимуществ новейших современных ди-

станционных методов и ГИС-технологий при определении уровня плодородия почв на примере землепользования ООО «Руспродукт-Заволжье».

Материалы и методика исследований. Объектом исследований являлся орошаемый агроландшафт сухостепной зоны Среднеахтубинского района Волгоградской области, расположенный в границах землепользования ООО «Руспродукт-Заволжье».

Исследования проводили в следующей последовательности:

- камеральное дешифрирование космических снимков – определение границ землепользования, создание цифровой карты полей, планирование маршрута и закладка точек отбора почвенных проб;

- полевое эталонирование – проведение агрохимического обследования почв землепользования с отбором почвенных проб и их координатная привязка, с целью создания регулярной сетки точек для последующего картографирования;

- лабораторный анализ почвенных образцов и характеристика современного уровня почвенного плодородия;

- геоинформационное картографирование – составление агрохимических картограмм распределения почвенных показателей плодородия по полям землепользования.

Полевое агрохимическое обследование было выполнено в соответствии с «Методическими указаниями по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения» [5, 7]. Почвенный образец отбирался с 5 гектаров и представлял собой смешанную пробу, составленную из нескольких индивидуальных проб, взятых на глубине 0-25 см. Для проведения лабораторного анализа было отобрано 146 почвенных образцов.

Лабораторный агрохимический анализ почвенных образцов осуществлялся по общепринятым методикам в почвоведении и агрохимии [7, 8, 9, 14]. В почвенных образцах определяли гранулометрический состав, органическое вещество (гумус), подвижные соединения фосфора и калия, щелочногидролизуемый азот, pH, серу, плотный остаток.

Составление цифровой карты полей и агрохимических картограмм производили по методикам геоинформационного тематического картографирования [3, 11].

В качестве дистанционной информации использовали мозаики космических снимков с интернет-сервиса maps.google.com, находящиеся в открытом доступе для свободного использования.

Результаты и их обсуждение. Землепользование ООО «Руспродукт-Заволжье» расположено на территории Рахинского сельского поселения на северо-западе Среднеахтубинского района Волгоградской области в 2,5 км от Волгоградского водохранилища. Исследования проводились в апреле 2019 года на общей орошаемой площади 562,5 га. Хозяйство специализируется на выращивании овощей на капельном орошении, в основном это лук, морковь и свекла.

В геоморфологическом отношении территория хозяйства относится к Прикаспийской низменности к Хвалынской глинистой равнине. Относитель-

ные превышения рельефа равнины составляют не более 2-3 м. Почвообразующими породами являются хвалынские шоколадные глины. Они имеют темно-коричневый цвет, жирный блеск, скрытую слоистость, выявляющуюся при выветривании, содержат 3-6% окислов железа, которые и придают характерный цвет породе. Хвалынские глины характеризуются тонкодисперсностью, преобладанием илистой фракции. Выровненный рельеф, сочетаясь с плохой водопроницаемостью шоколадных глин, определяет высокий естественный уровень грунтовых вод – 7-10 м, иногда 5-7 м [4].

В почвенном отношении территория хозяйства входит в подзону светло-каштановых почв. Почвенный покров – комплексный, распространены светло-каштановые солонцеватые и солончаковые почвы, и солонцы (автоморфные).

Климат на данной территории характеризуется резкой континентальностью и засушливостью. По агроклиматическому районированию территория хозяйства относится к сухой агроклиматической области и сухому жаркому району. Гидротермический коэффициент равен 0,5-0,4. Сумма положительных температур составляет 3200°-3400°С. Количество осадков – 160-170 мм. Средние температуры января колеблются от -10,5° до -9,5°С. Средние температуры июля – от 23,5° до 24,7°С. Продолжительность безморозного периода составляет 166-168 дней [10].

Для проведения агрохимического обследования почв в программной среде QGIS на основе мозаики космических снимков создали картосхему полей землепользования (рисунок 1).

На основании данной картосхемы составили маршрут отбора почвенных образцов. Каждое поле было разбито на элементарные участки, в центре которых поместили точки отбора проб (рисунок 2).

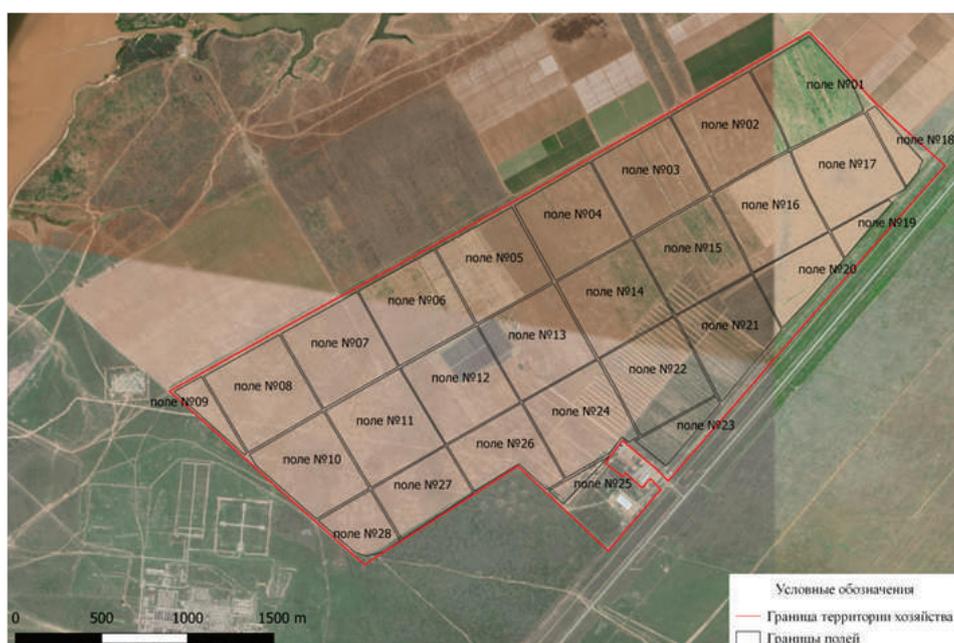


Рисунок 1 – Цифровая картосхема полей землепользования



Рисунок 2 – Маршрутная схема отбора почвенных образцов

При полевом агрохимическом обследовании по разработанному маршруту для каждой точки отбора почвенных проб были зафиксированы географические координаты с помощью GPS навигатора Garmin GPSMAP 64st с целью создания регулярной сетки точек для последующего изолинейного картографирования почвенных показателей в пространственном аспекте. Создание таких карт будет продолжено в последующих исследованиях.

По результатам лабораторных анализов определены основные агрохимические показатели почв земледелия: гранулометрический состав, органическое вещество (гумус), подвижные соединения фосфора и калия, щелочногидролизующий азот, рН, сера, плотный остаток.

Гранулометрический состав почвы определяется двумя фракциями: глинистой и песчаной, и их соотношением. Чем больше в почве фракции физической глины с частицами меньше 0,01 мм, тем более она тяжелого гранулометрического состава. Гранулометрический состав влияет на

плодородие, водный и воздушный режим почвы. В песчаных почвах меньше питательных веществ, они меньше задерживают влагу, высокопроницаемы. Глинистые – плохо воздухопроницаемы, но они удерживают воду, более плодородны [1, 5].

В таблице 1 приведены данные характеризующие распространённость почв различного гранулометрического состава по территории хозяйства.

Анализ таблицы 1 показал, что наибольшую долю по площади (71,2%) в хозяйстве занимают почвы среднесуглинистого гранулометрического состава с содержанием физической глины от 30% до 45%, почвы тяжелосуглинистого гранулометрического состава составляют 28,8%.

Стоит отметить, что среднесуглинистые почвы наиболее благоприятны для произрастания сельскохозяйственных культур, поскольку они обладают хорошей влагоёмкостью и воздухопроницаемостью, то есть имеют оптимальное соотношение глинистой и песчаной фракций.

Таблица 1 – Распространённость почв различного гранулометрического состава на территории земледелия

Гранулометрический состав	Физическая глина, % <0,01 мм	Площадь, га	%
Глинистый	> 60	-	-
Тяжелосуглинистый	45-60	162,27	28,8
Среднесуглинистый	30-45	400,23	71,2
Легкосуглинистый	20-30	-	-
Супесчаный	10-20	-	-
Песчаный	<10	-	-
ИТОГО:		562,5	100

Органическое вещество (гумус) является основой почвенного плодородия.

В таблице 2 представлена группировка почв в хозяйстве по содержанию гумуса.

Таблица 2 – Группировка почв по содержанию гумуса на полях

Категории гумусированности	Содержание гумуса, %	Площадь, га	%
Слабогумусированные	0,5-1,5	-	-
Малогумусированные	1,5-3,0	562,5	100
Среднегумусированные	3,0-5,0	-	-
Сильногумусированные	5,0-8,0	-	-
ИТОГО:		562,5	100

Анализ таблицы 2 показал, что все почвы в хозяйстве являются малогумусированными (100% от площади) с содержанием гумуса в диапазоне 1,5-3,0%, что характерно для зональных светло-каштановых почв.

Наличие азота в почвах тесно связано с его расходом культурами и степенью промывания вниз по профилю почвы, а также сильно варьируется в течение года по сезонам [1, 5].

Анализ данных по содержанию щелочногидро-

лизуемого азота в почве земледелия показал, что все почвы на полях низко обеспечены им, так как составляют менее 100 мг/кг, значения изменяются от 29,23 мг/кг до 56 мг/кг. Подвижный щелочногидролизующий азот, определяемый по методу Корнфилда, является легкогидролизующим азотом почвы и характеризует содержание потенциально доступного для растений азота.

В таблице 3 приведено содержание фосфора в усредненных образцах по полям хозяйства.

Таблица 3 – Содержание фосфора в усредненных образцах на полях

№ поля	Площадь, га	P ₂ O ₅ , мг/кг	Группа обеспеченности
1	23,84	39,85	Повышенное
2	26,51	43,68	Повышенное
3	26,11	37,78	Повышенное
4	25,33	24,33	Среднее
5	27,94	28,93	Среднее
6	24,94	34,30	Повышенное
7	25,02	25,20	Среднее
8	25,37	20,13	Среднее
9	5,13	41,00	Повышенное
10	22,77	32,40	Повышенное
11	25,76	33,08	Повышенное
12	25,63	31,90	Повышенное
13	25,53	33,28	Повышенное
14	25,39	27,61	Среднее
15	26,09	35,64	Повышенное
16	25,68	39,13	Повышенное
17	25,52	35,20	Повышенное
18	5,18	31,30	Повышенное
19	3,93	28,90	Среднее
20	13,76	36,95	Повышенное
21	23,45	42,58	Повышенное
22	25,30	60,90	Высокое
23	6,78	51,50	Высокое
24	24,89	34,82	Повышенное
25	2,23	31,10	Повышенное
26	18,18	38,85	Повышенное
27	16,30	21,65	Среднее
28	9,94	31,60	Повышенное

Анализ данных таблицы 3 по содержанию подвижного фосфора в почвенных образцах позволил выявить диапазон значений от 20,13 до 60,90 мг/кг. Поля землепользования со средней обеспеченностью фосфором составляют 26,5% (149,28 га), с высокой обеспеченностью – 5,7% (32,08 га), с повышенной – 67,8% (381,14 га). В среднем можно констатировать, что поля имеют повышенную обеспеченность подвижным фосфором.

Содержание фосфора в почве является основным фактором при определении планируемой урожайности сельскохозяйственных культур. Фосфор необходим растениям на всех стадиях развития, но наиболее интенсивно он используется с начала вегетации в период от кущения до формирования плодов у овощных [1, 5].

В таблице 4 приведено содержание обменного калия в усредненных образцах по полям хозяйства.

Таблица 4 – Содержание калия в усредненных образцах на полях

№ поля	Площадь, га	K ₂ O, мг/кг	Группа обеспеченности
1	23,84	469,03	Высокое
2	26,51	541,28	Высокое
3	26,11	545,78	Высокое
4	25,33	489,75	Высокое
5	27,94	498,23	Высокое
6	24,94	477,25	Высокое
7	25,02	505,40	Высокое
8	25,37	395,30	Повышенное
9	5,13	511,60	Высокое
10	22,77	610,70	Очень высокое
11	25,76	598,60	Высокое
12	25,63	541,30	Высокое
13	25,53	492,80	Высокое
14	25,39	490,60	Высокое
15	26,09	569,20	Высокое
16	25,68	568,67	Высокое
17	25,52	505,65	Высокое
18	5,18	631,20	Очень высокое
19	3,93	494,50	Высокое
20	13,76	509,15	Высокое
21	23,45	535,78	Высокое
22	25,30	843,90	Очень высокое
23	6,78	670,20	Очень высокое
24	24,89	479,88	Высокое
25	2,23	589,70	Высокое
26	18,18	495,90	Высокое
27	16,30	511,40	Высокое
28	9,94	546,30	Высокое

Анализ данных таблицы 4 позволяет отнести исследуемые образцы почвы в основном к образцам с высоким содержанием калия, что составляет 84,8% (477,1 га). Поля, с повышенной обеспеченностью калием, составляют 4,5% (25,37 га), с очень высокой – 10,7% (60,03 га).

Калий способствует нормальному ходу фотосинтеза, накоплению жиров и углеводов, повышает устойчивость растений к полеганию, грибковым заболеваниям, засухе и низким тем-

пературам [1, 5].

Анализ значений плотного остатка (содержание водорастворимых солей) показал, что они находятся в диапазоне от 0,08 до 0,12% и относятся к незасоленным, так как показатель плотного остатка менее 0,3%.

В почвах землепользования рН изменяется от 7,35 до 8,87, что соответствует слабощелочной и щелочной реакции. 55,3% почв хозяйства имеют слабощелочную реакцию (рН 7-8), что составляет

311,32 га, щелочную реакцию имеют 44,7% почв (251,18 га).

Анализ данных по содержанию серы показал, что в основном почвы хозяйства имеют низкую обеспеченность серой, что составляет 82,2% (462,49 га), среднюю обеспеченность серой имеют только 4 поля, что составляет 17,8% (100,01 га).

После лабораторного анализа почвенных образцов с использованием программы QGIS создали агрохимические картограммы. В качестве примера на рисунках 3-4 представлены картограммы содержания подвижного фосфора и обменного калия, как наиболее контрастных по распределению показателей на полях землепользования.

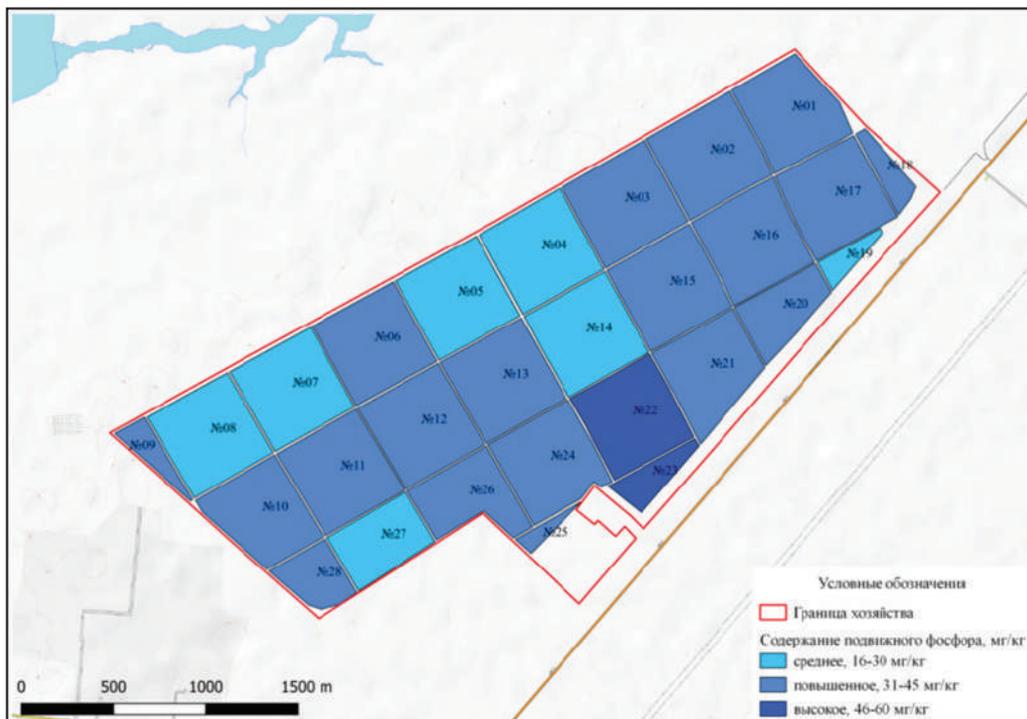


Рисунок 3 – Агрохимическая картограмма содержания подвижного фосфора

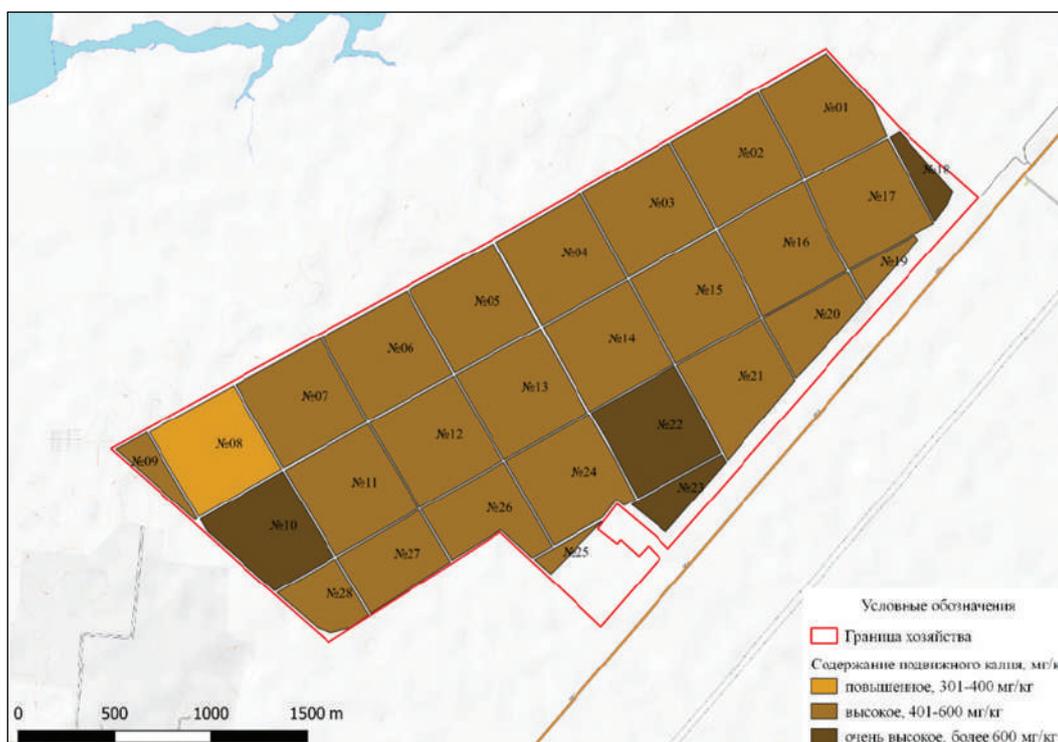


Рисунок 4 – Агрохимическая картограмма содержания обменного калия

Использование современных методов исследований при агрохимическом обследовании полей позволяет не только получать координатную привязку точек отбора почвенных образцов, но и строить картограммы распределения почвенных показателей в пространственном аспекте для планирования очередности проведения агрохимических и агротехнических мероприятий, направленных на повышение плодородия почвы, и как следствие получение высоких урожаев.

По результатам проведенной работы были разработаны рекомендации по повышению плодородия почв землепользования и применению удобрений исходя из фактического состояния почв и содержания питательных элементов с учетом научно обоснованных разработок [2, 12].

Заключение. Широкие возможности программы QGIS по хранению и анализу данных в цифровой форме позволяют проводить мониторинг почвенного плодородия землепользования. А именно содержать сведения об изменении плодородия почвы на основе системы показателей макро- и микроэлементов в виде атрибутивной информации в табличной форме, а также анализировать и предоставлять в картографическом виде различные данные по землепользованию, и сохранять историю каждого поля. В отличие от аналогичных программных продуктов QGIS имеет ряд преимуществ: бесплатное распространение, интеграция различных модулей для выполнения геостатистического анализа и картографирования, поддержка различных форматов данных и т.д.

Созданные агрохимические картограммы показывают, как распределяются осредненные значения почвенных показателей по полям землепользования, и поэтому они необходимы для определения первоочередности проведения мероприятий по повышению плодородия почв и обеспечения оптимальным количеством элементов питания для нормального роста и развития сельскохозяйственных растений.

Литература:

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий / Под редакцией академика РАСХН В. И. Кирюшина, академика РАСХН А. Л. Иванова. / Методическое руководство. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. - 784с.
2. Беляков А. М., Тубалов А. А., Кошелев А. В. Состояние и меры по улучшению плодородия светло-каштановых почв в агролесоландшафтах // Известия Нижне-Волж-

ского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2018. - № 2 (50). - С. 30-36.

3. Геоинформационные технологии в агролесомелиорации / В. Г. Юферев, К. Н. Кулик, А. С. Рулев, К. Б. Мушаева, А. В. Кошелев, З. П. Дорохина, О. Ю. Кошелева. - Волгоград: ВНИАЛМИ, 2010. - 102 с.
4. Дегтярева Е.Т., Жулидова А. Н. Почвы Волгоградской области. - Волгоград: Нижне-Волжское кн. изд-во, 1970. - 320 с.
5. Кирюшин В. И. Агроэкологический мониторинг земель, новые требования и методология // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2007. - № 3 (15). - С. 9-11.
6. Кулик К.Н., Рулев А.С., Юферев В. Г. Геоинформационное моделирование структуры и динамики агролесоландшафтов // Экосистемы: экология и динамика. - 2017. - Т. 1. - № 2. - С. 5-20.
7. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. - 304 с.
8. Минеев В. Г. Агрохимия: Учебник. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГУ, Изд-во «Колос», 2004. - 720 с.
9. Пансю М., Готеру Ж. Анализ почвы. Справочник. Минералогические, органические и неорганические методы анализа: пер. 2-го англ. изд. под ред. Д. А. Панкратова. - СПб.: ЦОП «Профессия», 2014. - 800 с.
10. Сажин А.Н., Кулик К.Н., Васильев Ю. И. Погода и климат Волгоградской области. - Волгоград, ВНИАЛМИ, 2010. - 306 с.
11. Ткаченко Н. А. Качественная оценка и картографирование деградации пахотных земель Волгоградского Заволжья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2014. - № 2 (46). - С. 21-23.
12. Ткаченко Н.А., Рулёв А. С. Перспективы агроэкологического обустройства Волгоградского Заволжья // Проблемы прогнозирования. - 2020. - № 4 (181). - С. 116-121.
13. Чекмарев П. А., Лукин С. В. Использование геоинформационных систем при проведении мониторинга плодородия почв // Достижения науки и техники АПК. - 2013. - № 1. - С. 3-5.
14. Шеуджен А. Х., Бондарева Т. Н. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов: учеб пособие, 2-е изд. перераб. и доп. - Майкоп: ОАО «Полиграф-Юг», 2015. - 664 с.
15. Prabhavati K., Dasog G.S., Patil P.L., Sahrawat K.L., Wani S.P. Soil fertility mapping using GIS in three agroclimatic zones of Belgaum district, Karnataka // Journal of the Indian Society of Soil Science. - 2015. - Vol. 63. - № 2. - P. 173-180.
16. Shen G., Xu J., Qian Z., Huang D. Spatial analysis and assessment of soil fertility by using GIS and kriging method // 2010 World Automation Congress. - 2010. - P. 19-23.

Irrigated Lands Fertility Estimation of the Volgograd Trans-Volga Region By Contemporary Research Methods

A.V. Koshelev, K.S-Kh.N., leading researcher – head of the laboratory, alexkosh@mail.ru,

A.A. Tubalov, K.S-Kh.N., senior researcher –

Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS), Volgograd, Russia

The article is devoted to the actual problem of reducing the arable land productivity in the

agricultural production intensification conditions. Agrochemical survey of fields is an important element

of the soil fertility monitoring system in both rainfed and irrigated agricultural landscapes. The latest contemporary methods advantage was revealed, using which a soil fertility elements comprehensive analysis of the irrigated area of the farm was carried out on the land use by LLS «Rusproduct-Zavolzhye» example in the Sredneakhtubinskij district of the Volgograd region, located in the light chestnut soils subzone. The research novelty lies in the integration of the satellite images cameral deciphering, their field standardization with the soil sampling points coordinate referencing, laboratory analysis and following geoinformation mapping. According to the soil samples analysis results, it was established that the soils of medium loamy granulometric composition, with a low humus content and low in nitrogen are prevailed in the farm. Fields with increased availability of mobile phosphorus make up 67.8%, with average availability – 26.5%, with high – 5.7%. Soils with an exchangeable potassium high availability make up 84.8%, with a very high availability – 10.7%, with an increased availability – 4.5%. Despite the drip irrigation use, land-use soils are mostly non-saline, with a dense residue (content of water-soluble salts) varying from 0.8 to 0.12%. The water extract pH value varies from 7.35 to 8.87, which corresponds to a slightly alkaline and alkaline reaction. The sulfur content analysis showed that the fields with low availability are 82.2%, with an average – 17.8%. The compiled agrochemical cartograms made it possible to determine the studied lands fertility level more effectively and clearly.

Keywords: light chestnut soils, humus, particle size distribution, soil nutrients, agrochemical cartograms, fertility, irrigated lands, Volgograd Trans-Volga region

Translation of Russian References:

1. Agroekologicheskaya otsenka zemel', proyektirovaniye adaptivno-landshaftnykh system zemledeliya i agrotekhnologii [Land agroecological assessment, adaptive landscape farming systems design and agricultural technologies]/Edited by academician of Russian Agricultural Academy of Sciences V.I. Kiryushin, academician of Russian Agricultural Academy of Sciences A.L. Ivanov / Metodicheskoye rukovodstvo [Methodical guidance]. – Moscow: FSSI «Rosinformagrotekh», 2005. – 784 p.
2. Belyakov A. M., Tubalov A. A., Koshelev A. V. Sostoyaniye i mery po uluchsheniyu plodorodiya svetlo-kashtanovykh pochv v agrolesolandschaftakh [Condition and measures to improve the fertility of light chestnut soils in agroforest landscapes] // Izvestiya Nizhne-Volzhskego agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye [Proceedings of Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex: Science and higher vocational education]. – 2018. – # 2 (50). – P. 30-36.
3. Geoinformatsionnyye tekhnologii v agrolesome-lioratsii [Geoinformation technologies in agroforest melioration] / V. G. Yuferev, K. N. Kulik, A. S. Rulev, K. B. Mushayeva, A. V. Koshelev, Z. P. Dorokhina, O. YU. Kosheleva. – Volgograd: VNIALMI, 2010. – 102 p.
4. Degtyareva Ye. T., Zhulidova A. N. Pochvy Volgogradskoy oblasti [Soils of the Volgograd region]. – Volgograd.: Nizhne-Volzhskeoye kn. izd-vo, 1970. – 320 p.
5. Kiryushin V. I. Agroekologicheskii monitoring zemel', novyye trebovaniya i metodologiya [Agroecological monitoring of lands, new requirements and methodology] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University]. – 2007. – # 3 (15). – P. 9-11.
6. Kulik K. N., Rulev A. S., Yuferev V. G. Geoinformatsionnoye modelirovaniye struktury i dinamiki agrolesolandschaftov [The agroforest landscapes structure and dynamics geoinformation modeling] // Ekosistemy: ekologiya i dinamika. – 2017. – Vol. 1. – # 2. – P. 5-20.
7. Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoring plodorodiya pochv zemel' sel'skokozyaystvennogo naznacheniya [Methodological guidelines for the agricultural lands soil fertility comprehensive monitoring]. – M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2003. – 304 p.
8. Mineyev V. G. Agrokhimiya: Uchebnik [Agrochemistry: Textbook]. – 2-ye izd., pererab. i dop. – M.: Izd-vo MGU, Izd-vo «Kolos» [2-nd edition., revised and expanded. – Moscow.: MSU publishing house, «Kolos» publishing house], 2004. – 720 p.
9. Pansyu M., Goteru ZH. Analiz pochvy. Spravochnik. Mineralogicheskiye, organicheskiye i neorganicheskiye metody analiza [Soil analysis. Directory. Mineralogical, organic and inorganic methods of analysis]: tr. of 2-nd engl. edition. edited by. D.A. Pankratov. – Saint-Petersburg.: «Professiya» publishing house, 2014. – 800 p.
10. Sazhin A. N., Kulik K. N., Vasil'yev YU. I. Pogoda i klimat Volgogradskoy oblasti [Weather and climate of the Volgograd region]. – Volgograd, VNIALMI, 2010. – 306 p.
11. Tkachenko N. A. Kachestvennaya otsenka i kartografirovaniye degradatsii pakhotnykh zemel' Volgogradskogo Zavolz'h'ya [Qualitative assessment and mapping of degradation of arable lands in the Volgograd Trans-Volga region] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University]. – 2014. – # 2 (46). – P. 21-23.
12. Tkachenko N. A., Rulov A. S. Perspektivy agroekologicheskogo obustroystva Volgogradskogo Zavolz'h'ya [Prospects for agroecological development of the Volgograd Trans-Volga region] // Problemy prognozirovaniya [Forecasting problems]. – 2020. – # 4 (181). – P. 116-121.
13. Chekmarev P. A., Lukin S. V. Ispol'zovaniye geoinformatsionnykh system pri provedenii monitoring plodorodiya pochv [Geographic information systems use in monitoring soil fertility] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex]. – 2013. – # 1. – P. 3-5.
14. Sheudzen A. Kh., Bondareva T. N. Metodika agrokhimicheskikh issledovaniy i statisticheskaya otsenka ikh rezul'tatov [Agrochemical researches methodology and their results statistical evaluation: study guide, 2-nd edition, revised and expanded]. – Maykop: OAS «Poligraf-Yug», 2015. – 664 p.



Дешифрирование нелесных пожаров в условиях речных пойм

А.Н. Берденгалиева^{1,2}, berdengalieva-an@vfanc.ru, С.С. Шинкаренко^{1,2}, к.с.-х.н., shinkarenkos@vfanc.ru –

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН» (ФНЦ агроэкологии РАН), г. Волгоград, Россия;

²Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Россия

В работе представлена методика визуального экспертного дешифрирования выгоревших площадей нелесных ландшафтов на основе данных спутниковых наблюдений в условиях речных пойм. Авторы провели сравнительный анализ методов мониторинга пожарного режима ландшафтов на примере Волго-Ахтубинской поймы. В работе использовались информационные продукты детектирования активного горения FIRMS и выгоревших площадей MCD64A1 и FireCCI51. Оценка точности автоматизированных алгоритмов производилась по выгоревшим площадям, идентифицированным по спутниковым изображениям высокого разрешения Landsatu Sentinel 2. В результате анализа было выявлено, что сервисы, которые имеют глобальный охват, теряют в точности грани выгоревших площадей для некоторых типов ландшафтов

на региональном уровне. Из-за геоморфологических особенностей пойменных ландшафтов пожары здесь имеют небольшие размеры, вытянутую форму и небольшую продолжительность. Из-за этого визуальные методы оказываются более достоверными при идентификации выгоревших площадей, чем автоматизированные, которые могут применяться для дополнительной верификации при экспертном дешифрировании. В работе даны рекомендации по визуальному дешифрированию выгоревших площадей в условиях речных пойм.

Ключевые слова: ландшафтные пожары, мониторинг, речные поймы, геоинформационные технологии, дистанционное зондирование.

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ для поддержки молодых ученых – кандидатов наук МК-321.2019.5

Мониторинг ландшафтных пожаров важен для изучения экологического состояния окружающей среды. Лесные пожары уже давно и хорошо изучаются аэрокосмическими методами. А нелесным пожарам уделено мало внимания, но их следует изучать, так как часто из-за травяных пожаров начинаются лесные [3]. Это проблема для регионов, где значительные площади заняты тростниками, в первую очередь – это поймы и дельты крупных рек. Особенность тростниковых пожаров в том, что они могут случаться ежегодно на одном и том же месте. При этом разрушаются места обитания множества животных, в воздух выбрасываются загрязняющие вещества. Поймы рек часто являются местом гнездования и концентрации птиц. Водно-болотные угодья Нижней Волги являются ключевыми орнитологическими территориями, что подчеркивает значимость территории для сохранения биоразнообразия.

Исследование охватывает Волго-Ахтубинскую пойму, на территории которой расположено большое количество баз отдыха и дачных массивов. В теплое время года пойма является популярным местом для рыбаков и туристов со всей России. Из-за неосторожного обращения отдыхающих с огнем часто возникают природные пожары. Целью данного исследования является идентификация выгоревших площадей на основе различных технологий дистанционного зондирования Земли из космоса для последующего сравнительного анализа.

Материалы и методика исследований. Наиболее часто при наблюдении за природными пожарами используются данные, получаемые с космических спутников Suomi NPP (прибор VIIRS) и Terra, Aqua (прибор MODIS), которые в основном ориентированы на решение метеорологических задач. Данные приборов основаны на автоматическом выделении по тепловым инфракрасным каналам «горящих точек» в местах, где расположены высокотемпературные объекты (это могут быть не только пожары, но объекты антропогенной деятельности, например, трубы заводов и факелы сжигания попутных газов). Данные прибора MODIS имеют разрешение 1 километр, и архив данных ведется с 2001 года [9]. А данные VIIRS разрешения 375 метров появились относительно недавно – в 2012 году. Данные очагов активного горения показывают только местонахождение, дату возникновения пожара, но не показывают контуры и площади пройденных огнем земель. Тем не менее существуют алгоритмы кластеризации горячих точек для выделения пройденной огнем площади. В частности, подобный подход реализован в рамках сервиса Vega, разработанного ИКИ РАН [2]. Для покрытых лесом площадей этот подход работает с достаточной точностью [7, 10], но для нелесных пожаров точность оценки при этом снижается [12]. Это происходит из-за динамичности травяных палов, в результате не вся гарь захватывается спутниковой съемкой, и образуются значительные пропуски.

Исходными данными для идентификации выгоревших площадей являются открытые данные: очаги активного горения FIRMS, продукт университета Мэриленда MCD64, данные FireCCI51, которые предоставляются Европейским космическим агентством (рис. 1). Также возможно автоматизированное или визуальное экспертное дешифрирование спутниковых снимков космических аппаратов Landsat и Sentinel-2. Сервисы, которые ориентированы на глобальный охват, не регистрируют большую часть пожаров в условиях пойм.

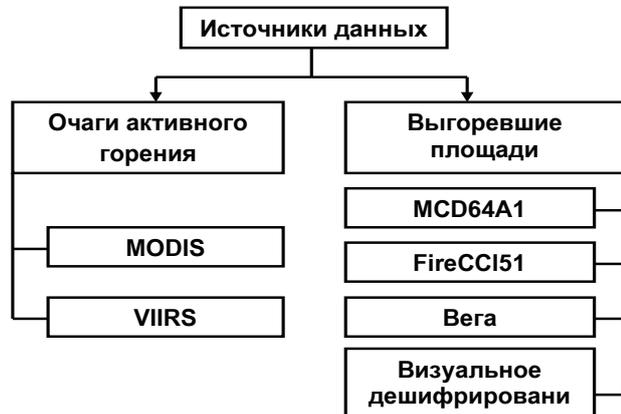


Рисунок 1 – Общая схема использованных источников данных

Результаты и обсуждение. Активное горение не всегда может фиксировать пожар из-за скорости природного пожара на маленьких площадях. Весенние гари достаточно быстро зарастают, а пепел развеивается. Поэтому уже через 2-3 недели дешифровочные признаки исчезают. Также травяные пожары очень динамичны и характеризуются меньшими температурами горения по сравнению с лесными. Это способствует фиксации спутниковой съемкой в тепловом диапазоне только фронта пожара в момент сеанса. Из-за этого чаще всего происходит недоучет пожаров. Особенно автоматизированными алгоритмами.

Детектирование активного горения важно для оперативного мониторинга и своевременного принятия мер по борьбе с пожарами [1, 8]. Оперативные данные горячих точек поступают каждые несколько часов. В то же время многолетний архив данных активного горения позволяет изучать сезонные особенности пожарного режима территории [5] (рис.2).

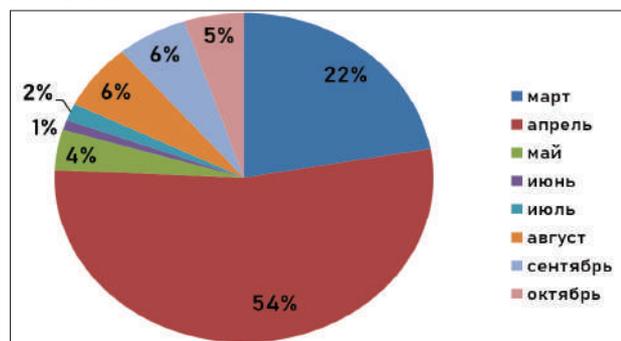


Рисунок 2 – Сезонное распределение термоточек MODIS в Волго-Ахтубинской пойме

Анализ сезонного распределения очагов активного горения показал, что в условиях поймы преобладают весенние пожары, есть небольшая доля летних.

В целом подходы к дешифрированию пожаров в разные сезоны – сходные, но есть особенности. В весенний период такой особенностью является половодье, облачность, которая намного плотнее и чаще, чем летняя, приуроченность к высушенной водно-болотной растительности. Летние пожары чаще происходят на тех участках, которые не заливались в половодье, следовательно, влажность почв и растительности на них ниже. Также причиной возникновения пожаров летом может быть накопление высушенной сорной растительности на неиспользуемых сельскохозяйственных землях.

Данные детектирования позволяют лишь косвенно оценивать выгоревшие площади, т.к. нелесные пожары очень динамичны, и в момент пролета спутника фиксируется только фронт пожара. В результате значительные части площадей гарей не охвачены.

Существуют полностью автоматизированные методы выделения пройденных огнем площадей – информационные продукты «burntareas» и ручные методы экспертного (визуального) дешифрирования. Вторые более трудоемкие и субъективные, но автоматизированные алгоритмы тоже не лишены недостатков. К этим недостаткам относятся – пропуски и ложное детектирование гарей. К примеру урбанизированные территории могут определяться продуктом MCD64A1 как выгоревшие [11]. Данные FireCCI часто фиксируют заливаемые половодьем пойменные земли как гари (рис. 3). В атрибутах выгоревших пикселей указана дата 29 и 30 апреля, термоточки 16 и 21 апреля. То есть наступление воды на пойму интерпретируется алгоритмами как пожар. Поэтому регулярные заливания поймы относятся к выгораниям. Соответственно отсюда мы получаем несколько завышенные выгоревшие площади этим продуктом. При беглом просмотре заметно, что MCD64A1 существенно уступает по выгоревшим площадям и имеет наибольшее количество пропусков.

При достаточной опытности дешифровщика и наличии эталонов выгоревших площадей визуальные методы идентификации выгоревших площадей более объективны, чем автоматизированные алгоритмы. При этом рекомендуется использовать различные цветосинтезированные спутниковые изображения. В комбинации каналов в видимом диапазоне возникают сложности при интерпретации объектов. Вследствие чего возникает вероятность возникновения ошибок у эксперта. Чтобы избежать данной ситуации, используется комбинация каналов зеленого, ближнего инфракрасного (БИК) и коротковолнового ИК (SWIR). Излучение в инфракрасном диапазоне поглощается водой, поэтому водные объекты имеют темно-синий цвет (рис. 4). Также в данной комбинации цвет гари отличается от свежеспа-

ханной пашни или влажных земель. У сенсора MSI спутников Sentinel 2 разрешение коротковолнового ИК-канала максимальное пространственное разрешение составляет 20 м/пикс., что вдвое

ниже, чем у каналов БИК и видимых диапазонов, поэтому использовалась функция панхроматического слияния (Pan-sharpening) с помощью модуля Orfeo ToolBox в QGIS.

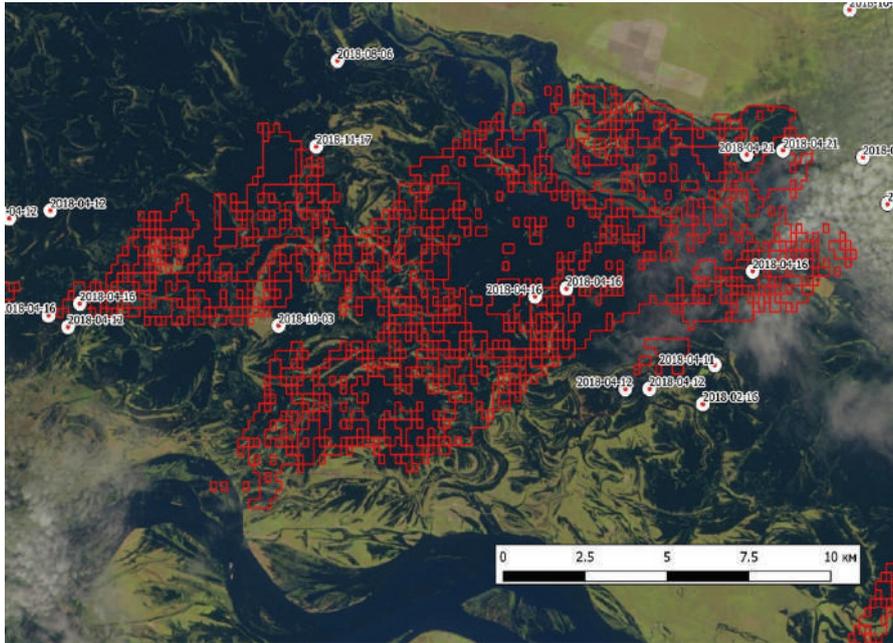


Рисунок 3 – Ложные выгоревшие площади данных продукта FireCCI51 (2018 г.)

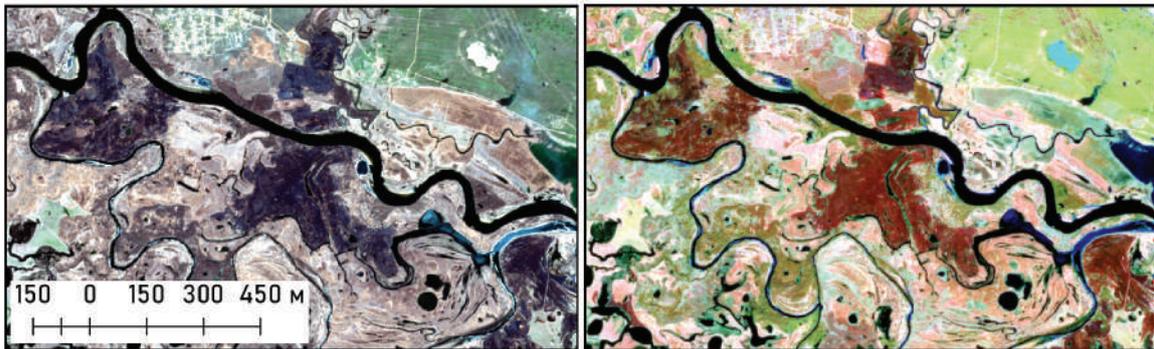


Рисунок 4 – Сравнение различных комбинаций каналов (слева – естественные цвета, справа – SWIR, NIR, Green)

Из-за ландшафтных особенностей Волго-Ахтубинской поймы здесь нет больших площадей тростников, в отличие от дельты. Например, дымовые шлейфы пожаров в дельте Волги могут вытягиваться на десятки километров. Как правило,

пожары в Волго-Ахтубинской пойме имеют сложную конфигурацию (рис. 5), часто повторяющую контуры береговой линии ериков и озер, вдоль которых расположены заросли водно-болотной растительности.

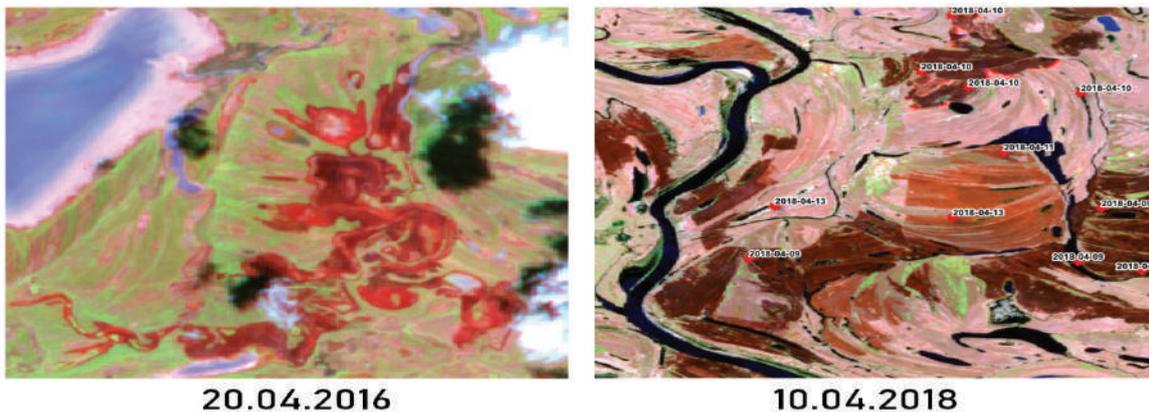


Рисунок 5 – Фрагменты снимков Sentinel-2A

Выгоревшие площади в пойменных условиях очень динамичны (рис.6). В течение нескольких недель после половодья происходит полное за­растание растительностью. В результате на спутниковых изображениях не остается никаких следов горения. Это существенное отличие пожаров в пойме от зональных степных ландшафтов, где

выгоревшие площади отличаются более светлым тоном в течение нескольких лет после пожаров [4, 6]. Таким образом, половодье и облачность могут существенно влиять на возможность идентификации выгоревшей площади по данным дистанционного зондирования как экспертными, так и автоматизированными методами.

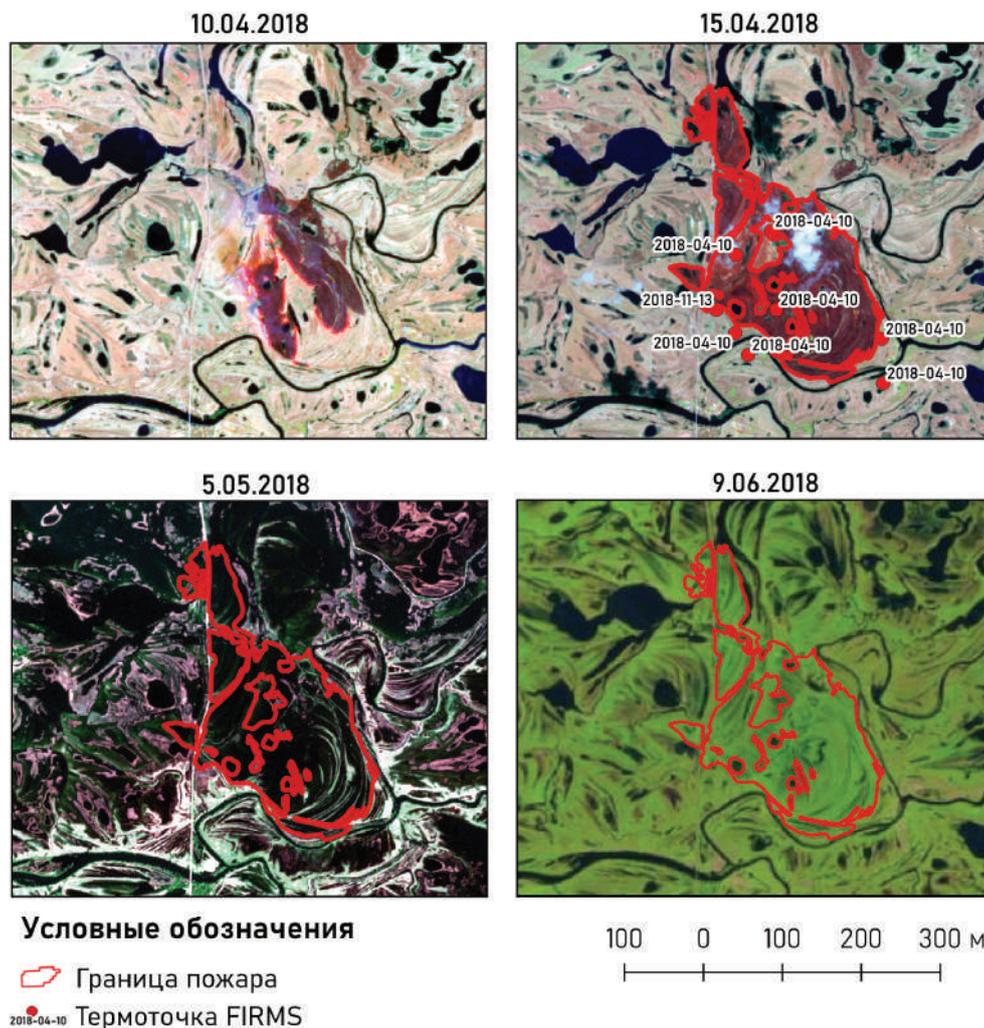


Рисунок 6 – Динамика гари в Волго-Ахтубинской пойме

Для оценки точности идентификации выгоревших площадей разными алгоритмами было проведено сравнение пройденной огнем площади информационными продуктами и визуальным дешифрированием в северной части Волго-Ахтубинской поймы. Для этого территория исследования была разбита регулярной сеткой с размером ячейки 100 на 100 метров. Для каждой ячейки в случае попадания в границы гарей какого-либо метода в атрибутах ставилась отметка. В результате получено распределение общей выгоревшей площади за 2001-2019 гг. по информационным продуктам и методам дешифрирования (рис. 7). Далее на основе кросс-табуляции была оценена точность каждого продукта, а также общая площадь идентификации гарей.

Общая точность выделения гарей составила 92%. При этом точность данных FireCCI составляет 77%, а MCD64A1 – 49%. Наименьшие выгорев-

шие площади показывает продукт MCD64A1, это вызвано самым низким разрешением среди всех продуктов. Корреляционный анализ показал заметную связь между визуальным дешифрированием и данными MCD64A1 и высокую с данными FireCCI. Таким образом для данной территории визуальное дешифрирование остается наиболее точным способом определения гарей, но использование данных продуктов MCD64A1 и FireCCI для дополнительной верификации при визуальном дешифрировании позволит избежать пропусков и повысить точность.

Выводы. В 2006 году было зафиксировано больше всего выгоревших площадей (порядка 17 % всей территории). При визуальном сравнении трех использованных технологий (FireCCI51 и MCD64A1) с сервисом ВЕГА ИКИ РАН отмечено, что все продукты выделяют отдельные выгорев-

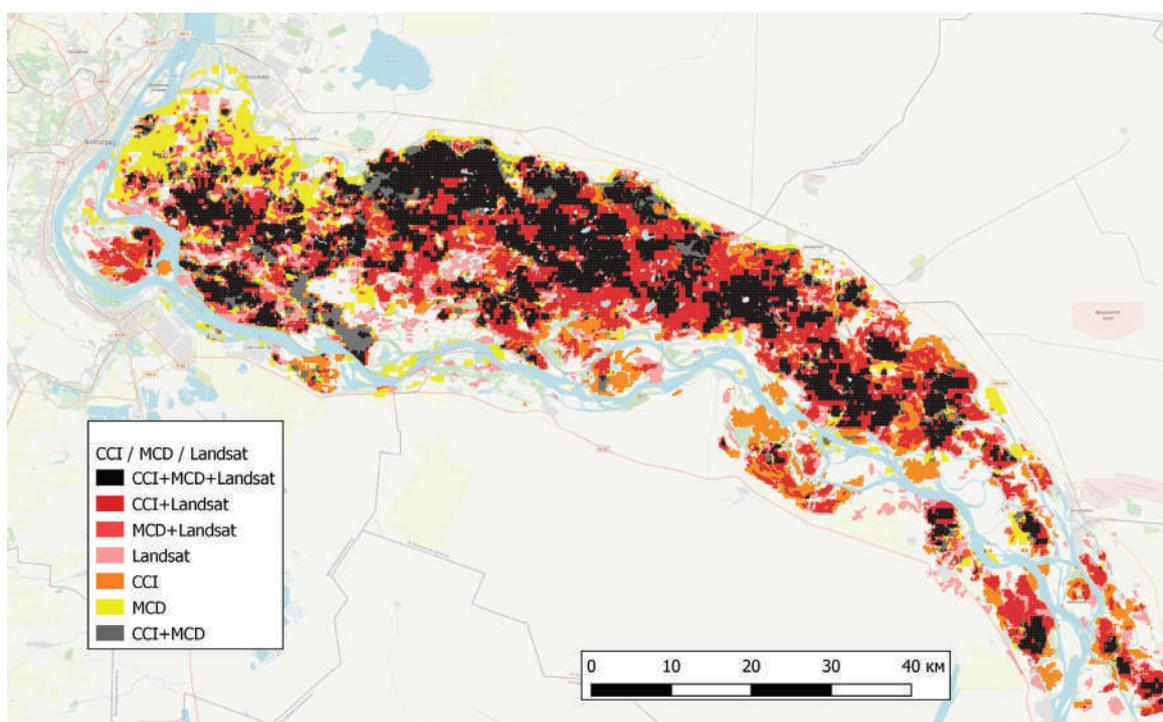


Рисунок 7 – Выгоревшие площади в Волго-Ахтубинской пойме по данным информационных продуктов MCD64A1, FireCCI51 и визуальному дешифрированию спутниковых изображений Landsat

шие площади, которые не зафиксированы ни одним другим информационным продуктом. На это может влиять целый ряд причин. Во-первых, пожары случаются регулярно весной, и в это время плотная облачность, из-за этого затруднено визуальное дешифрирование по спутниковым изображениям высокого пространственного разрешения с относительно низким временным разрешением. Кроме того, весной после периода наибольшей пожарной опасности наступает половодье, и гари просто заливает водой. Это делает невозможной идентификацию ни одним из способов.

Результатом исследования является обзор дешифровочных признаков. Изучены основные способы идентификации пожаров и гарей. Для экспресс-оценки можно использовать автоматизированные методы. Если важны точные границы и достоверность, то необходимо использовать экспертные методы с верификацией по информационным продуктам. Перечисленные сервисы могут использоваться в ландшафтно-экологических исследованиях для анализа пирогенного воздействия на компоненты ландшафтов регионов, а также для планирования и оптимизации противопожарных мероприятий. Также архив данных о пожарах используется не только для анализа, но и для прогнозирования развития пожаров и оценки пожарной опасности, что позволяет своевременно предпринимать превентивные меры противопожарной профилактики и сокращения ущерба.

Литература:

1. Архипкин О.П., Спивак Л.Ф., Сагатдинова Г.Н. Пятилетний опыт оперативного космического мониторинга пожаров в Казахстане // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2007.

– Т.1. – №4. – С. 103-110.

2. Барталев С.А., Егоров В.А., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Стыценко Ф.В., Флитман Е.В. Оценка площади пожаров на основе комплексирования спутниковых данных различного пространственного разрешения MODIS и Landsat-TM/ETM+ // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2012. – Т.9. – №2. – С. 9-26.

3. Павлейчик В.М. Условия распространения и периодичность возникновения травяных пожаров в Заволжско-Уральском регионе // География и природные ресурсы. – 2017. – № 2. – С. 56-65.

4. Павлейчик В.М. Широотно-зональная неоднородность развития травяных пожаров в Заволжско-Уральском регионе // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. – 2019. – № 2. – С. 3.

5. Шинкаренко С.С. Пожарный режим ландшафтов Северного Прикаспия по данным очагов активного горения // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2019. – Т.16. – № 1. – С. 121-133.

6. Шинкаренко С.С., Берденгалиева А.Н. Анализ многолетней динамики степных пожаров в Волгоградской области // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2019. – Т. 16. – № 2. – С. 98-110.

7. Abushenko N.A., Bartalev S.A., Belyaev A.I., Ershov D.V., Zakharov M.Y., Loupian E.A., Korovin G.N., Koshelev V.V., Krashenninnikova Yu. S., Mazurov A.A., Min'ko N.P., Nazipov R.R., Semenov S.M., Tashchilin S.A., Flitman E.V., Shchetinsky V.Y. Near Real-time Satellite Monitoring of Russia for Forest Fire Protection // Mapping Science and Remote Sensing. – 1999. – Vol. 36. – № 1. – P.54-61.

8. Arkhipkin O.P., Spivak L.F., Sagatdinova G.N. Development of Flood Space Monitoring in Kazakhstan // Geoscience and Remote Sensing New Achievements. Edited by Pasquale Imperatore & Daniele Riccio. ISBN 978-953-7619-97-8. Vukovar, Croatia: In Teach. – 2010. – P. 419-436.

9. Giglio L., Schroeder, W., Justice, C.O. The collection 6 MODIS active fire detection algorithm and fire products // Remote Sensing of Environment. 2016. – Vol. 178. – P. 31-41.

10. Loupian E.A., Mazurov A.A., Flitman E.V., Ershov D.V., Korovin G.N., Novik V.P., Abushenko N.A., Altyntsev D.A., Koshelev V.V., Tashchilin S.A., Tatarnikov A.V., Csiszar I., Sukhinin A.I., Ponomarev E.I., Afonin S.V., Belov V.V., Matvienko G.G., Loboda T.V. Satellite Monitoring of Forest Fires in Russia at Federal and Regional Levels // Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. – 2006. – №11. – P.113–145.

11. Shinkarenko S.S., Doroshenko V.V., Berdengalieva A.N.

Fire regime of landscapes in the Volgograd region according to remote sensing data // Advances in Engineering Research. Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference 'Anthropogenic Transformation of Geospace: Nature, Economy, Society' (ATG 2019). – 2020. – Vol. 191. – P. 269-273.

12. Spivak L., Arkhipkin O., Sagatdinova G. Development and prospects of the fire space monitoring system in Kazakhstan // Frontiers of Earth Science. – 2012. – 6 (3). – P. 276–282.

Non-Forest Fires in River Floodplains Identification

S.S. Shinkarenko^{1,2}, researcher, K.S-Kh.N.,

A.N. Berdengalieva^{1,2}, research laboratory assistant –

¹Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS), Volgograd, Russia;

²Volgograd State University, Volgograd, Russia

The paper presents a method of burned-out areas of non-forest landscapes visual expert de-encryption based on satellite observation data in the river floodplains conditions. The authors carried out a comparative analysis for monitoring the landscapes fire regime methods using the example of the Volga-Akhtuba floodplain. In the work, information products FIRMS for detecting active combustion and MCD64A1 and FireCCI51 for burnt areas have been used. The automated algorithms accuracy assessed based on the burned-out areas identified by high-resolution satellite images from Landsat and Sentinel 2. The analysis revealed that services that have global coverage lose the burned-out areas boundaries accuracy for some types of landscapes at the regional level. Due to the floodplain landscapes geomorphological features, fires here are small in size, elongated, and short in duration. Due to this, visual methods turn out to be more reliable in identifying burned-out areas than automated ones, which can be used for additional verification during expert de-encryption. The paper gives recommendations for the visual interpretation of burnt-out areas in the river floodplains conditions.

Keywords: landscape fires, monitoring, floodplain, geoinformation technologies, remote sensing

The work was carried out within the President of the Russian Federation grant framework for the of young scientists support – candidates of Sciences MK-321.2019.5

Translation of Russian References:

1. Arkhipkin O.P., Spivak L.F., Sagatdinova G.N. Pyatiletniy opyt operativnogo kosmicheskogo monitoringa pozharov v Kazakhstane [Five-year experience of fires operational

space monitoring in Kazakhstan] // Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa [Contemporary problems of remote sensing of the Earth from space]. – 2007. – Vol.1. – #4. – P. 103-110.

2. Bartalev S.A., Yegorov V.A., Yefremov V.YU., Lupyan Ye.A., Stytsenko F.V., Flitman Ye.V. Otsenka ploshchadi pozharov na osnove kompleksirovaniya sputnikovyykh dannykh razlichnogo prostranstvennogo razresheniya MODIS i Landsat-TM/ETM+[The fire area assessment on the integration of satellite data of different spatial resolution MODIS and Landsat-TM / ETM+ basis]// Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. [Contemporary problems of remote sensing of the Earth from space]. – 2012. – Vol. 9. – # 2. – P. 9-26.

3. Pavleychik V.M. Usloviya rasprostraneniya i periodichnost' vozniknoveniya travyanykh pozharov v Povolzhsko-Ural'skom regione [Distribution conditions and occurrence frequency of grass fires in the Volga-Ural region]// Geography and natural resources. – 2017. – # 2. – P. 56-65.

4. Pavleychik V.M. Shirotno-zonal'naya neodnorodnost' razvitiya travyanykh pozharov v Povolzhsko-Ural'skom regione [Latitudinal-zonal heterogeneity of grass fires development in the Trans-Volga-Ural region] // Bulletin of the Orenburg Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. – 2019. – # 2. – P. 3.

5. Shinkarenko S.S. Pozharnyy rezhim landshaftov Severnogo Prikaspiya po dannym ochagov aktivnogo goreniya [The fire regime of Northern Caspian region landscapes according to the active burning centers data] // Contemporary problems of remote sensing of the Earth from space. – 2019. – Vol. 16. – # 1. – P. 121-133.

6. Shinkarenko S.S., Berdengaliyeva A.N. Analiz mnogoletney dinamiki stepnykh pozharov v Volgogradskoy oblasti [Steppe fires long-term dynamics analysis in the Volgograd region] // Contemporary problems of remote sensing of the Earth from space. – 2019. – Vol. 16. – # 2. – P. 98-110.



Полиморфизм белков семян зерновых культур, выращенных в условиях засушливых территорий

Д.А. Агапова, м.н.с., kurkina-d@vfanc.ru, Р.Ю. Иващенко, м.н.с., И.В. Юнакова, м.н.с., А.А. Желтова, к.м.н., в.н.с., В.Г. Зайцев, к.б.н., в.н.с. – лаборатория молекулярной селекции – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), г. Волгоград, Россия

Качественный и количественный состав белков зерна злаков определяет качество и питательную ценность зерна, а также получаемой из него муки для человека. Способ выделения белковых профилей должен быть точным и одновременно максимально доступным и быстрым, для этого широко используются построены электрофоретических профилей. С другой стороны, различия в белковых профилях могут использоваться для идентификации сортов и поиска ассоциаций с селекционно-важными фенотипическими признаками. Первым этапом поиска белков-кандидатов для использования в качестве белковых маркеров является выявление полиморфных белков с высокой степенью вариабельности между сортами. Целью данной работы был анализ различий белковых профилей различных сортов твердой пшеницы и полбы-двузернянки методом электрофореза, выращенных в условиях

весенней засухи. У 7 сортов твердой пшеницы было выявлено 17 белков, содержание которых наиболее сильно отличалось между сортами. Белковое профилирование с помощью двух проламинов с молекулярной массой 100 и 60 кДа позволило разделить 7 изученных сортов на 4 группы. У полбы-двузернянки выявлено 8 белков, содержание которых сильно отличается между сортами. Кроме того, во фракции глобулинов выявлено два полипептида, присутствующие у всех изученных сортов полбы и отсутствующие у всех сортов твердой пшеницы. Таким образом, полученные результаты могут быть использованы при дальнейшем поиске белковых маркеров хозяйственно-ценных свойств и идентичности сортов твердой пшеницы и полбы-двузернянки.

Ключевые слова: зерновые культуры, твердая пшеница, полба, полиморфизм белков, SDS-PAGE, запасные белки.

Пшеница является одной из самых распространенных зерновых культур в мире благодаря содержанию важнейших источников питательных веществ для поддержания энергии в организме человека и животных. Злаки содержат макро-нутриенты, белки, жиры, углеводы и многие необходимые питательные вещества, такие как аминокислоты, витамины и жирные кислоты, которые очень важны для здоровья человека. В частности, пшеница и изготавливаемые из нее продукты питания являются одними из наиболее распространенных компонентов диеты во многих странах [3, 17].

Тетраплоидные пшеницы (*Triticum durum*, *triticum dicoscon*, *triticum dococoides*) занимают относительно небольшую часть посева среди всех пшениц (5%), однако обладают гораздо более высоким качеством зерна по сравнению с преимущественно выращиваемым гексаплоидной мягкой пшеницей (*Triticum aestivum*) [12]. В частности тетраплоидные пшеницы имеют более высокое содержание белка, чем мягкая пшеница, а также более ценный состав белков с лучшей пищевой ценностью. Особенно это относится к полбе двузернянка, которая имеет меньший дефицит незаменимых аминокислот, чем мягкая или твердая пшеница [12]. Как правило, пшеничная мука содержит от 8 до 11% белков. Ядро пшеницы составляют 13-17% отруби, 2-3% гермоплазма и 81-84% эндосперма. Основные компоненты эндосперма – это крахмал (60-75%), белки (6-20%), влага (~

10%) и липиды (1,5-2%). По своим функциональным свойствам белки пшеницы можно разделить на две различные группы: неглютеновые (метаболические) белки (альбумины и глобулины) и глютеносодержащие (запасные) белки (глиадины, глютеины). Качество получаемой муки определяется особенностями белкового состава зерна.

Реологические и функциональные свойства пшеничного глютена зависят от соотношения глиадинов к глютеинам [13, 6], молекулярных размеров, структуры полипептидов глютеина, отношения полипептидов с высоким/низким содержанием глютеина, прочности связи между глиадинами и глютеинами, а также восстановительной или окислительной активности глютеинов. Кожевность и растяжимость теста зависят от мономерных глиадинов, в то время как глютеины способствуют эластичности и прочности клейковины [14]. Таким образом, соотношение глютеина и глиадина контролирует прочность и растяжимость теста [18, 7]. Клейковина позволяет удерживать пузырьки газа во время выпечки теста, благодаря этому получается поднявшееся тесто, приятное для употребления в пищу [11]. Количество влажной клейковины коррелирует с содержанием белков в зерне. Одна из основных групп белков, обеспечивающий клейковинные свойства муки, – глиадины, они составляют 40-50% от общего количества белка [1]. Таким образом, очевидно, что качественный и количественный состав определенных групп белков может в существенной

мере определять свойства зерна различных сортов пшеницы, связанные с питательными качествами продуктов питания. Следовательно, оценка полиморфизма белков может быть возможна для отбора лучших сортов, а также при выведении новых сортов с более высокой питательной ценностью.

Основное значение для оценки качества зерна и муки придается качественному и количественному составу запасующих белков: глиадины (проламины) и глютелины (глютелины). Глиадины – это мономерные, растворимые в спирте белки, молекулярная масса которых колеблется от 30 до 60 килодальтон (кДа). Они весьма разнообразны и подразделяются на 4 категории (α -, β -, γ - и ω -глиадины). Гены, кодирующие основную часть γ - и ω -глиадинов, сосредоточены всего в трех гомологичных локусах Gli-A1, Gli-B1 и Gli-D1 на дистальном конце хромосом 1AS, 1BS и 1DS. С точки зрения качества муки и выпекаемого из него хлеба важное значение имеет, что глиадины (за исключением ω) содержат внутримолекулярные дисульфидные связи [5; 15]. Глютелины представляют собой олигомерные белки из двух типов субъединиц, молекулярная масса этих белков в нативной конформации может варьировать в очень широких пределах: от ~300 кДа до более 1 миллиона кДа состоят из двух групп субъединиц. Низкомолекулярные субъединицы глютелина имеют молекулярную массу от 30 до 40 кДа и структурно сходны с γ -глиадинами [18].

Многообразие белков разных фракций пшеницы является основой для оценки их полиморфизма (белкового профилирования или фингерпринтинга) у зерновых. Белковое профилирование может быть использовано как для идентификации отдельных видов и сортов зерновых культур, так и для выявления белковых маркеров, ассоциированных со степенью выраженности селекционно-значимых признаков. Во втором случае наибольший интерес представляют высоко полиморфные белки, проявляющие наибольшие различия в содержании у различных сортов изучаемой зерновой культуры.

Анализ белкового полиморфизма чаще всего оценивается с помощью различных вариантов электрофореза [4]. Одним из достоинств электрофоретического белкового профилирования является возможность визуального сравнения белковых профилей (фингерпринтов) различных сортов и организмов между собой. Одним из наиболее распространенных методов является электрофорез в полиакриламидном геле в присутствии додецилсульфата натрия (SDS-PAGE), который позволяет разделять индивидуальные полипептиды по величине их молекулярной массы. Этот метод широко используется для быстрого и масштабного скрининга генотипов пшеницы по белковым маркерам в селекции [2; 10].

Материалы и методы. Растительный материал. В исследовании были использованы образцы 7 сортов (Аннушка, Саратовская золотистая, Краснокутка 13, Краснокутка 14, Донская элегия, Мелодия Дона, Харьковская 46) твердой пшеницы

(*Triticum durum*) и 4 сортов (ВИР К-7494 *serbicum*, ВИР К-13011, ВИР К-21584, Руно) полбы-двузернянки (*Triticum dicossum*) урожая 2019 года, полученные из лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства ФНЦ Агроэкологии РАН (Камышинский район Волгоградской области, поселок Госселекстанция).

Экстракция белков. Измельчение зерна проводили с использованием лабораторной технологической мельницы циклонного типа ЛМТ-1 (Россия), мельница оснащена ситом-решеткой с диаметром отверстий 0,8 мм. Далее из навески 187,5 мг муки проводили последовательное для каждого из 7 образцов (сортов) выделение белков 4 различных фракций. Белки фракции № 1 (альбумины) были экстрагированы в 0,9 мл дистиллированной воды в течение 30 минут при температуре 30°C. После инкубации суспензию центрифугировали при 3000 g в течение 5 минут. Надосадочная жидкость содержала альбумины, а осадок использовался для экстракции других фракций. Белки фракции №2 (глобулины) были экстрагированы в 0,9 мл раствора 0,5 M NaCl, при температуре 4°C в течение 30 минут и центрифугировали при 12300 g 10 минут. Надосадочная жидкость содержала глобулины, а осадок использовался для экстракции других фракций. Белки фракции №3 (глиадины) экстрагировали 0,9 мл 60% раствора изопропилового спирта и 1% DTT, при температуре 60°C в течение 30 минут и центрифугировали при 12300 g 10 минут. Надосадочная жидкость содержала глиадины. Белки фракции № 4 (глютелины) экстрагировали 0,9 мл раствора 0,05 M NaOH, инкубировали при температуре 60°C в течение 20 минут и центрифугировали при 12300 g в течение 10 минут. Надосадочная жидкость содержала глютелины, а осадок выбрасывался. После выделения фракций № 2 и 3 полученный осадок промывался 1 мл дистиллированной воды.

Электрофоретическое разделение белков. SDS-PAGE белковых фракций проводился по Laemmli [8] в пластинках размером 13.3 × 8.7 см в 5% концентрирующем геле (напряжение 90 В, 15 минут) и 15% разделяющем геле (180 В, 40 минут). Образец наносился в объеме 20 мкл в лунку в буфере следующего состава: дистиллированная вода 3,55 мл, 0,5 M Tris-HCl, pH = 6,8, 1,25 мл глицерин, 2,5 мл 10% SDS, 2,0 мл 0,5% бромфеноловый синий 0,2 мл, в соотношении 1 часть образца / 2 части буфера. Перед использованием добавлялся 50 мкл 1 mM дитиотреитола (DTT) из расчета 50 мкл на 950 мкл буфера для образцов [9].

После электрофореза окраска полиакриламидных гелей проводилась красителем Coomassie G-250 (60-80 мг СВВ G-250 в 1 литре дистиллированной воды с добавлением 35 мл HCl). После электрофореза полиакриламидные гели нагревали в 100 мл дистиллированной воды для фиксации белков в течение 30 секунд. После перемешивания в течение 3-5 минут дистиллированную воду сливали и добавляли окрашивающий раствор (60-80 мг СВВ G-250 в 1 литре дистиллированной воды

с добавлением 35 мл HCl) и нагревали в течение 10 секунд при средней мощности микроволновой печи в 600 Вт. Оставляли на 15-30 минут до появления стойкой краски с образующимся слегка синим фоном, который отмывали длительной промывкой окрашенного геля в дистиллированной воде [9].

Результаты и обсуждения. Предложенная нами модификация протокола последовательного выделения различных фракций из зерна злаков позволила получить образцы фракций альбуминов, глобулинов, глиадинов и глютеинов из зерен твердой пшеницы и полбы-двузернянки, подходящие для последующего анализа методом одномерного электрофореза.

При описанном способе экстракции отдельных белковых фракций после электрофореза сортов твердой пшеницы удается получить не менее 14 четко отделяющихся друг от друга белковых полос во фракции альбуминов, 12 полос глобулинов, 15 белковых полос проламинов (глиадинов) и 13 белковых полос во фракции глютеинов. Анализ фракции альбуминов (рисунок 1) позволил выделить три белковых полосы, интенсивность которых в наибольшей степени отличалась между проанализированными сортами твердой пшеницы. Это белки с примерной молекулярной массой 75, 25 и 20 (кДа). Они встречались в зернах всех сортов, но в разных количествах.

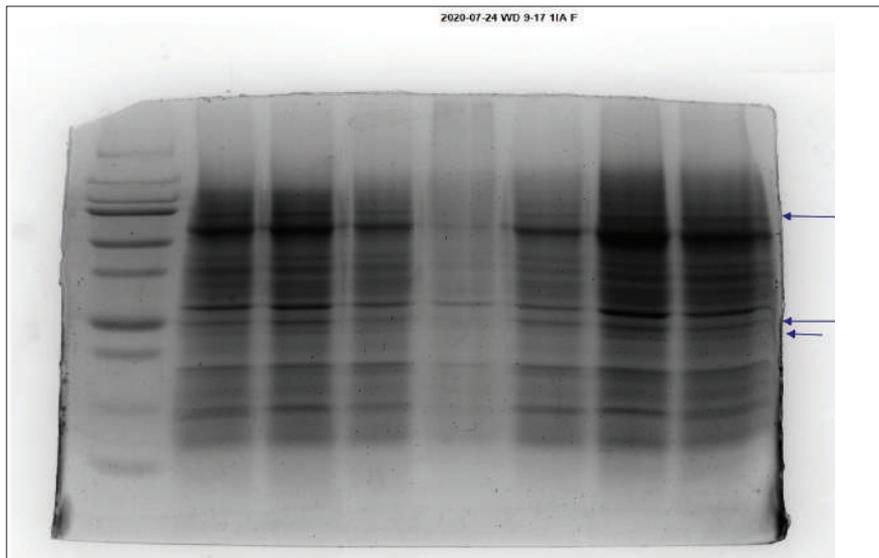


Рисунок 1 – Электрофореграмма белков фракций альбуминов сортов твердой пшеницы. Расположение образцов (слева направо): 1. Белковые маркеры молекулярной массы 10, 15, 20, 25, 37, 50, 75, 100, 150 и 250 kD; 2. Аннушка; 3. Саратовская золотистая; 4. Краснокутка 13; 5. Краснокутка 14; 6. Донская элегия; 7. Мелодия Дона; 8. Харьковская 46; Окрашивание Coomassie G-250

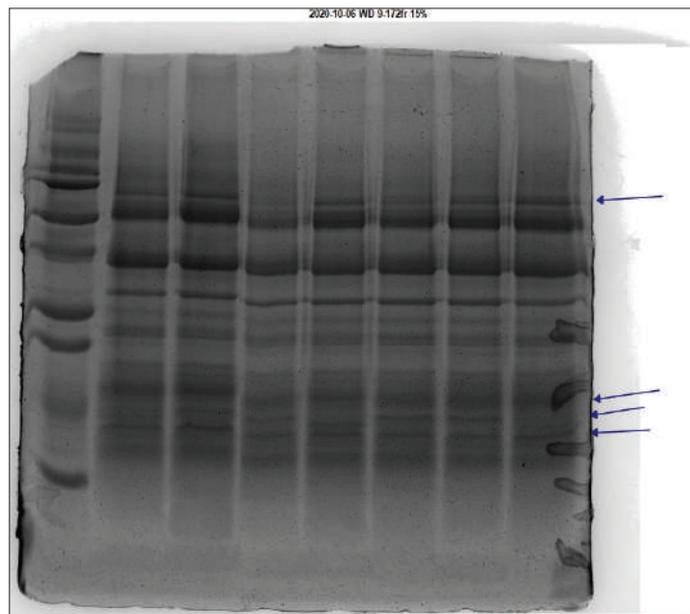


Рисунок 2 – Электрофореграмма белков фракций глобулинов сортов твердой пшеницы. Расположение образцов (слева направо): 1. Белковые маркеры молекулярной массы 10, 15, 20, 25, 37, 50, 75, 100, 150 и 250 kD; 2. Аннушка; 3. Саратовская золотистая; 4. Краснокутка 13; 5. Краснокутка 14; 6. Донская элегия; 7. Мелодия Дона; 8. Харьковская 46; Окрашивание Coomassie G-250

В белковой фракции глобулинов (рисунок 2) мы выделили полосу полиморфного белка с примерной молекулярной массой 75 кДа и 3 полиморфных белковых полосы в диапазоне от 20 до 15 кДа, содержание которых отличается у разных сортов твердой пшеницы. Таким образом, одномерный электрофорез позволяет идентифицировать по меньшей мере 7 различных метаболических белков в качестве вероятных полиморфных маркеров, содержание которых существенно отличается между сортами.

По белковой фракции запасующих белков проламинов (глиадинов) (рисунок 3) твердой пшеницы можно выделить 5 полос полиморфных белков с примерной молекулярной массой 100, 75, 60, 15 и 10 кДа соответственно. Наибольшая вариабельность в абсолютном содержании в зернах различных сортов обнаружена у белков с примерной молекулярной массой 100 и 60 кДа. По содержанию этих 2 вариабельных белков оказалось возможным распределить изученные сорта твердой пшеницы на 4 кластера. Сорта Мелодия дона и Донская элегия можно отнести к группе сортов с высоким содержанием обоих гипервариабельных белков.

Ко второй группе – с низким содержанием обоих белков – можно отнести сорта Харьковская 46 и Краснокутка 13. К третьей группе – с высоким содержанием белка 60 кДа и низким содержанием белка 100 кДа – можно отнести сорта Аннушка и Саратовская золотистая. И наконец, сорт Краснокутка 14 имеет зерна с высоким содержанием белка 100 кДа и низким содержанием белка 60 кДа. Таким образом, использование всего двух гипервариабельных полиморфных белков позволило классифицировать сорта твердой пшеницы в различные категории. Дальнейшие исследования могут помочь установить, имеет ли вариабельность двух указанных белков какую-либо взаимосвязь с различиями в хозяйственно-ценных признаках между исследуемыми сортами. Тем не менее необходимо отметить, что проанализированные зерна сорта Краснокутка 13 имеют гораздо более низкое общее содержание белка по сравнению со всеми остальными сортами. Это может приводить к слабому окрашиванию минорных белковых полос и делает результаты профилирования этого сорта гораздо менее надежными.

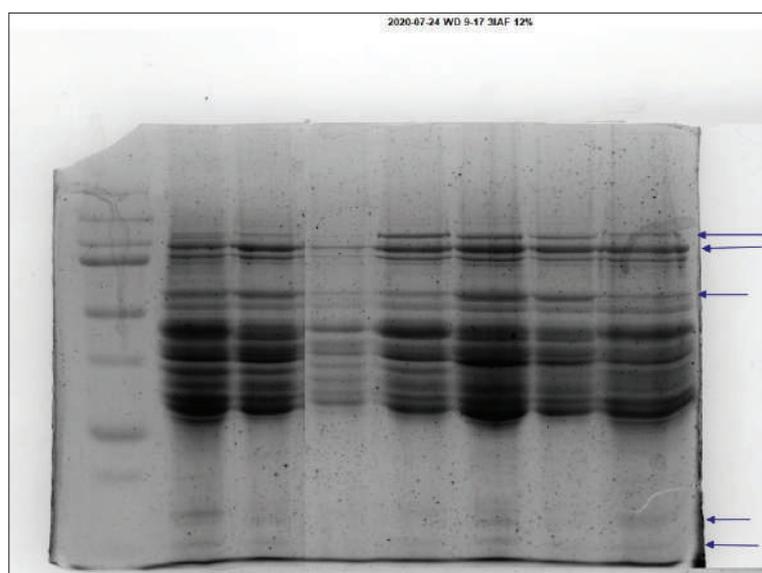


Рисунок 3 – Электрофореграмма белков фракций глиадинов сортов твердой пшеницы.

Расположение образцов (слева направо):

1. Белковые маркеры молекулярной массы 10, 15, 20, 25, 37, 50, 75, 100, 150 и 250 kD;
2. Аннушка; 3. Саратовская золотистая; 4. Краснокутка 13; 5. Краснокутка 14; 6. Донская элегия; 7. Мелодия Дона;
8. Харьковская 46; Окрашивание Coomassie G-250

Среди глютелинов (рисунок 4) зерен твердой пшеницы можно выделить 5 полиморфных белковых полос с примерной молекулярной массой 100, 25, 20, 15 и 10 кДа. Можно отметить, что наибольшая вариабельность в содержании индивидуальных глютелинов во всех сортах твердой пшеницы была выявлена у низкомолекулярных белков.

Таким образом, среди запасующих белков (глиадины и глютелины) твердой пшеницы можно выделить 10 вариабельных белковых полос. Обнаруженные различия в белковых профилях могут быть связаны с показателями качества зерна и получаемой из нее муки. Мы предполагаем, что

обнаруженные полиморфные белки могут быть в дальнейшем использованы как маркеры в селекционном процессе.

Полба-двузернянка, как и твердая пшеница, происходят от одних и тех же общих предков (*Triticum urartu* и *Triticum speltoides*) и являются тетраплоидными представителями рода *Triticum*.

При описанном способе экстракции отдельных фракций после электрофореза удастся получить у сортов полбы не менее 15 белковых полос фракций альбуминов, 13 полос фракции глобулинов, 15 полос фракции глиадинов и 14 полос фракции глютелинов, четко отделяющихся друг от друга. Также вы-

деляем 8 белков с вариабельностью между сортами полбы: 1 вариабельный белок во фракции альбуминов, 2 – во фракции глобулинов, 3 – во фракции глиадинов, 2 – во фракции глютеинов. Во фракциях

глиадинов и глютеинов изученных сортов полбы белка значительно больше, чем в твердой пшенице, при этом прослеживается существенно большее содержание низкомолекулярных белков.

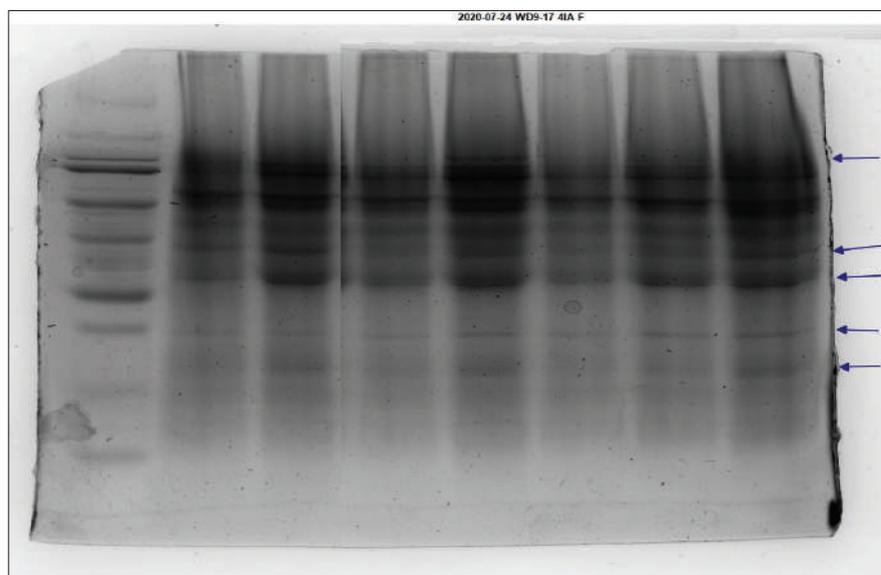


Рисунок 4 – Электрофореграмма белков фракций глютеины сортов твердой пшеницы. Расположение образцов (слева направо): 1. Белковые маркеры молекулярной массы 10, 15, 20, 25, 37, 50, 75, 100, 150 и 250 kd; 2. Аннушка; 3. Саратовская золотистая; 4. Краснокутка 13; 5. Краснокутка 14; 6. Донская элегия; 7. Мелодия Дона; 8. Харьковская 46; Окрашивание Coomassie G-250

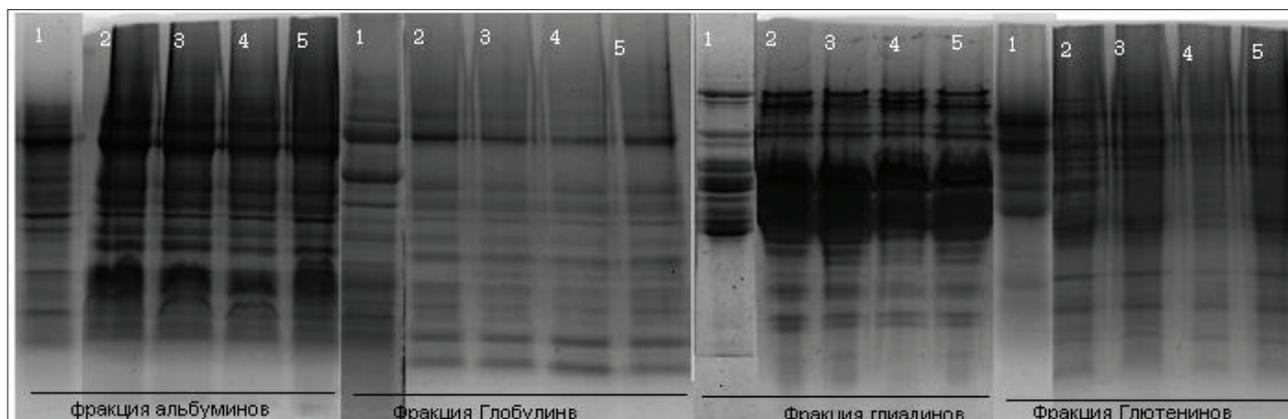


Рисунок 5 – Электрофореграмма сравнения белковых фракций альбуминов, глобулинов, глиадинов и глютеинов твердой пшеницы сорта Саратовская золотистая и сортов полбы:

1. Саратовская золотистая; 2. К-7494 serbicum (Башкирия); 3. Полба №9 К 13011 (Чувашия); 4. Полба №32 к-21584 Франция; 5. №36 полба Руно (красный колос)

Как и ожидалось, фракции глиадинов и глютеинов изученных сортов полбы содержат суммарного белка значительно больше, чем твердая пшеница, при этом повышенное содержание наблюдается преимущественно среди низкомолекулярных белков. В сравнении между сортами твердой пшеницы и полбы удалось идентифицировать 2 белка, присутствующих только у полбы, и отсутствующих у твердой пшеницы. Оба эти белка оказались глобулинами, т.е. важные различия в белковых профилях связаны с белками, участвующими в обмене веществ.

Заключение. При анализе твердой пшеницы были обнаружены 17 полиморфных белков с вы-

сокой степенью вариабельности между сортами. Полиморфизм этих белков может послужить в будущем основой для поиска среди них белковых маркеров, связанных с хозяйственно-ценными признаками тех или иных сортов. У полбы удалось выявить 8 белков с существенной вариабельностью в содержании между сортами. Дополнительно были идентифицированы 2 белка зерен полбы во фракции глобулинов, которые присутствовали только у полбы и отсутствовали у всех изученных нами сортов твердой пшеницы. Таким образом, предложенный подход с дифференцированной последовательной экстракцией различных белковых фракций зерна и последующим одномерным элек-

трофорезом может быть использован для поиска полиморфных белков в качестве кандидатов в белковые маркеры для селекции.

Литература/References:

1. Anderson O.D., Litts J.C., Greene F.C. The α -gliadin gene family: 1. Characterization of ten new wheat α -gliadin genomic clones, evidence for limited sequence conservation of flanking DNA, and southern analysis of the gene family // *Theor. Appl. Genet.* – 1997. – # 95. – P. 50-58.
2. Chňapek M., Peroutkova R., Vivodík M., Galova Z. Identification of Technologically Important Genes and their Products in the Collection of Bread Wheat Genotypes // *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences.* – 2015. – # 2. – P. 26-29.
3. Chňapek M., Palenčáková E., Galova Z., Balažova Ž., Tomka M. Proteomics analysis of wheat and barley grain // *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences.* – 2012. – # 1. – P. 622-631.
4. Mihalikova D., Galova Z., Petrovicova L., Chnapek M. Polymorphism of proteins in selected slovak winter wheat genotypes using SDS-PAGE // *Journal of Central European Agriculture.* – 2016. – V.17. – 4. – P. 970-985.
5. Katyal M., Viridi A.S., Kaur A. Diversity in quality traits amongst Indian wheat varieties I: Flour and protein characteristics // *Food Chemistry.* – 2016. – # 194. – P. 337-344.
6. Khatkar B.S., Bell A.E., Schofield J.D. The dynamic rheological properties of gluteins and gluten subfractions from wheats of good and poor bread-making quality // *J Cereal Sci.* – 1995. – # 22. – P. 29-44.
7. Khatkar B.S., Fido R.J., Tatham A.S., Schofield J.D. (2002). Functional properties of wheat gliadins: Effects on dynamic rheological properties of wheat gluten // *J. Cereal Sci.* – 2002. – # 35. – P. 307-313.
8. Laemmli U.K. Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage T4 // *Nature.* – 1970. – # 227. – P. 680-685.
9. Lawrence A.M., Besir H.U. Staining of proteins in gels with Coomassie G-250 without organic solvent and acetic acid // *J Vis Exp.* – 2009. – # 30. – e1350.
8. Liu L., Wang A., Appels R., Ma J. A MALDI-TOF based analysis of high molecular weight glutenin subunits for wheat breeding // *Journal of Cereal Science.* – 2009. – V.50. – 2. – P. 295-301.
10. Manley D., Pareyt B., Delcour J.A. Wheat flour and vital wheat gluten as biscuit ingredients // *Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies.* Oxford: Woodhead Publishing. – 2011. – P. 109-133.
11. Haas M., Schreiber M., Mascher M. Domestication and crop evolution of wheat and barley: Genes, genomics, and future directions // *JIPB. Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences.* – 2019. – V.61. – 3. – P. 204-225.
12. Pedersen L., Jorgensen J.R. Variation in rheological properties of gluten from three biscuit wheat cultivars in relation to nitrogen fertilization // *J. Cereal Sci.* – 2007. – #46. – P. 132-138.
13. Rodrigues M.F., Martins M.M., Costa M. B. Thermal properties of gluten proteins of two soft wheat varieties // *Food Chem.* – 2005. – # 93. – P. 459-465.
14. Barak S., Mudgil D., Khatkar B.S. Biochemical and Functional Properties of Wheat Gliadins: A Review // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* – 2015. – V.55. – 3. – P. 357-68.
15. Shewry P.R., Tatham A.S., Forde J., Kreis M., Mifflin B.J. (1986) The classification and nomenclature of wheat gluten proteins: A reassessment // *Journal of Cereal Science.* – 1986. – # 4. – P. 97-106.
16. Tsao R., Yu L.L., Shahidi F. Cereals and pulses – an overview // *Nutraceutical properties and health benefits.* Oxford: Wiley-Blackwell. – 2012. – P. 1-6.
18. Wrigley C., Bekes F., Bushuk W. Gliadin and glutenin: The unique balance of wheat quality // *AACC International.* MN. – 2006.
19. Wujun M.A., Zitong Y.U., Maoyun S., Yun Z., Shahidul I. Wheat gluten protein and its impacts on wheat processing quality // *Front. Agr. Sci. Eng.* – 2019. – V.6. – 3. – P. 279-287.

Seeds Proteins Polymorphism of Grain Crops Grown in Arid Areas

D.A. Agapova, junior researcher, e-mail: kurkina-d@vfanc.ru

R.Yu. Ivaschenko, junior researcher, **I.V. Yunakova**, junior researcher,

A.A. Zheltova, K.M.N., principal researcher; **V.G. Zaitsev**, K.B.N., principal researcher –
Molecular Breeding Laboratory –

Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences»
(FSC of Agroecology RAS), Volgograd, Russia

The cereals grain proteins qualitative and quantitative composition determines the quality and nutritional value of grain, as well as the flour obtained from it for humans. The protein profiles highlighting method should be accurate and at the same time as accessible and fast as possible, for this purpose, the construction of electrophoretic profiles is widely used. On the other hand, protein pattern differences could be used for variety identification and search for their associations with important for breeding phenotypic attributes. A first stage to search protein candidates for use as protein markers is polymorphic proteins detection, which have high variability value between varieties. The purpose of current work is protein patterns difference analysis of durum wheat and spelt varieties grown in the conditions of spring drought

by electrophoresis. In 7 varieties of durum wheat, 17 proteins were identified, the content of which differed most significantly between varieties. Protein profiling using two prolamins with molecular weights of 100 and 60 kD allowed us to divide 7 studied varieties into 4 groups. 8 proteins were identified in spelt, the content of which differs greatly between varieties. Moreover, two polypeptides were found in the globulin fraction, which are present in all studied spelt varieties and absent in all durum wheat varieties. Therefore, the obtained results can be used in the further protein markers search of economically valuable properties and durum wheat and spelt varieties identity.

Keywords: cereals, durum wheat, spelt, protein polymorphism, SDS-PAGE, reserve proteins

Влияние способа укоренения черенков на приживаемость клоновых подвоев

Е.Н. Киктева, н.с., **О.А. Никольская**, с.н.с, lelka-nikolskaya@mail.ru, **А.В. Солонкин**, д.с.х.н. –
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»
(ФНЦ агроэкологии РАН), г. Волгоград, Россия

Создание садов интенсивного типа тесно связано с использованием клоновых подвоев, способствующих ускоренному плодоношению, повышению урожайности за счет более плотной схемы посадки, а также удобству ухода за насаждениями. Использование клоновых подвоев для получения высококачественного посадочного материала для закладки интенсивных садов является приоритетным направлением садоводства. В связи с этим выявление способа ускоренного размножения клоновых подвоев методом черенкования остается одной из основных задач современного питомниководства. В статье представлены данные сравнительного изучения приживаемости черенков клоновых подвоев косточковых культур за 2018-2019 гг. в зависимости от способа укоренения,

а также приживаемость укоренившихся подвоев после пересадки в первое поле питомника. По результатам опыта, полученным в ходе исследований, установлено, что укореняемость при использовании туманообразующей установки выше, чем укоренение одревесневшими черенками, но при этом способ укоренения одревесневшими черенками более простой, удобный и дешевый. По данным, полученным после высадки подвоев в первое поле питомника, было выявлено, что растения, укорененные одревесневшими черенками, лучше приживались и развивались, чем растения, укорененные зелеными черенками.

Ключевые слова: клоновые подвои, укоренение, туманообразующая установка, зеленые черенки, одревесневшие черенки.

Развитие интенсивного садоводства подразумевает наличие большого количества высококачественного посадочного материала, что является важнейшим составляющим элементом современных технологий [1]. При выборе посадочного материала для закладки садовых насаждений интенсивного типа предпочтение отдается саженцам, выращенным на клоновых подвоях [3]. Деревья на таких подвоях раньше вступают в плодоношение, за счет плотной схемы посадки дают более высокие урожаи и более качественные плоды, чем сорта, привитые на семенных подвоях [5].

Для уплотненной схемы посадки требуется большое количество саженцев на клоновых подвоях, поэтому быстрое размножение подвоев имеет особое значение [8]. При размножении подвоев необходимо учитывать различные факторы, такие как: способность конкретного подвоя к укоренению, наличие качественных маточных насаждений, технология подготовки черенков, их хранение, укоренение с учетом режимов орошения, содержания почвы в питомнике размножения, питания растений и борьба с болезнями и вредителями, а также в дальнейшем правильное хранение полученных подвоев [6,9]. Разные способы размножения клоновых подвоев имеют свои специфические особенности. К примеру, для размножения отводками необходимы большие маточные участки, для укоренения зелеными черенками – туманообразующая установка. Наиболее простой и доступный способ размножения, позволяющий получить большое количество подвоев – размножение одревесневшими и полуодревесневшими черенками [2]. Вместе с тем в силу специфических почвенно-климатических

условий зоны светло-каштановых почв Волгоградской области (высокие летние температуры, низкая влажность воздуха, бедные почвы) необходимо адаптировать технологию размножения клоновых подвоев одревесневшими черенками. Поэтому данная работа является актуальной.

Целью исследования являлось изучение различных способов размножения перспективных подвоев плодовых косточковых культур для выделения наиболее эффективного из них, с высоким процентом выхода укоренившихся растений.

Материалы и методы. Исследования проводились в лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства ФНЦ агроэкологии РАН в 2018-2019 гг. Для изучения способа укоренения зелеными черенками была использована туманообразующая установка Волгоградского ботанического сада (по договоренности).

Объектами исследования являлись клоновые подвои плодовых косточковых культур: ВВА-1; Черный бархат; Трио; Зарево; БС-3; БС-1 (Бест); АЧТ; АТАП; Красный бордю; Колибри; ВСЛ-2.

Укоренение черенков осуществлялось двумя способами. Первый способ – укоренение зелеными черенками, в условиях искусственного тумана [7]. Черенки заготавливались во второй декаде июня, когда деревья находились в фазе активного роста. Черенки нарезались длиной 7-9 см с двумя или тремя междоузлиями. Для уменьшения площади испарения оставляли по паре листовых пластинок, остальные листья удаляли. Свежесрезанные черенки перед высадкой на несколько секунд окунались базальной частью в 0,1% спиртовой раствор гетероауксина и сразу высаживались вертикально в песчаный грунт,

в теплицу с туманообразующей установкой.

Орошение туманом осуществлялось первые две недели для образования зачаточных корней, после чего полив осуществляли обычным дождеванием. Укоренение происходило в течение месяца, после чего парники приоткрывали для адаптации растений. Выкопку укорененных растений производили осенью. В связи с тем, что растения, укорененные зелеными черенками, очень мелкие, для качественной прививки их приходится подрощивать еще в течение одного сезона.

Второй способ – укоренение однолетними одревесневшими черенками, срезанными в октябре с маточных растений [4]. Черенки нарезались по 20-22 см, затем связывались в пучки по 50 штук, нижняя часть выравнивалась и пучки устанавливались в емкости с раствором корневина (1грамм на 1 литр) и фундазола (1 грамм на 1 литр) на 16 часов. После этого обработанные черенки помещались в полиэтиленовые мешки, которые плотно завязывались и оставлялись в теплом помещении при температуре 18-22 °С на 10 дней для образования каллуса.

В дальнейшем после замачивания в растворе черенки высаживались в специально подготовленный череночник, который состоит из трех слоев: нижний слой – дренаж (мелкий щебень – 5 см), средний слой – почва (чернозем – 10 см) и верхний слой – песок (крупнозернистый речной – 20 см).

Черенки высаживались вертикально, оставляя над землей 1-2 см. После высадки черенков череночник проливали водой для более плотного прилегания их к почве. Затем череночник закрывали укрывным материалом (агроткань).

В весенне-летний период проводились уходные работы: прополка, полив, обработка от болезней и вредителей. Выкопка укорененных черенков проводилась в середине октября.

Результаты и обсуждение. Анализ двухлетнего изучения различных способов размножения клоновых подвоев методом черенкования и в разные сроки показал, что лучшие результаты по приживаемости черенков были получены при укоренении зелеными черенками в условиях туманообразующей установки (таблица 1).

Таблица 1 – Средний выход вегетативно размножаемых подвоев при укоренении зелеными черенками, ФНЦ агроэкологии РАН, 2018-2019 гг.

Подвой	Количество высаженных черенков, шт	Количество укоренившихся черенков, шт.	Процент укоренения, %
ВВА-1	50	20	40
Черный бархат	50	5	10
Трио	50	30	60
Зарево	50	1	2
БС-3	50	42	85
БС-1	50	30	60
АЧТ	50	18	37
Атап	50	11	23
Красный бордю	50	0	0
Колибри	50	21	42
ВСП-2	50	45	90
НСР ₀₅	-	0,1	0,20

В результате укоренения зелеными черенками наибольший выход укорененных черенков был получен у двух подвоев: ВСП-2 – 90% и БС-3 – 85%. Худшие результаты по укоренению, менее 30%, был отмечен у подвоев Черный бархат, Зарево, Атап, Красный бордю. Однако этот способ более затратный, требующий дополнительного оборудования в виде туманообразующей установки (что не всегда доступно), также дополнительного времени и средств, так как укорененные черенки необходимо доращивать до стандарта.

В результате укоренения одревесневшими черенками наибольший процент укорененных черенков отмечен у подвоев ВВА-1 – 64%, БС-3 – 51%, БС-1 – 73%, ВСП-2 – 76% (таблица 2).

Из полученных данных видно, что метод укоренения зелеными черенками дает больший процент выхода клоновых подвоев по сравнению с размножением одревесневшими. Также из данных,

приведенных в таблицах 1 и 2, видно, что у подвоя Красный бордю приживаемость практически нулевая в обоих вариантах. Однако несмотря на более низкий процент укоренения по сравнению с зеленым черенкованием мы считаем способ укоренения одревесневшими черенками более эффективным в связи с его простотой и доступностью.

В дальнейшем полученные укоренившиеся черенки пересаживались в питомник под окулировку (таблица 3).

Из наблюдений, полученных в питомнике, было видно, что подвои, укорененные одревесневшими черенками, лучше приживались в первом поле питомника и быстрее подходили для окулировки. Подвои, укореняемые зелеными черенками, приживались в первом поле питомника хуже и позже подходили к окулировке, из-за чего приходилось оставлять их еще на один сезон для доращивания.

Таблица 2 – Средний выход вегетативно размножаемых подвоев при укоренении одревесневшими черенками, ФНЦ агроэкологии РАН, 2018-2019 гг.

Подвой	Количество высаженных черенков, шт	Количество укоренившихся черенков, шт	Процент укоренения, %
ВВА-1	100	64	64
Черный бархат	100	8	8
Трио	100	2	2
Зарево	100	16	16
БС-3	100	51	51
БС-1	100	73	73
АЧТ	100	29	29
Атап	100	8	8
Красный бордю	100	1	1
Колибри	100	40	40
ВСЛ-2	100	76	76
НСР ₀₅	-	0,16	0,16

Таблица 3 – Приживаемость подвоев после пересадки

Подвой	Количество высаженных подвоев, шт.		Количество прижившихся подвоев, шт.				Процент подошедших к окулировке, %	
	Зеленые	Одревесневших	Зеленые		Одревесневших		Зеленые	Одревесневших
			шт	%	шт	%		
ВВА-1	20	64	5	25	39	61	0	95
Черный бархат	5	8	1	20	8	100	0	100
Трио	30	2	7	23	2	100	15	100
Зарево	1	16	0	-	10	62	-	100
БС-3	42	51	6	14	35	68	33	83
БС-1	30	73	8	26	52	71	25	80
АЧТ	18	29	4	22	19	65	0	91
Атап	11	8	3	27	5	62	0	100
Красный бордю	0	1	0	0	1	100	-	100
Колибри	21	40	4	19	23	57	0	91
ВСЛ-2	45	76	6	13	66	86	0	90
НСР ₀₅	-	-	0,02	0,09	0,12	0,38	-	-

Заключение. В ходе проведенных исследований было выявлено, что наибольший выход укорененных подвоев был получен методом зеленого черенкования. Наибольший процент укоренившихся черенков этим способом наблюдался у подвоя ВСЛ-2 - 90% и БС-3 – 85%, а худший результат, менее 30%, был отмечен у подвоев Черный бархат, Зарево, Атап, Красный бордю. В результате укоренения одревесневшими черенками наибольший процент укорененных черенков отмечен у подвоев ВВА-1 – 64%, БС-3 – 51%, БС-1 – 73%, ВСЛ-2 – 76%. Несмотря на меньший процент приживаемости по сравнению с зеленым черенкованием, этот способ более эффективен в виду отсутствия необходимости в применении сложного оборудования.

Результаты размножения клоновых подвоев косточковых культур позволили выявить наиболее эффективный способ размножения черенкованием, обеспечивающий не только высокий процент выхода укорененных черенков, но и полноценно развитые подвои, пригодные для окулировки сразу после пересадки в первое поле питомни-

ка. Таким образом, способ укоренения клоновых подвоев одревесневшими черенками более предпочтителен за счет их высокой приживаемости и практически 100-процентной готовности к окулировке в первый год после высадки в питомник.

Литература:

1. Бленда, А.В. Новая технология получения посадочного материала косточковых культур для садов интенсивного типа / А.В. Бленда, А.А. Созинов, В.Ф. Бленда, И.В. Иващенко // Новые сорта и технологии возделывания плодовых и ягодных культур для садов интенсивного типа: тезисы докладов и выступлений на международной науч.-метод. конф., Орел, 18-21 июля 2000 г. – Орел: ВНИИСПК, 2000. – С. 30-31.
2. Васюта, В.М. Промышленная технология выращивания посадочного материала в пленочных теплицах / В.М. Васюта // Садоводство. – 1987. – №4. – С. 19-21.
3. Еремин, Г.В. Клоновые подвои косточковых культур в интенсивном плодоводстве / Г.В. Еремин // Слаборослые клоновые подвои в садоводстве: Сб. науч. тр./ МСХА. Мичуринск, 1997. – С. 135-136.
4. Еремин, Г.В., Соколова Ю.В. Новый тип универсального маточника клоновых подвоев косточковых

культур / Г.В. Еремин, Ю.В. Соколова. // Садоводство и виноградарство. – 2005. – №4. – С.11-12.

5. Еремин, В.Г. Новые российские клоновые подвои за рубежом / В.Г. Еремин // Садоводство и виноградарство. – 2011. – № 1. – С. 17-22.

6. Кальченко, Е.Ю. Особенности размножения клоновых подвоев сливы одревесневшими черенками / Е.Ю. Кальченко, Р.Г. Ноздрачева // Научное обеспечение инновационного развития плодовоовощеводческой отрасли в Центральном Черноземье: сб. науч. тр. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – 2012. – С. 81-86.

7. Кинаш, Г.А. Размножение клоновых подвоев косточковых культур зелеными черенками на юге Украины / Г.А. Кинаш // Садоводство и виноградарство. – 2000. – № 1. – С. 7-8. 70.

8. Кириллов, С.В. Динамика влажности и водный режим в питомнике яблони на слаброслых клоновых подвоях / С.В. Кириллов // Обеспечение стабилизации АПК в условиях рыночных форм хозяйствования: материалы межрегиональной науч.-практ. конф. Воронеж, 19-21 мая 1997 г. – Воронеж, 1997. – С 174-176.

9. Татаринов, А.Н. Садоводство на клоновых подвоях / А.Н. Татаринов. – Киев: Урожай, 1988. – 208 с.

Rooting Cuttings Method Influence on the Clonal Rootstocks Survival Rate

E. N. Kikteva, researcher, **O. A. Nikolskaya**, senior researcher, **A.V. Solonkin**, D.S-Kh.N. –

Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of agroecology RAS), Volgograd, Russia

The intensive gardens type creation is closely related to the clonal rootstocks use, which contribute to accelerated fruiting, increased productivity due to a denser planting scheme, as well as the planting maintenance convenience. The clonal rootstocks use to produce high-quality planting material for laying intensive gardens is a priority area of horticulture. In this regard, the identification of the method of clonal rootstocks accelerated reproduction by cuttings remains one of the contemporary nursery breeding main tasks. The article presents the comparative study of the cuttings of stone crops clonal rootstocks survival rate data for 2018-2019, depending on the rooting method, as well as the rooted rootstocks survival rate after transplantation into the first field of the nursery. According to the obtained in the course of research experience results, it was found that rooting when using a mist-forming device is higher than rooting with lignified cuttings, but at the same time the rooting with lignified cuttings method is more simple, convenient and cheap. According to the data obtained after planting the rootstocks in the first field of the nursery, it was found that plants rooted with lignified cuttings took root and developed better than plants rooted with green cuttings.

Keywords: clonal rootstocks, rooting, fog-forming plant, green cuttings, lignified cuttings

Translation of Russian References:

1. Blenda, A.V. Novaya tekhnologiya polucheniya posadochnogo materiala kostochkovykh kul'tur dlya sadov intensivnogo tipa [New technology for stone fruit crops planting material producing for gardens of intensive type] / A.V. Blenda, A.A. Sozinov, V.F. Blenda, I.V. Ivashchenko // Novyye sorta i tekhnologii vozdeliyvaniya plodovykh i yagodnykh kul'tur dlya sadov intensivnogo tipa [New varieties and cultivation technologies of fruit and berry crops for gardens of intensive type]: abstracts of reports and presentations at the international scientific-method. conf., Orel, July 18-21, 2000. – Orel: VNIISPК, 2000. – P. 30-31.

2. Vasyuta, V.M. Promyshlennaya tekhnologiya vyrashchivaniya posadochnogo materiala v plenochnykh teplitsah [Industrial technology for planting material growing in film greenhouses] / V.M. Vasyuta // Sadovodstvo

[Gardening]. – 1987. – # 4. – P. 19-21.

3. Yeremin, G.V. Klonovyye podvoi kostochkovykh kul'tur v intensivnom plodovodstve [Clonal rootstocks of stone crops in intensive fruit growing] / G.V. Yeremin // Slabroslyye klonovyye podvoi v sadovodstve [Undersized clonal rootstocks in gardening]: sc. res. compil. / MSKHA. Michurinsk, 1997. – P. 135-136.

4. Yeremin, G.V., Sokolova YU.V. Novyj tip universal'nogo matochnika klonovykh podvovoyev kostochkovykh kul'tur [A new type of universal nursery of clonal rootstocks of stone crops] / G.V. Yeremin, YU.V. Sokolova. // Sadovodstvo i vinogradarstvo [Gardening and grapeculture]. – 2005. – #4. – P.11-12.

5. Yeremin, V.G. Novyye rossijskiye klonovyye podvoi za rubezhom [New Russian clonal rootstocks abroad] / V.G. Yeremin // Sadovodstvo i vinogradarstvo [Gardening and grapeculture]. – 2011. – # 1. – P. 17-22.

6. Kal'chenko, Ye.Yu. Osobennosti razmnozheniya klonovykh podvovoyev slivy odresnevshimi cherenkami [Features of clonal plum rootstocks with lignified cuttings reproduction] / Ye.Yu. Kal'chenko, R.G. Nozdracheva // Nauchnoye obespecheniye innovatsionnogo razvitiya plodoovoshchevodcheskoj otrasli v Tsentral'nom Chernozem'ye [Scientific support for the fruit and vegetable industry innovative development in the Central Chernozem region]: sc. res. compil. – Voronezh: FGBOU VPO Voronezhskij GAU. – 2012. – P. 81-86.

7. Kinash, G.A. Razmnozheniye klonovykh podvovoyev kostochkovykh kul'tur zelenymi cherenkami na yuge Ukrainy [Clonal rootstocks reproduction of stone crops with green cuttings in the South of Ukraine] / G.A. Kinash // Sadovodstvo i vinogradarstvo [Gardening and grapeculture]. – 2000. – #1. – P. 7-8. 70.

8. Kirillov, S.V. Dinamika vlazhnosti i vodnyj rezhim v pitomnike yablони na slabroslykh klonovykh podvovoyah [Dynamics of humidity and the water regime in the apple trees nursery at undersized clonal rootstocks] / S.V. Kirillov // Obespecheniye stabilizatsii APK v usloviyakh rynochnykh form hozyajstvovaniya [Ensuring the agro-industrial complex stabilization in the market forms of management conditions]: The interregional scientific and practical conference materials. Voronezh, May 19-21, 1997. – Voronezh, 1997. – P. 174-176.

9. Tatarinov, A.N. Sadovodstvo na klonovykh podvovoyah [Gardening on clonal rootstocks] / A.N. Tatarinov. – Kiyev: Urozhaj, 1988. – 208 p.

Оптимизация продукции сесквитерпеновых лактонов как перспективная цель селекции посевого салата (*Lactuca sativa*)

А.С. Попова, м.н.с., e-mail: popova-a@vfanc.ru, А.О. Старухина, м.н.с.,

В.Г. Зайцев, к.б.н. – лаборатория молекулярной селекции –

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), г. Волгоград, Россия

*Одной из групп химических соединений, встречающихся в посежном салате (*Lactuca sativa*) являются сесквитерпеновые лактоны, придающие растениям горький вкус. В предыдущие годы селекция посежного салата была направлена, в частности, на снижение их содержания в создаваемых сортах. Однако, в последнее время было обнаружено, что эти соединения обладают благотворными фармакологическими эффектами. Целью данного мини-обзора был анализ современных знаний о биологической активности сесквитерпеновых лактонов посежного салата и перспективах его селекции. Основными лактонами посежного салата являются лактуцин, лактукопикрин и 8-дезоксилактуцин. Точный механизм их биосинтеза неизвестен,*

были установлены лишь этапы синтеза соединенных-предшественников. Лактуцин и подобные ему лактоны обладают различными видами фармакологической активности, включая противоопухолевую, противовоспалительную, обезболивающую, седативную и противопаразитарную. Использование количественного содержания сесквитерпеновых лактонов в качестве биохимических маркеров имеет определенные существенные недостатки. Рассмотрены возможные подходы к разработке нового поколения молекулярных маркеров, подходящих для использования в селекции.

Ключевые слова: салат посежной, сесквитерпеновые лактоны, лактуцин, лактукопикрин, селекция, биологически активные вещества.

Посежной салат (*Lactuca sativa*) является одной из широко распространенных овощных культур с большим числом культиваров (сортов и гибридов F1). Селекция салата может быть направлена на достижение разнообразных целей, например, высокую урожайность, определенную окраску листьев и стеблей, повышенную сохранность после сбора урожая и т.д. Одним из направлений селекции являлось снижение содержания в растениях посежного салата сесквитерпеновых лактонов, обладающих горьким вкусом [12], поскольку у потребителей более высоким спросом пользуются сорта с менее горьким вкусом. Однако, в последнее десятилетие было обнаружено, что лактуцин-подобные лактоны, синтезирующиеся в посежном салате, обладают большим спектром биологических эффектов, благотворно влияющих на здоровье человека [2]. Кроме того, более высокое содержание сесквитерпеновых лактонов усиливает устойчивость растений салата к вредителям и фитопатогенам [2], что может позволить снизить интенсивность обработок химическими средствами защиты растений. Поэтому, можно полагать, что, с точки зрения пользы для здоровья населения, современная селекция посежного салата должна быть направлена на создание сортов с оптимальным уровнем продукции сесквитерпеновых лактонов для соблюдения баланса между вкусовыми качествами и благоприятными профилактическими эффектами.

Целью данной работы был анализ современных знаний о биологической активности сесквитерпеновых лактонов посежного салата (*Lactucasativa*) и перспективах его селекции.

Сесквитерпеновые лактоны в посежном салате. Сесквитерпеновые лактоны представляют собой группу вторичных метаболитов растений, включающую более чем 5000 известных соединений, встречающихся в семействах кактусовых, паслёновых, ароидных и молочайных, однако наибольшее распространение они имеют среди сложноцветных [2]. Одним из основных пищевых источников сесквитерпеновых лактонов для человека является салат посежной (*Lactucasativa*), различные виды которого продуцируют такие лактоны, как лактуцин, лактукопикрин, 8-дезоксилактуцин, жаквинелин, крепидиазид В, 11 β ,13-дигидролактучин, 11 β ,13-дигидролактучукопикрин, а также глюкозалузанин С и лактузид А [9].

Сесквитерпеновые лактоны содержатся во всех частях растения *Lactucasativa*, включая листья, корни и зародышевую плазму [3, 9]. Количество лактуцина и лактукопикрина в корнях и листьях составляет 0,025–0,25 мг/г сухого веса [9]. В корнях содержится такое же количество 11 β ,13-дигидролактучина и лактузида А, но они не используются в пищу и поэтому далее не рассматриваются. В зародышевой плазме содержание лактуцина составляет 0,055–3,041 мг/г сухого веса, лактукопикрина 0,066–3,189 мг/г сухого веса [3]. Содержание остальных указанных лактонов составляет менее чем 0,025 мг/г сухого веса [9]. Основными сесквитерпеновыми лактонами *Lactucasativa* считаются лактуцин, лактукопикрин и 8-дезоксилактуцин, относящиеся к гвайанолидам (рисунок 1) [2, 10], однако содержание 8-дезоксилактуцина в листьях посежного салата существенно ниже, чем лактуцина и лактукопикрина [9].

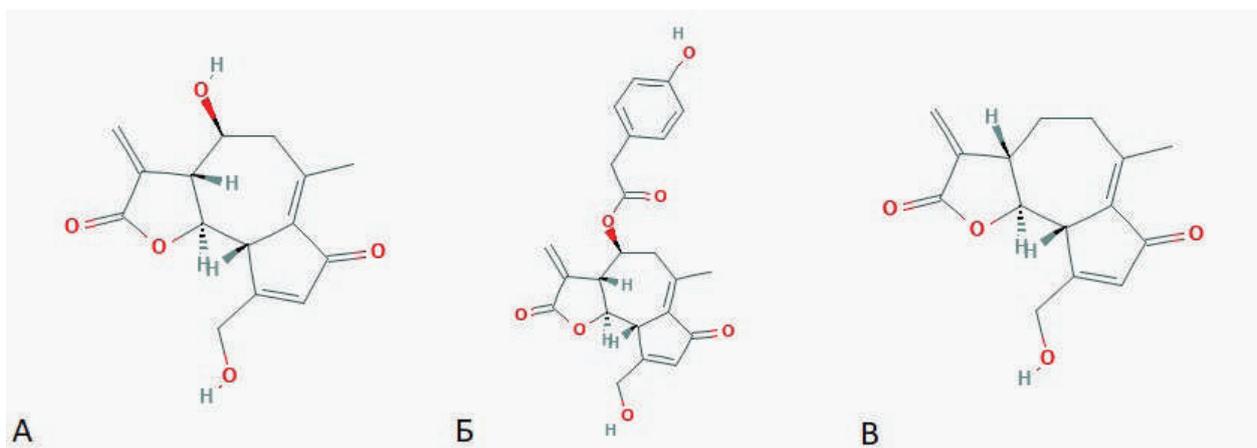


Рисунок 1 – Молекулярные формулы сесквитерпеновых лактонов:
А – лактуцин, Б – лактукопикрин, В – 8-дезоксилактуцин

Основным методом определения сесквитерпеновых лактонов является высокоэффективная жидкостная хроматография с идентификацией соединений по времени удерживания [9] или дальнейшим масс-спектрометрическим анализом [10].

Биосинтез сесквитерпеновых лактонов у растений происходит из трех изопреновых единиц через фарнезилпирофосфат (FPP) в эндоплазматическом ретикулуме [2]. Фарнезилпирофосфат может синтезироваться двумя путями, либо мевалонатным из ацетил кофермента А (протекает в цитозоле и эндоплазматическом ретикулуме), либо в метаболическом пути 2-С-метил-D-эритритол-4-фосфата из глицеральдегид-3-фосфата и пировиноградной кислоты (протекает в хлоропластах) [13]. Описание путей биосинтеза большинства гвайанолидов отсутствует, предположительно их предшественником является костунолид [5]. Схема биосинтеза костунолида показана на рисунке 2, основными ферментами участвующими в синтезе являются гермакрин А синтаза, гермакрин А оксидаза и костунолидсинтаза.

Регуляция биосинтеза лактуцина, лактукопикрина и других подобных сесквитерпеновых лактонов была проанализирована у цикория обыкновенного (*Cichorium intybus*), качественный и количественный состав сесквитерпеновых лактонов которого очень близок к посевному салату [11]. Поэтому есть основания полагать, что биосинтетические пути лактуцин-подобных сесквитерпеновых лактонов и механизмы их регуляции у посевного салата и обыкновенного цикория будут практически неотличимы. Уровень экспрессии генов, кодирующих ферменты синтеза костунолида, гермакрин А-синтазу и гермакрин А-оксидазу, четко коррелируют с содержанием лактуцин-подобных соединений. Выявлено несколько генов транскрипционных факторов, экспрессия которых сильно влияет на экспрессию лактуцин-подобных соединений. Экспрессия гена Ci_contig49541 (кодирует транскрипционный фактор семейства MYB) и генов Ci_contig18477 и Ci_contig48177 (кодируют этилен-зависимые транскрипционные факторы

семейства ERF) имеет очень сильную положительную корреляцию с содержанием сесквитерпеновых лактонов. В то же время экспрессия трех других генов - Ci_contig18404 (кодирует транскрипционный фактор семейства ERF), Ci_contig17846 (кодирует транскрипционный фактор семейства MYC) и Ci_contig48487 (кодирует транскрипционный фактор семейства bHLH) - обратно коррелирует с содержанием лактуцин-подобных веществ [11]. По-видимому, регуляция синтеза сесквитерпеновых лактонов у посевного салата будет находиться под контролем генов, ортологических описанным выше генам цикория.

Биологическая активность лактуцин-подобных веществ. В последнее время было обнаружено, что сесквитерпеновые лактоны обладают различными видами фармакологической активности [2, 7]. В экспериментах на животных было показано, что лактуцин и лактукопикрин проявляют обезболивающий эффект, сравнимый с действием нестероидного противовоспалительного средства - ибупрофена, взятого в такой же дозе (30 мг/кг массы животного), кроме того у лактуцина и лактукопикрина было обнаружено седативное действие [15]. В экспериментах на клетках установлено, что лактуцин вызывает гибель раковых клеток лейкемии человека, и это может стать основой противоопухолевого действия [16]. Также были показаны антиадипогенные свойства лактуцина, заключающиеся в снижении образования жировых клеток, что может быть полезно при лечении ожирения [14]. Были протестированы фармакологические эффекты экстрактов близкородственного дикорастущего *Lactucaserriolana* моделях индукции спазма гладкомышечных клеток тонкого кишечника, трахей и аорты кролика. Во всех случаях экстракт *Lactucaserriolana* вызывал спазмолитический эффект при концентрации 5 мг/мл, что может служить частичным подтверждением обоснованности использования *Lactucaserriolana* качестве спазмолитического средства в народной медицине [6]. Поскольку состав сесквитерпеновых лактонов *Lactucaserriolana* и *Lactucaserriolana* достаточно близок

[9], можно предполагать, что лактуцин подобные соединения посевного салата могут оказывать сходные действия. Кроме того, следует отметить, что лактуцин и лактукопикрин продемонстрировали выраженный противомаларийный эффект *invitro* в отношении *Plasmodium falciparum* (штамм Honduras-1) [1]. У сесквитерпеновых лактонов из цикория также была обнаружена антипаразитарная активность против гельминтов *Haemonchus contortus* [4] и противовоспалительное

действие в моделях *invitro* [8]. Поскольку состав сесквитерпеновых лактонов у посевного салата и цикория очень близок, полагаем, что химические компоненты *Lactucasativa* будут проявлять аналогичные эффекты. Таким образом, можно видеть, что лактуцин-подобные лактоны, встречающиеся в посевном салате, обладают широким спектром биологических активностей, что позволяет говорить о пользе их присутствия в культурных сортах посевного салата.

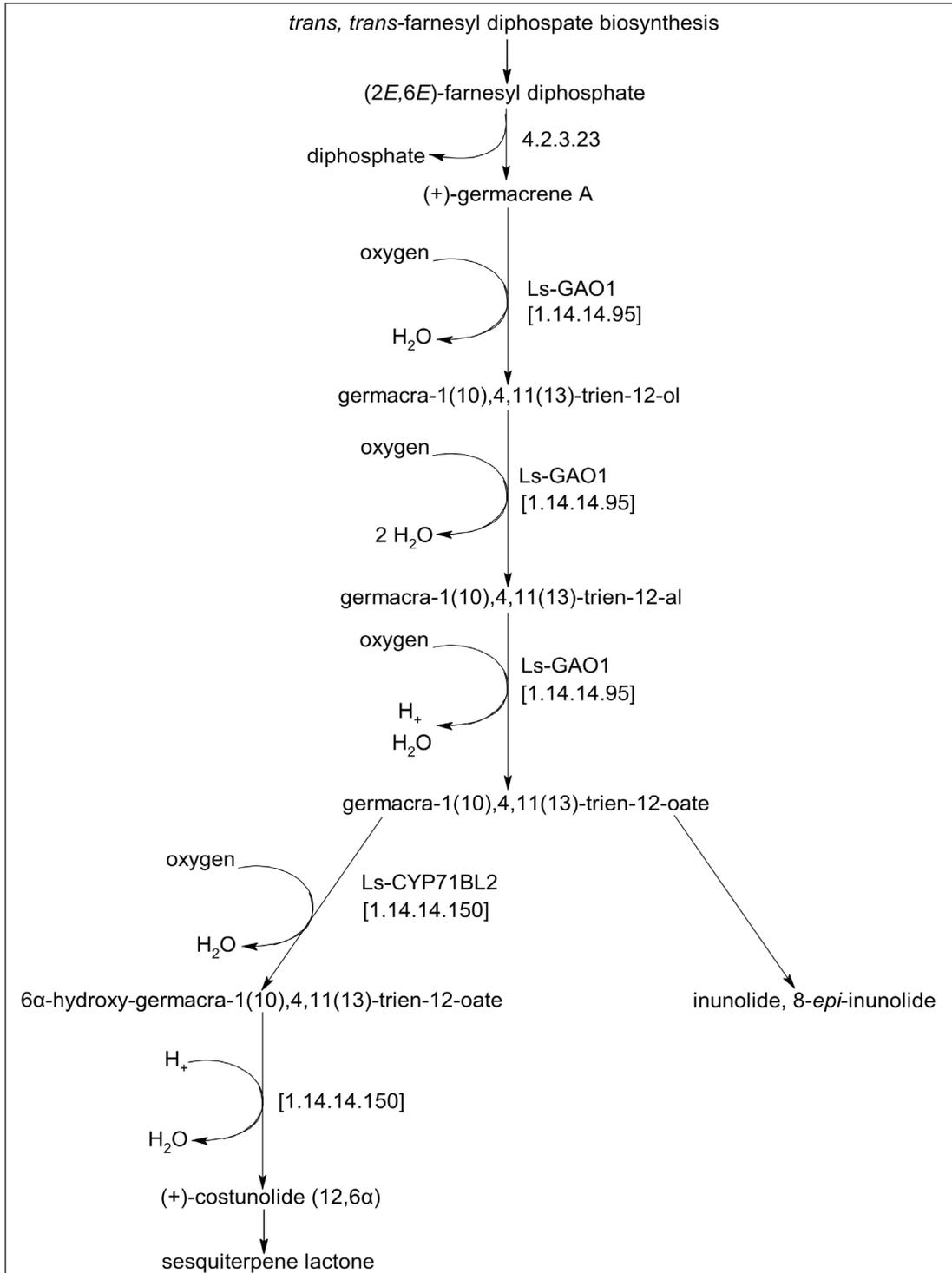


Рисунок 2 – Схема пути биосинтеза костунолида, предшественника лактуцин-подобных сесквитерпеновых лактонов у *Lactucasativa* (по данным MetaCyc (URL: <https://biocyc.org/META/NEW-IMAGE?type=PATHWAY&object=PWY-6540&&detail-level=2&ENZORG=TAX-4236>). Условные обозначения ферментов: 4.2.3.23 - гермакрен А синтаза, 1.14.14.95 - гермакрен А оксидаза, 1.14.14.150 - костунолидсинтаза

Перспективы селекции на содержание сесквитерпеновых лактонов. Долгое время селекция посевого салата была направлена на снижение содержания лактуцин-подобных лактонов, потому что основные представители этого класса соединений лактуцин, 8-дезоксилактуцин и лактукопикринобладают выраженным горьким вкусом [12]. Однако, как было показано выше, высокое содержание сесквитерпеновых лактонов потенциально полезно для здоровья человека, поскольку эти соединения обладают многочисленными благоприятными фармакологическими эффектами. Кроме того, сесквитерпеновые лактоны защищают растения от разнообразных вредителей и фитопатогенов [2, 12], что позволит использовать меньшее количество пестицидов при выращивании посевого салата. Однако, с учетом выраженного горького вкуса, при селекции посевого салата, по-видимому, следует искать некий оптимальный уровень продукции лактуцин-подобных соединений, чтобы, с одной стороны, растения не обладали излишне горьким вкусом, но, с другой стороны, содержали достаточно большие количества биологически активных лактонов.

До сих пор при селекции сортов салата в качестве маркеров использовалось только суммарное содержание сесквитерпеновых лактонов. Однако, синтез сесквитерпеновых лактонов, как и других растительных компонентов с защитными функциями, является индуцибельным и стимулируется под действием различных биотических (преимущественно) и абиотических стрессовых факторов. Таким образом, содержание сесквитерпеновых лактонов у растений одного и того же сорта может оказаться различным в зависимости от условий выращивания и даже от возраста и стадии развития растения. Следовательно, использование содержания лактонов в качестве биохимического фенотипического маркера может приводить к получению плохо воспроизводимых результатов и снижению эффективности направленной селекции.

Другой фенотипический подход может быть связан с оценкой уровня экспрессии генов, вовлеченных в биосинтез сесквитерпеновых лактонов и его регуляцию. В этом случае селекция может быть направлена на отбор культиваров с высоким базальным уровнем экспрессии генов, стимулирующих продукцию сесквитерпеновых лактонов (или их предшественников), и/или с низким базальным уровнем экспрессии генов, ассоциированных с подавлением синтеза лактонов. Для этого могут использоваться как белковые маркеры, так и маркеры, основанные на оценке уровней специфических молекул мРНК. Оба вида показателей также зависят от эпигенетической регуляции, но определение специфических мРНК, основанное на полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией, в большей степени подходит для проведения массовых серийных анализов большого количества образцов.

Как указывалось выше, к настоящему моменту установлены лишь 8 генов, уровень экспрессии которых прямо или обратно коррелирует с содержанием лактуцин-подобных лактонов у цикория. Как уже отмечалось, близость состава лактонов и биосинтетической активности цикория и посевого салата позволяет предполагать, что и у *Lactucasativa* синтез лактуцина и подобных ему соединений будет контролироваться ортологами описанных генов.

Молекулярные маркеры, основанные на полиморфизмах геномных последовательностей, характеризуют генотип, а не фенотип сорта, поэтому они не зависят от эпигенетической регуляции. Однако к настоящему времени не установлено еще ни одного ДНК-маркера, ассоциированного с уровнем продукции лактуцин-подобных лактонов у посевого салата. Перспективы выявления таких маркеров связаны либо с массовым статистическим анализом множественных полиморфизмов у большого числа культиваров салата, либо с поиском значимых полиморфизмов в генах, способных повлиять на скорость синтеза сесквитерпеновых лактонов. В частности, в роли таких генов интереса могут выступать ортологи уже упомянутых выше генов цикория.

Реализация в будущем предложенных подходов к селекции посевого салата может позволить соблюсти у новых сортов баланс между хорошими вкусовыми качествами и высоким содержанием полезных для здоровья человека биологически активных соединений.

Заключение. Растения посевого салата могут содержать до восьми различных видов сесквитерпеновых лактонов, из которых основными являются лактуцин, лактукопикрин и 8-дезоксилактуцин. Содержание содержания этих соединений в растениях посевого салата может варьировать в широких пределах. До сих пор не изучен точный механизм биосинтеза указанных лактонов, известны только предварительные стадии биосинтеза предшественников. Существуют отдельные сведения о механизмах регуляции синтеза лактуцин-подобных лактонов у растений семейства астровые. Установлено, что лактоны обладают рядом фармакологических эффектов, благотворных с точки зрения профилактики и лечения заболеваний человека. С учетом горького вкуса и благотворного эффекта на здоровье можно полагать, что выведение новых сортов должно иметь целью оптимальный уровень продукции сесквитерпеновых лактонов. При селекции посевого салата можно использовать биохимические маркеры, однако они имеют ряд недостатков. В то же время геномные и транскриптомные молекулярные маркеры, ассоциированные с уровнем продукции сесквитерпеновых лактонов, еще не разработаны, поэтому перспективы селекции связаны с их выявлением, в частности, среди генов кандидатов, кодирующих биосинтетические ферменты или транскрипционные факторы.

Литература/References:

1. Bischoff T.A. Antimalarial activity of lactucin and lactucopicrin: sesquiterpene lactones isolated from *Cichorium intybus* L. / T.A. Bischoff, C.J. Kelley, Y. Karchesy, M. Laurantos, P. Nguyen-Dinh, A.G. Arefi // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2004. – V.95. – #2-3. – P.455-457.
2. Chadwick M. Sesquiterpenoids Lactones: Benefits to Plants and People / M. Chadwick, H. Trewin, F. Gawthrop, C. Wagstaff // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2013. – V.14. – P.12780-12805.
3. Cho G.T. Variation of Sesquiterpene Lactones Content in Lettuce (*Lactuca sativa*L.) Germplasm. / G.T. Cho, Y.Y. Lee, S. Choi, J.Y. Yi, G.A. Lee, H.C. Ko, Y.W. Na, H.J. Park, K.H. Ma, J.G. Gwag // *Journal of the Korean Society of International Agriculture*. – 2016. – V. 28. – P.220-226.
4. Foster J.G. In vitro analysis of the anthelmintic activity of forage chicory (*Cichorium intybus*L.) sesquiterpene lactones against a predominantly *Haemonchus contortus* egg population / J.G. Foster, K.A. Cassida, K.E. Turner // *Veterinary Parasitology*. – 2011. – V. 180. – # 3-4. – P.298-306.
5. Hu X. Allylative Approaches to the Synthesis of Complex Guaianolide Sesquiterpenes from Apiaceae and Asteraceae / X. Hu, A. J. Musacchio, X. Shen, Y. Tao, T. J. Maimone // *Journal of the American Chemical Society*. – 2019. – V.141. – 37. P.14904-14915.
6. Janbaz K. Pharmacological Effects of *Lactuca serriola* L. in Experimental Model of Gastrointestinal, Respiratory, and Vascular Ailments / K. H. Janbaz, M. F. Latif, F. Saqib, I. Imran, M. Zia-Ul-Haq, V. De Feo // *Evidence-based complementary and alternative medicine*. – 2013.
7. Matejic J. Pharmacological Activity of Sesquiterpene Lactones / J. Matejic, Z. Sarac, V. Randjelovic // *Biotechnology and Biotechnological Equipment*. – 2014.
8. Matos M. S. Assessing the Intestinal Permeability and Anti-Inflammatory Potential of Sesquiterpene Lactones from Chicory / M.S. Matos, J.D. Anastacio, J.W. Allwood, D. Carregosa, D. Marques, J. Sungurtas, G. J. McDougall, R. Menezes, A. A. Matias, D. Stewart, C. Santos // *Nutrients*. – 2020. – V.12. – #11. – P.3547.
9. Michalska K. Systematic implications of sesquiterpene lactones in *Lactuca* species / K. Michalska, A. Stojakowska, J. Malarz, I. Dolezalova, A. Lebeda, W. Kisiel // *Biochemical Systematics and Ecology*. – 2009. – V. 37. – #3. – P.174-179.
10. Sessa R.A. Metabolite profiling of sesquiterpene lactones from *Lactuca* species. Major latex components are novel oxalate and sulfate conjugates of lactucin and its derivatives / R.A. Sessa, M. Bennett, M. Lewis, J. Mansfield, M. Beale // *The Journal of biological chemistry*. – 2000. – V.275. – P. 26877-26884.
11. Testone, G. Insights into the Sesquiterpenoid Pathway by Metabolic Profiling and De novo Transcriptome Assembly of Stem-Chicory (*Cichorium intybus* Cultigroup "Catalogna") / G. Testone, G. Mele, E. Di Giacomo, M. Gonnella, M. Renna, G. C. Tenore, C. Nicolodi, G. Frugis, M. A. Iannelli, G. Arnesi, A. Schiappa, D. Giannino // *Frontiers in plant science*. – 2016. – V.7. – P.1676.
12. Treuren R. van. Metabolite variation in the lettuce gene pool: towards healthier crop varieties and food / R.vanTreuren, H. van Eekelen, R. Wehrens, R. de Vos // *Metabolomics*. – 2018. – V.14. – # 11. – P.146.
13. Vranova E. Structure and Dynamics of the Isoprenoid Pathway Network. / E. Vranova, D.C. Schmid, W. Gruissem // *Molecular plant*. – 2012. – V.5. – # 2. –P.318-333.
14. Wang X. A Potential Nutraceutical Candidate Lactucin Inhibits Adipogenesis through Downregulation of JAK2/STAT3 Signaling Pathway-Mediated Mitotic Clonal Expansion / X. Wang, M. Liu, G. H. Cai, Y. Chen, X.C. Shi, C.C. Zhang, B. Xia, B.C. Xie, H. Liu, R. X. Zhang, J. F. Lu, M. Q. Zhu, S.Z. Yang, X.Y. Chu, D. Y. Zhang, Y. L. Wang, J.W. Wu. A Potential Nutraceutical Candidate Lactucin Inhibits Adipogenesis through Downregulation of JAK2/STAT3 Signaling Pathway-Mediated Mitotic Clonal Expansion // *Cells*. – 2020. – V.9. – №331.
15. Wesolowska A. Analgesic and sedative activities of lactucin and somlactucin-like guaianolides in mice / A. Wesolowska, A. Nikiforuk, K. Michalska, W. Kisiel, E. Chojnacka-Wojcik // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2006. – V.107. – P.254-258.
16. Zhang F.H. Lactucin Induces Potent Anti-Cancer Effects in HL-60 Human Leukemia Cancer Cells by Inducing Apoptosis and Sub-G1 Cell Cycle Arrest / F.H. Zhang, Y.L. Yan, Y. Wang, Z. Liu // *Bangladesh Journal of Pharmacology*. – 2016. – Vol.11. – # 2. – P.478-484.

The Sesquiterpene Lactones Production Optimization As the Seeding Lettuce (*Lactuca Sativa*) Breeding Prospective Goal

A. S. Popova, junior researcher, e-mail: popova-a@vfanc.ru,

A.O. Staruhina, junior researcher,

V. G. Zaitsev, K.B.N., principal researcher – Molecular Breeding Laboratory –

Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of agroecology RAS), Volgograd, Russia

Sesquiterpene lactones are one group of substances observed in seeding lettuce (*Lactuca sativa*) are add a bitter taste. Lettuce breeding was aimed in particular to decrease sesquiterpene lactone content in new varieties in previous years. Recently, beneficial pharmacological activities of these substances were found. The purpose of this mini-review was analysis of current knowledge about lettuce sesquiterpene lactone biological activities and lettuce breeding perspectives. Lactucin, lactucopicrin and 8-deoxylactucin are main lactoines in seeding lettuce. Their exact biosynthesis mechanism in lettuce is not clear, only the stages of

precursor compounds synthesis were established. Lactucin and similar lactones have multiple pharmacological activities including antitumor, antiinflammatory, analgetic, sedative and antiparasitic effects. The use of the sesquiterpene lactones quantitative content as biochemical markers has certain significant disadvantages. Possible approaches to the development of a new generation of molecular markers suitable for use in breeding are considered.

Keywords: lettuce, sesquiterpene lactones, lactucin, lactucopicrin, breeding, biologically active substances

Результаты испытания сортов озимой пшеницы на светло-каштановых почвах Волгоградской области

А.В. Солонкин, д.с.-х.н., **В.Л. Сапунков**, к.с.-х.н., **А.В. Гузенко**, м.н.с., guzenko-av@vfanc.ru –
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), г. Волгоград, Россия

В статье изложены материалы проведенных испытаний сортов озимой мягкой пшеницы на светло-каштановых почвах Волгоградской области. Цель данного исследования заключается в оценке продуктивного и адаптивного потенциала новых перспективных сортов озимой пшеницы различных селекционных центров. Полевой опыт был заложен на опытном участке ФНЦ агроэкологии РАН в питомнике, расположенном в сухостепной зоне. Исследования проводились согласно общепринятым методикам Б.А. Доспехова. Выявлено различие в осеннем кушении и интенсивности кушения в зависимости от сорта. Сорта Камышанка 3, DF-58-03, Камышанка 6, Этюд, Донэко

и Былины Дона имеют высокий коэффициент кушения в осенний период вегетации, что говорит о возможности высева данных сортов в более поздние сроки сева. Установлено, что интенсивное кушение в осенний период не всегда способствует сохранению продуктивных стеблей. Выделены сорта, потенциал которых способен сформировать высокую урожайность за счет меньшего количества продуктивных стеблей при большей массе колоса: Жаворонок, Донская степь, Краса Дона, Виктория 11, Камышанка 4, Этюд, Ставка, Володя, Зорро.

Ключевые слова: озимая пшеница, всхожесть, урожайность, стресс, зимостойкость, влажность.

Озимая пшеница – одна из основных продовольственных зерновых культур в России, в связи с этим повышение и стабилизация её урожайности и качества зерна является одной из первоочередных хозяйственно-экономических задач. В Волгоградской области она является важной экономикаобразующей зерновой культурой, занимающей площадь 1,5 млн. гектаров.

Озимая пшеница обладает удивительными способностями по адаптации к условиям внешней среды. На всхожесть озимой пшеницы большое влияние оказывает температура и влажность почвы. Условия, необходимые для прорастания семян и дальнейшего развития растений, не всегда могут быть оптимальными [1, 3, 5, 8, 10].

Важную роль в повышении урожайности и качества зерна озимой пшеницы играют сорта, приспособленные к конкретным условиям. Из практики известно, что не все сорта одинаково используют условия, которые создаются при их возделывании. Одни сорта менее урожайны, другие подвергаются различным заболеваниям или неустойчивы к неблагоприятным условиям перезимовки.

Современная технология возделывания озимой пшеницы включает в себя, в том числе, и предпосевную обработку семян, которая способствует защите их от болезней и тем самым снижает затраты на агрохимические обработки в период вегетации и повышает качество продукта [9].

Сортовое разнообразие, которое мы наблюдаем на данном этапе развития сельхозпроизводства, вызвано необходимостью решать широкий круг задач. Грамотно используя успехи современной селекции, на практике можно получить значительную выгоду, так как реализация потенциала сорта

не всегда требует дополнительных затрат.

Многие сорта озимой пшеницы обладают повышенной способностью к кушению в осенний период. Этот факт особенно важен в наших условиях, так как погода весеннего периода вегетации не позволяет растениям восполнить недостаток осеннего кушения. Резкое повышение температур, значительная продолжительность светового дня после возобновления вегетации и его удлинение, заставляют растения озимой пшеницы перейти к активному формированию генеративных органов. В результате, в случае задержки кушения по каким-либо причинам осенью, растение не реализует свой потенциал [11].

Цель исследования: изучение продуктивного потенциала новых сортов озимой пшеницы разных селекционных центров с учетом агроклиматических особенностей светло-каштановых почв Волгоградской области. Задачи исследования:

- наблюдение за ростом и развитием озимой пшеницы в осенний период и установление влияния сортовых особенностей на содержание сахаров и макроэлементов в узле кушения;
- наблюдение за растениями в период перезимовки;
- наблюдение за ростом и развитием озимой пшеницы в весенний и летний период (влияние особенностей сорта на содержание макроэлементов в листьях и тканях, засорённость, наступление фенологических фаз, структуру урожая, качество зерна).

Условия, материалы и методы. Полевой опыт был заложен на опытном участке ФНЦ агроэкологии РАН в питомнике (бывшего Всероссийского НИИ агролесомелиорации), расположенном в сухостепной зоне светло-каштановых почв. Пред-

шественник – черный пар. Посев проводился 31 августа 2019 г. по паровому полю сеялкой СКП – 2,1 (Омичка) с анкерными сошниками. Ширина деланки составляла 4 м, длина 120 м. Расположение сортов – рендомизированное. Почва – светло-

каштановая, супесчаная с содержанием гумуса в пахотном слое около 1% (очень низкое). Содержание нитратного азота – очень низкое, подвижного фосфора – низкое, обменного калия – очень высокое (таблица 1).

Таблица 1 – Данные анализа почвенных образцов

№	Слой почвы, см	Содержание гумуса, %	N-NO ₃ , мг/100 г.	P ₂ O ₅ , мг/100 г	K ₂ O, мг/100 г
1	0 – 10	1,02	11,34	9,98	44,31
2	10 – 20	0,98	7,71	9,24	40,43
3	20 – 30	0,92	4,20	9,14	36,75
4	30 – 40	0,89	2,25	9,19	33,08

Объектом исследования являлись 25 сортов озимой мягкой пшеницы разных селекцентров: Арсенал (1), Стать (2), Олимп (3), Ставка (4), Виктория 11 (5), Былины Дона (6), Губернатор Дона (7), Донэко (8), Октава 15 (9), Золушка (10), Аскет (11), Жаворонок (12), Краса Дона (13), Донская Стель

(14), Этюд (15), Зорро (16), Володя (17), Изумруд (18), DF-58-03 (19), Камышанка 3 (20), Еланская (21), Камышанка 6 (22), Память Пожилова (23), Камышанка 5 (24), Камышанка 4 (25). Площадь опытного участка составляет 1,2 га (рисунок 1). За контроль был взят сорт Камышанка 3.

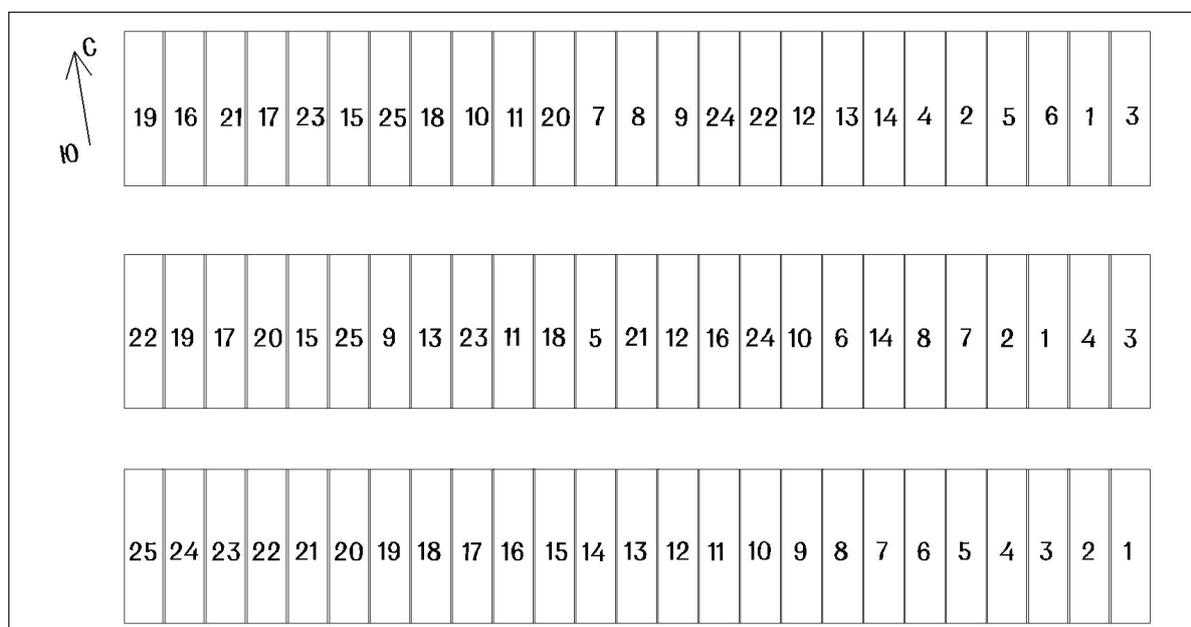


Рисунок 1 – Схема опытного участка

Все учеты и наблюдения проводили согласно общепринятым методикам [2, 6, 7].

Подсчёт всхожести проводился при помощи рамки площадью 0,25м² в 10-кратной повторности по каждому сорту;

Определение коэффициента кущения осуществлялось методом отбора образцов с последующим подсчетом в 6-кратной повторности;

Определение срока окончания и начала вегетационного периода осуществлялось визуально по появлению светлой зелени у основания верхних листочков или по отрастанию заранее срезанных стеблей на уровне верхней части влагалища второго листа.

Степень поврежденности болезнями и вредителями оценивалась визуально (5-10%);

Определение у растений начала выход в трубку

осуществлялось визуально у выкопанных растений;

Густота стояния растений определялась подсчетом растений при помощи рамки площадью 0,25 м² в 3-кратной повторности.

Проводился сноповый отбор для определения биометрических показателей озимой пшеницы при помощи рамки площадью 0,25 м², в 3-кратной повторности.

Масса колоса замерялась путем взвешивания 30 колосов.

Влагообеспеченность почвы перед севом была низкая. Август выдался жарким и сухим, осадков в течение месяца практически не наблюдалось. Содержание продуктивной влаги в посевном слое (0-20) находилось на уровне 16-18 мм.

Предпосевная обработка семян проводилась

двухкомпонентным протравителем Альфа-протравитель – 0,5л/т + водорастворимое NPK удобрение (13:40:13 + МЭ) – 1 кг/т + Моноаммонийфосфат (12:60) – 1 кг/т.

Сев осуществлялся с комплексным удобрением Нитроаммофоска (16:16:16), нормой 75 кг/га.

Норма высева – 5 млн. всхожих семян на 1 га, глубина заделки семян – 10-12 см.

Результаты исследований и их обсуждение.

Существенное влияние на полевую всхожесть и дальнейшие процессы роста и развития оказали погодные условия. Высокие среднесуточные температуры, отсутствие осадков привели к недостаточному увлажнению посевного слоя почвы и, как следствие, к невысоким показателям полевой всхожести (рисунок 2).

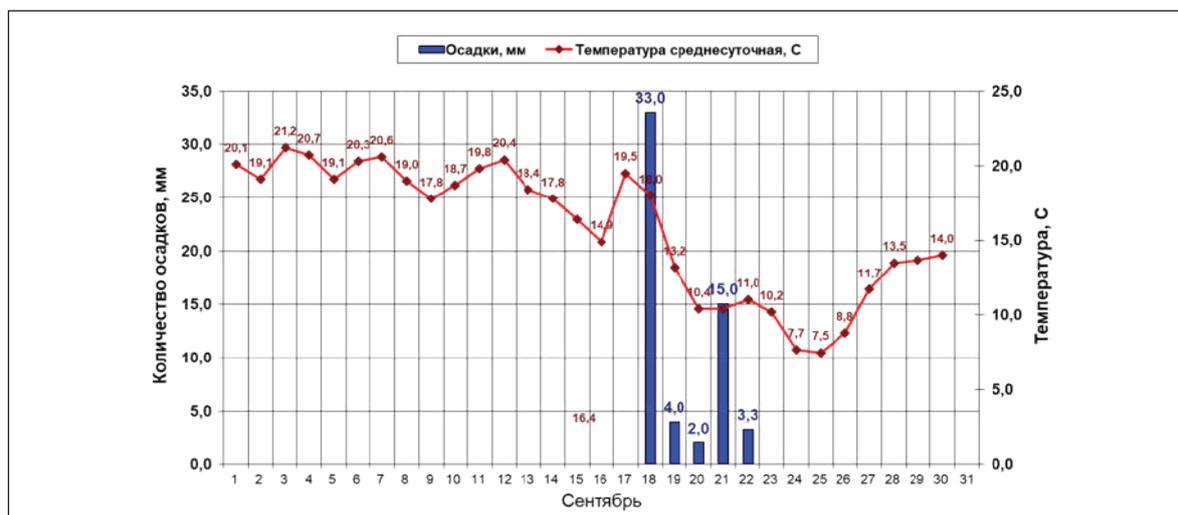


Рисунок 2 – Среднесуточная температура и осадки за сентябрь 2019 г.

Через 18 дней после посева выпало 57,3 мм осадков, что существенно пополнило запасы почвенной влаги и немного увеличило густоту стояния растений озимой пшеницы, но при этом не позволило компенсировать недостаток влаги в период прорастания семян (таблица 2).

Густота стояния в фазу «полные всходы» составила от 2 до 3,2 млн. растений на гектаре, что соответствовало показателю полевой всхожести от 40,0 до 63,5 %, что несколько меньше оптимальных значений [1]. Однако данная полевая всхожесть может позволить получить хорошую урожайность при благоприятных условиях перезимовки, а также весенне-летних условиях вегетации.

При анализе коэффициента кущения было отмечено, что все сорта озимой пшеницы имеют большое количество вегетативных побегов: от 5,7 до 9,4 с преобладанием коэффициента кущения 8,0. Это связано с длинным периодом роста и развития. Переход среднесуточных температур через + 5°C в сторону понижения в 2019 году произошёл только 17 ноября. За осенний вегетационный период сумма температур, набранная растениями, составила 818,5°C, что значительно выше считающегося оптимальным значения в 600°C [4].

На основании результатов учётов на опытном поле, отражённых в таблице 2, сорта, использованные в испытаниях, можно разделить по их развитию на две группы – группа хорошего развития (5-8 побегов) и группа избыточного развития (более 8 побегов). Такого рода особенности, отмеченные в результате наблюдений, на фоне явно избыточной суммы температур дают возможность в производ-

стве формировать сортовой состав озимого поля в зависимости от энерговооружённости хозяйства, площади озимого сева и других факторов, влияющих на продолжительность посевной компании.

Главными особенностями зимнего периода 2019-2020 гг. являются отсутствие сильных морозов и обильных снегопадов. Наибольшее количество осадков в период покоя выпало в феврале 2020 г. (41,8мм), что позволило накопить влагу в почве к началу весенней вегетации.

Результаты наблюдений на метеорологическом посту в самый низкотемпературный период перезимовки однозначно указывают на отсутствие каких-либо опасных погодных явлений. Согласно метеоданным отрицательные температуры никак не повлияли на перезимовку озимой пшеницы (таблица 3).

Перед уходом в зиму и после перезимовки был проведен анализ растений на содержание сахаров. Потери углеводов за период покоя оказались незначительными. Их содержание в узлах кущения весной показало, что перезимовка прошла благоприятно и в целом состояние озимой пшеницы хорошее, и вне зависимости от сорта она имеет запас питательных веществ, достаточный для возобновления вегетации (таблица 4).

В 2020 году начало весенне-летней вегетации наступило заметно раньше средних многолетних сроков, а именно 04.03.2020 г. Несмотря на это среднемесячные температуры марта (6,5°C) и апреля (7,9°C) были невысокими и не способствовали активному развитию растений. Малое количество осадков за этот период (около 12 мм) при-

вело к заметному иссушению почвы.

Однако в дальнейшем картина кардинально поменялась. Средняя температура мая поднялась до 15,3°С, что создало крайне благоприятные условия

для роста озимой пшеницы. В течение месяца выпало около 80 мм осадков, что позволило компенсировать недостаток влаги начала весенне-летнего периода вегетации (рисунок 3).

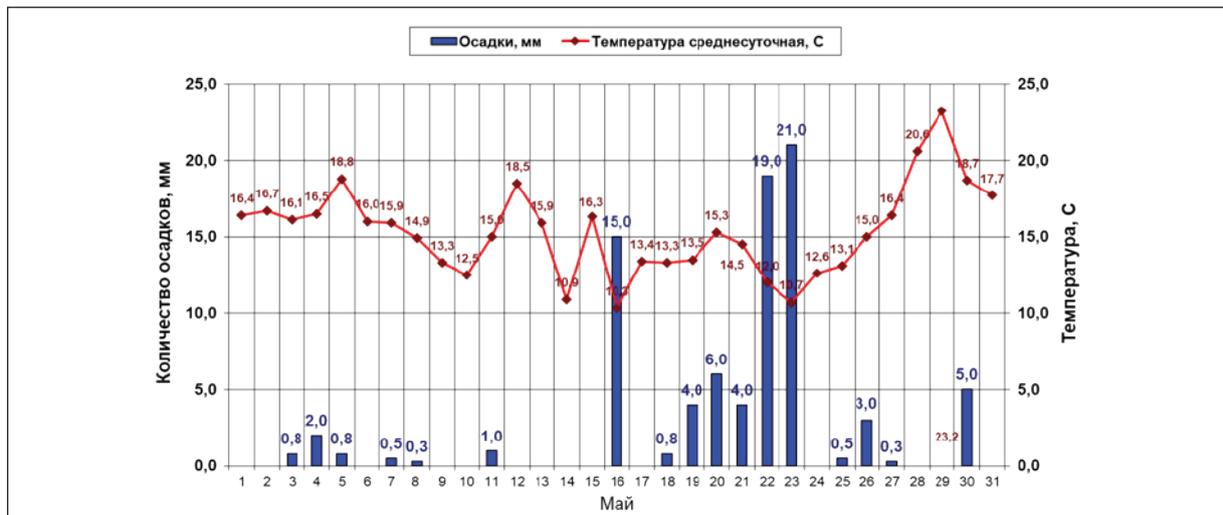


Рисунок 3 – Среднесуточная температура и осадки в фазы «выход в трубку – колошение»

Таблица 2 – Коэффициент кущения озимой пшеницы и полевая всхожесть сортов, находившихся на испытании

Сорт	Густота стояния в фазу полных всходов, млн. шт./ м ²	Полевая всхожесть, %	Коэффициент кущения
Арсенал	2,7	53,0	7,6
Стать	2,7	53,7	7,6
Олимп	3,1	61,7	8,2
Ставка	2,6	52,1	8,7
Виктория 11	2,8	56,0	8,7
Былины Дона	2,9	57,6	9,1
Губернатор Дона	2,3	45,9	8,6
Донэко	3,0	59,2	9,2
Октава 15	2,7	53,9	5,7
Золушка	2,3	46,7	6,1
Аскет	2,8	55,3	7,5
Жаворонок	2,9	58,7	6,6
Краса Дона	2,6	52,3	7,4
Донская Степь	2,7	53,3	7,7
Этюд	3,2	63,5	9,3
Зорро	2,5	50,1	8,0
Володя	2,7	54,2	7,8
Изумруд	2,5	49,8	7,1
DF-58-03	2,5	49,8	9,4
Камышанка 3	2,4	47,6	9,4
Еланская	2,6	52,3	9,0
Камышанка 6	2,0	40,0	9,3
Память Пожилова	2,9	57,1	8,4
Камышанка 5	2,2	43,7	8,8
Камышанка 4	2,5	50,5	8,9
НСР _{0,5}	0,13	-	0,4

Таблица 3 – Наблюдения на метеопосту

Дата	Температура воздуха, °С	Высота снежного покрова, см	Температура узолаживания, °С
10.02.	-12	15	+0,4
11.02.	-9	11	+0,3
12.02.	-8	11	+0,2
13.02.	-4	13	+0,4
14.02.	-3	07	+0,3
17.02.	-4	06	+0,3
18.02.	-1	03	+0,13
19.02.	0	03	+0,1
20.02.	+1	03	+0,2
22.02.	+2	0	+1,5
25.02.	+2	0	+1,4
26.02.	+1	0	+1,2
27.02.	+3	0	+1,6
02.03.	-1	0	+0,5
03.03.	-1	0	+0,6
04.03.	+3	0	+1,5
06.03.	+3	0	+1,7
08.03.	+5	0	+1,9
10.03.	+6	0	+2,0
16.03.	-3	0	0

В течение вегетационного периода (апрель – май) на опытном участке проводились мероприятия, направленные на улучшение состояния посевов озимой пшеницы:

1. Пятого марта внесение аммиачной селитры в количестве 100 кг/га для ликвидации азотного голодания и повышения урожайности.

2. 19 апреля обработка посевов озимой пшеницы

гербицидом (200 г/л 2,4-Д кислоты в виде сложного 2-этилгексилового эфира+3,7 г/л флорасулама) против сорной растительности (хориспора нежная (*Chorispora tenella*), яснотка стеблеобъемлющая (*Lamium amplexicaule*), липучка отклоненная (*Lappula patula*), бурачок пустынный (*Alyssum desertorum*). Также была проведена профилактическая обработка посевов фунгицидом (300 г/л кардендазима+100 г/л азоксистробина) против наиболее вредоносных

болезней (бурая ржавчина (*Puccinia recondite*) и мучнистая роса (*Erysiphe graminis*)).

3. Обработка инсектицидом не проводилась в связи с незначительным количеством вредителей – клоп-черепашка (*Eurygaster integriceps*), жук кузья (*Anisoplia austriaca*), злаковые мухи (*Chloropidae*), пшеничный трипс (*Harlothrips tritici*), которое не превысило экономический порог вредоносности (ЭПВ).

Таблица 4 – Данные анализа растений озимой пшеницы (% в воздушно-сухом веществе)

№ п/п	Вариант (названия образца)	Сахара, %	N,%	P,%	K,%
1	Владимир	36,12	2,90	0,46	2,05
2	Камышанка 5	36,91	2,60	0,42	2,00
3	Донэко	29,71	3,90	0,70	3,86
4	Донская Степь	31,99	3,64	0,73	3,72
5	Виктория 11	30,21	3,00	0,60	3,58
6	Камышанка 4	29,71	3,16	0,62	3,72



Рисунок 4 – Озимая пшеница в фазе молочной спелости

Начиная с фазы «колошение» и до фазы «полная спелость», визуального различия габитуса сортов не наблюдалось (рисунок 4).

Уборка озимой пшеницы проводилась в фазу полной спелости 21 июня 2020 г. селекционным комбайном SR2010 Terrion.

В конце первой – начале второй декады июня на участке сортоиспытания озимой пшеницы проводился сноповый отбор образцов для определения биометрических показателей и показателей продуктивности.

В результате проведенных наблюдений и учётов исследуемые сорта, показавшие высокую урожайность – более 40 ц/га, можно разделить на две группы в зависимости от преобладающего способа формирования этого показателя (таблица 5). Намолот первой группы сортов зависел от большо-

го количества продуктивных стеблей. Это такие сорта, как Изумруд, Аскет, Былины Дона, Еланская, Олимп, Камышанка 5, Камышанка 6, DF-58-03. Густота их продуктивного стеблестоя составляла 400-493 шт./м².

Вторая группа сортов – Жаворонок, Донская степь, Краса Дона, Виктория 11, Камышанка 4, Этюд, Ставка, Володя, Зорро – при относительно небольшом количестве продуктивных стеблей (318-398 шт./м²) сформировала урожай 42-56 ц/га за счёт большей массы колоса.

Необходимо отметить, что эти особенности формирования урожайности имеют принципиальное значение для организации технологии минерального питания озимой пшеницы, а также для подбора сорта под соответствующие почвенно-климатические условия.

Таблица 5 – Показатели продуктивности сортов озимой пшеницы, находившихся в испытании

Сорт	Число продуктивных стеблей в фазу «полная спелость», шт./ м ²	Вес колоса, г.	Урожайность, ц/га	% к контролю
Арсенал	376,0	1,06	39,77	112,6
Стать	340,0	1,07	36,50	103,4
Олимп	423,3	1,04	43,93	124,4
Ставка	318,0	1,36	43,33	122,7
Виктория 11	328,0	1,28	42,27	119,7
Былины Дона	446,0	0,94	42,00	118,9
Губернатор Дона	440,0	0,84	37,03	104,9
Донэко	524,6	0,75	39,30	111,3
Октава 15	330,0	1,05	34,53	97,8
Золушка	449,3	0,81	36,33	102,9
Аскет	441,3	0,93	40,87	115,7
Жаворонок	391,3	1,08	42,47	120,3
Краса Дона	382,0	1,23	46,90	132,8
Донская Степь	395,3	1,22	48,10	136,3
Этюд	370,0	1,35	50,17	142,12
Зорро	364,0	1,52	55,43	157,02
Володя	398,0	1,41	56,23	159,3
Изумруд	486,6	0,86	42,00	118,9
DF-58-03	421,3	1,16	48,83	137,2
Камышанка 3(к)	388,6	0,91	35,30	100
Еланская	493,3	0,97	48,10	136,3
Камышанка 6	400,6	1,24	49,87	141,3
Память Пожилова	386,0	0,83	31,93	90,4
Камышанка 5	460,6	1,15	52,87	149,7
Камышанка 4	371,3	1,29	47,80	135,4
НСР _{0,5}	20,3	0,06	2,2	-

Заключение. 1. Погодные условия, предшествующие севу, а также сложившиеся в сентябре 2019 г., способствовали потере полевой всхожести (до 40-64 %) и снижению потенциала озимой пшеницы уже в начальный период роста и развития.

2. Продолжительный период осенней вегетации (фактически до 17 ноября), а также многочисленные и продолжительные оттепели в течение периода покоя способствовали существенному кущению (до 10 шт./раст.) и излишнему перерасходу элементов питания.

3. Мягкая зима не оказала существенного влияния на густоту стояния озимой пшеницы и количество побегов.

4. Несмотря на раннее возобновление вегетации существенного влияния на урожайность этот период не оказал из-за отсутствия тепла и достаточного увлажнения. Таким образом, несмотря на интенсивное кущение в осенний период посевы не сохранили значительное количество продуктивных стеблей. Их количество варьировало от 318 до 520 шт./м², с преобладанием 350-450 шт./м².

5. Можно выделить следующие сорта: Володя,

Зорро, Этюд, Донская степь, которые при среднем количестве стеблей до 400 шт./м² сформировали высокую урожайность за счёт большей массы колоса.

6. Сорта озимой пшеницы Камышанка 5, Камышанка 6, Еланская, DF-58-03 сформировали урожай за счёт высокой густоты стояния продуктивных стеблей.

Литература:

1. Балашов А.В. Влияние сроков посева на качественные характеристики зерновой массы сортов озимой пшеницы / А.В. Балашов, Е.И. Крючков, А.А. Малахова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 3(31). – С. 111-115.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования): учеб. для выс. с.-х. уч. заведений / Б.А. Доспехов. – Стереотипное издание. Перепечатка с 5-го изд., доп. и переработ., 1985 г. – М.: Альянс, 2014. – 351 с.

3. Ерошенко Ф.В. Особенности фотосинтетической деятельности сортов озимой пшеницы / Ф.В. Ерошенко. – Ставрополь: Сервишкола, 2006. – 256с.

4. Иванов В.М. Производство продукции растениеводства: курс лекций / В.М. Иванов, Н.И. Тихонов – Волго-

град: Волгоградский ГАУ, 2017. – 277 с.

5. Константинов А.Р. Погода, почва и урожай озимой пшеницы. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1978. – 248 с.

6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй: зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. – М., 1989. – 194 с.

7. Методика определения силы роста семян / Сост. Л.В. Матюшенко, З.М. Калошина, Б.С. Лихачев. – М.: МСХ СССР, Государственная семенная инспекция, 1983. – 14 с.

8. Набойченко К.В. Сорты озимой пшеницы Волгоградской селекции в засушливых условиях Нижнего Поволжья / К.В. Набойченко, В.Н. Молчанов, А.А. Малахова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского

комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 3(31). – С. 95-98.

9. Прудников Е.Г. Биотехнический подход к созданию и использованию биологически активных веществ в сельском хозяйстве // Научные исследования – сельскохозяйственному производству: материалы Международной научно-практической Интернет – конференции, 2017. – С. 112-118.

10. Ступин А.С. Основы семеноведения / А.С. Ступин. – СПб.: Лань, 2014. – 384 с.

11. Тихонов Н.И. Экологические испытания сортов озимой мягкой пшеницы в условиях степной зоны черноземных почв Волгоградской области / Н.И. Тихонов, В.Л. Сапунков // Журнал «Фермер». – Май 2015. – С. 28-32.

Winter Wheat Varieties Testing Results on Light Chestnut Soils of the Volgograd Region on Different Agronomic Backgrounds

A.V. Solonkin, D.S-Kh.N., V.L. Sapunkov, K.S-Kh.N., senior researcher,

A.V. Guzenko, junior researcher, guzenko-av@vfanc.ru –

Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of agroecology RAS), Volgograd, Russia

The winter soft wheat varieties test materials on light chestnut soils of the Volgograd region are presented. The study purpose is to assess the productive and adaptive potential of new promising varieties of winter wheat from various breeding centers. Field experience has been laid at the experimental site of the FSC of agroecology RAS in a nursery located in the dry-steppe zone. The research was carried out according to the generally accepted methods of B. A. Dospikhov. The difference in autumn tillering and intensity of tillering depending on the variety was revealed. Varieties Kamyshanka 3, DF-58-03, Kamyshanka 6, Etud, Doneco and Don Byliny have a high tillering coefficient in the autumn growing season, which indicates the seeding these varieties possibility at a later time of sowing. It is established that intensive tillering in the autumn period does not always contribute to the productive stems preservation. The varieties that have the potential to generate high yields at the expense of a smaller number of productive stems with a larger spike mass are identified: Zhavoronok, Don steppe, Krasa Dona, Victoria 11, Kamyshanka 4, Etud, Stavka, Volodya, Zorro.

Keywords: winter wheat, germination, yield, stress, winter hardiness, humidity

Translation of Russian References:

1. Balashov A.V. Vliyaniye srokov poseva na kachestvennyye kharakteristiki zernovoy massy sortov ozimoy pshenitsy [Sowing dates influence on the quality characteristics of winter wheat varieties grain mass] / A.V. Balashov, Ye.I. Kryuchkov, A.A. Malakhova // Proceedings of Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex: Science and Higher Professional Education. – 2013. – # 3 (31). – P. 111-115.

2. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Field experience methodology (with the basics of research results statistical processing)]: textbook for higher agricultural educational institutions/ B.A. Dospikhov. – A stereotypical publication. Reprint from the 5th ed., additional and reworked, 1985-Moscow: Alliance, 2014. – 351 p.

3. Yeroshenko F.V. Osobennosti fotosinteticheskoy deyatelnosti sortov ozimoy pshenitsy [Winter wheat varieties photosynthetic activity features] / F.V. Yeroshenko. – Stavropol: Servishkola, 2006. – 256 p.

4. Ivanov V.M. Proizvodstvo produktsii rasteniyevodstva: kurs lektsiy [Crop production manufacturing: lectures course] / V.M. Ivanov, N.I. Tikhonov – Volgograd: Volgograd GAU, 2017. – 277 p.

5. Konstantinov A.R. Pogoda, pochva i urozhay ozimoy pshenitsy [Weather, soil and winter wheat crop]. – Leningrad: Gidrometioizdat, 1978. – 248 p.

6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokozyaystvennykh kul'tur. Vypusk vtoroy: zernovyye, krupyanyye, zernobobovyye, kukuruza i kormovyye kul'tury [State variety testing methods of agricultural crops. Issue two: crops, groats, legumes, corn and forage crops]. – Moscow, 1989. – 194 s.

7. Metodika opredeleniya sily rosta semyan [Method for determining the seed growth strength]/ Compiled by. L.V. Matyushenko, Z.M. Kaloshina, B.S. Likhachev. – Moscow: Ministry of Agriculture of the USSR, State Seed Inspection, 1983. – 14 p.

8. Naboychenko K.V. Sorta ozimoy pshenitsy Volgogradskoy seleksii v zasushlivykh usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya [Winter wheat varieties of Volgograd selection in the Lower Volga region arid conditions] / K.V. Naboychenko, V.N. Molchanov, A.A. Malakhova // Proceedings of Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex: Science and Higher Professional Education. – 2013. – # 3(31). – P. 95-98.

9. Prudnikov Ye.G. Biotekhnicheskii podkhod k sozdaniyu i ispol'zovaniyu biologicheskii aktivnykh veshchestv v sel'skom khozyaystve [Biotechnical approach to the creation and use of biologically active substances in agriculture] // Nauchnyye issledovaniya – sel'skokozyaystvennomu proizvodstvu: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy Internet – konferentsii [Scientific research on agricultural production: International scientific and practical Internet conference materials], 2017. – P. 112-118.

10. Stupin A.S. Osnovy semenovedeniya [Seed science fundamentals] / A. S. Stupin. – SPb.: Lan', 2014. – 384 p.

11. Tikhonov N.I. Ekologicheskiye ispytaniya sortov ozimoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh stepnoy zony chernozemnykh pochv Volgogradskoy oblasti [Winter soft wheat varieties ecological tests in the Chernozem soils steppe zone conditions of the Volgograd region]/N.I. Tikhonov, V.L. Sapunkov // Journal «Farmer». – May 2015. – P. 28-32.

02.10.2020 г. В сентябре ученые ФНЦ агроэкологии РАН изучили возможность обогащения деградированных пастбищ Астраханского Заволжья. Научными сотрудниками лаборатории защитного лесоразведения фитомелиорации низкопродуктивных земель Центра совместно с учеными Богдинской НИАГЛОС (филиал ФНЦ агроэкологии РАН) проведена третья экспедиция по изучению полупустынных биогеоценозов и оценке запасов почвенно-грунтовой раствора для возможности обогащения пастбищ Астраханского Заволжья средствами комплексной фитомелиорации. Экспедиция прошла в рамках программы и методики исследований на 2020 г. Ведущий научный сотрудник лаборатории, кандидат сельскохозяйственных наук Людмила Рыбашлыкова отметила, что засушливые климатические условия в течение длительного периода и повышенная пастбищная нагрузка оказали влияние на видовое разнообразие и на разобщенность растений. В настоящее время сохраняется тенденция ухудшения их состояния и деградация, а запас доступной влаги на открытых пастбищах в районе расположения объектов остался в горизонтах почвы более 2-х метров и недоступен для пастбищной растительности.

28.09.-02.10.2020 г. в онлайн-формате прошла международная научная конференция «Ботанические сады как центры изучения и сохранения фито-разнообразия», посвященная 140-летию Сибирского ботанического сада Томского государственного университета, первого ботанического учреждения в азиатской части России, одного из ведущих интродукционных центров в Западной Сибири. В конференции с онлайн-докладами выступали участники из 5 стран: Российская федерация, Республика Беларусь, Киргизская Республика и Донецкая народная республика и США. Было представлено 28 докладов, подготовленных как сотрудниками ботанических садов из Москвы, Санкт-Петербурга, Уфы, Ялты, Сочи, Якутска, Владивостока, Томска, Минска, Бишкека, Донецка, так и биологами научно-исследовательских институтов и университетов: г. Барнаул, г. Волгоград, г. Красноярск, г. Колпашево. Актуальными темами докладов были: интродукция растений, научные подходы к изучению растений, сохранение и развитие растительных коллекций в ботанических садах. Отдельный блок конференции был посвящен экопросвещению.

15.10.2020 г. Состоялась экспедиция в дельту Волги, в которой приняли участие научные сотрудники лаборатории геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов ФНЦ агроэкологии РАН. Исследования выполнялись в рамках государственного задания «Провести теоретическое и геоинформационное моделирование, мониторинг, прогноз процессов деградации компонентов агролесоландшафтов на основе аэрокосмических исследований в лесостепной, степной и пустынной зонах и разработать способы управления противодеградационными агролесомелиоративными технологиями предо-

твращения опустынивания земель, повышения их плодородия и формирования экологического каркаса», а также гранта Президента РФ для поддержки молодых ученых – кандидатов наук. Основная часть работ была посвящена традиционной тематике – исследованию геоботанических, геоморфологических и гидрогеологических особенностей речных пойм. Были получены информативные ландшафтные профили по участкам поймы и дельты Волги, Ахтубы, ериков Ильмаметьев и Гремучий. Участники экспедиции посетили Астраханский биосферный заповедник, где провели ландшафтные исследования на Дамчикском участке и познакомились с опытом заповедника в противопожарной профилактике и борьбе с ландшафтными пожарами. Сотрудники заповедника провели экскурсию в аванделту и по экологической тропе заповедника «Обретенная дельта», построенной в 2016 г. В ходе экспедиции усовершенствована методика полевых работ. Применение высокоточного спутникового приемника GNSS EFT в сочетании с традиционным геодезическим оборудованием и системой электромагнитного сканирования грунтов ОКО сделало работу более производительной и позволило получить большой объем первичного фактического материала.

21.10.2020 г. научные сотрудники ФНЦ агроэкологии РАН приняли участие в работе Московского международного форума инновационного развития «Открытые инновации». В ходе представительного собрания были обсуждены проблемы ведения высокопродуктивного и экологически чистого агро- и аквахозяйства, сделаны информационные сообщения о разработках и внедрении систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранения и эффективной переработке сельскохозяйственной продукции, создании безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания. В рамках специальной деловой программы форума выступили с докладами: «Инновационный проект агролесомелиоративного обустройства территории» (доктор с-х. наук А. Т. Барабанов); «Эффективные способы снижения пестицидной нагрузки при возделывании озимой пшеницы» (доктор с-х. наук А. В. Солонкин). Организаторы форума призвали к активной популяризации инновационных методик и рекомендаций для динамичного развития агропромышленного комплекса в регионах страны.

30.10.2020 г. в рамках национальной научной конференции с международным участием «Лесная мелиорация и эколого-гидрологические проблемы Донского водосборного бассейна» в ФНЦ агроэкологии РАН состоялось пленарное заседание, которое прошло в онлайн-формате. В мероприятии приняли участие ученые из научных организаций РФ, Казахстана, Узбекистана, Украины, хозяйствующие субъекты по отраслям АПК и природопользования. Было представлено 75 докладов. С актуальной информацией выступили представители

комитета сельского хозяйства Волгоградской области, комитета природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области. От ФНЦ агроэкологии РАН в работе конференции приняли участие академик РАН К. Н. Кулик, академик РАН А. С. Рулев, научные сотрудники лабораторий Центра. Директор Центра А. И. Беляев в выступлении озвучил актуальные проблемы Донского водосборного бассейна, обозначил ключевые направления их решения и призвал научное сообщество к активной работе в данной области.

10.11.2020 г. В Минобрнауки России подвели итоги очередного отбора программ по созданию и развитию селекционно-семеноводческих центров. В рамках отбора в Минобрнауки России поступило 49 заявок. Из них для рассмотрения на заседании Межведомственного совета было отобрано 25. Важными критериями отбора стали имеющийся научный задел организаций и научно-технологической инфраструктуры, развитие кадрового потенциала, кооперация с предприятиями реального сектора экономики и вклад в реализацию Доктрины продовольственной безопасности. По результатам состоявшегося обсуждения был утвержден список из 15 организаций, на базе которых будут созданы селекционно-семеноводческие центры по 9 приоритетным направлениям: 1. Направление «Соя»: Всероссийский научно-исследовательский центр сои, Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур; 2. Направление «Картофель»: Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр РАН»; 3. Направление «Зерновые культуры»: Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения РАН, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН; 4. Направление «Плодовые культуры»: Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур; 5. Направление «Овощные культуры»: Федеральный научный центр овощеводства, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 6. Направление «Кормовые культуры»: Уфимский федеральный исследовательский центр РАН, Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса; 7. Направление «Древесные и кустарниковые породы»: Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения; 8. Направление «Сахарная свекла»: Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова; 9. Направление «Эфиромасличные культуры»: Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма.

11.11.2020 г. ФНЦ агроэкологии РАН оказал благотворительную помощь городской клинической больнице №1 им. С.З. Фишера (г. Волжский). Осенью 2020 года высажено более полусотни саженцев голубой ели и сосны. Директор Камышинского

питомника ФНЦ агроэкологии РАН Сапронова Д.В. прокомментировала, что акция по оказанию помощи в озеленении и благоустройстве территории проведена по инициативе директора ФНЦ агроэкологии РАН Беляева А.И. Породы деревьев были выбраны целенаправленно – они наиболее адаптированы к песчаным почвам, на которых расположена больница и отличаются высокой устойчивостью к климатическим и природным условиям региона.

16.11.2020 г. Сотрудниками Новосильской ЗАГЛОС – филиала ФНЦ агроэкологии РАН – проведена работа по реконструкции защитных лесных насаждений. Работы выполнены в рамках государственного задания по разработке системы агролесомелиоративных мероприятий в адаптивно-ландшафтном земледелии на юге Нечерноземной зоны. Также научными работниками была осуществлена посадка и рубки ухода. Реконструкция защитных лесных насаждений проводилась в целях коренного изменения схемы смешения древесных и кустарниковых пород, состава, конструкции или размеров защитных лесных насаждений, а также улучшения общего состояния насаждений и увеличения их долговечности. В ходе подготовки к проведению исследований по осуществлению экспериментальной оценки влияния комбинированных защитных лесных полос с низкорослым кустарником спиреи японской (*Spiraea japonica* Froebelii) на природные факторы эрозионно-гидрологического процесса на эродированных склоновых почвах были заложены стоковые площадки.

24.11.2020 г. во Всероссийском научно-исследовательском институте орошаемого земледелия (г. Волгоград) состоялось заседание региональной комиссии по Волгоградской области по формированию предложений о внесении изменений в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. В ходе подведения итогов по сортоиспытанию селекционных достижений к районированию было предложено 41 наименование, в их числе 5 сортов озимой пшеницы, 2 сорта яровой пшеницы, 12 гибридов кукурузы и 16 гибридов подсолнечника.

16.12.2020 г. Подведены итоги XXV региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области, состоявшейся на онлайн-платформе Волгоградского государственного социально-педагогического университета. Победителями финального этапа в рамках направления «Биология и география» стали научные сотрудники ФНЦ агроэкологии РАН: 1 место – Асель Берденгалиева. Тема доклада: «Оценка точности автоматизированных алгоритмов идентификации выгоревших площадей в условиях речных пойм». 3 место – Александр Васильченко и Артём Выприцкий. Тема доклада: «Мониторинг динамики площадей водохранилищ полуострова Крым по данным ДЗЗ». Работы участников конференции оценивались исходя из практической, теоретической, социально-экономической значимости, учитывалась научная или техническая новизна, а также личный вклад авторов.

В осенний период 2020 года научные сотрудники Богдинской НИАГЛОС – филиал ФНЦ агроэкологии РАН – провели исследования по разработке научных основ, новых методов, моделей и технологий эффективного лесомелиоративного освоения и многоцелевого использования низко продуктивных и деградированных земель засушливой зоны Российской Федерации.

В рамках научных работ выявлены закономерности роста, развития и деградации древостоя вяза, состояния пастбищных экосистем под пологом и вокруг насаждений, изучены особенности роста, формирования и долговечности пастбищезащитных насаждений из вяза приземистого на песчаных землях полупустыни. Также разработаны новые методы, приемы выращивания и повышения долговечности древесного яруса на полупустынных пастбищах Астраханского Заволжья, сформирована прогнозная оценка долговечности древостоев вяза приземистого. В ходе исследований получены новые экспериментальные данные по закономерности роста, развития и деградации древостоя, изучено влияние лесорастительных условий и площади питания на рост и состояние древостоя вяза.

На основании исследований 2019-2020 гг. учеными Центра разработана классификация экотопов Астраханского Заволжья по пригодности для выращивания защитно-теневых насаждений из вяза приземистого на пастбищных землях.





В декабре 2020 года научные сотрудники ФНИЦ агроэкологии РАН провели исследования по разработке проекта агролесомелиоративного устройства защитных лесных насаждений на землях городского округа г. Михайловка Волгоградской области по заказу администрации с целью улучшения эколого-социальных условий и озеленения региона. Ученые определили ряд мелиоративных показателей и характеристик насаждений. В ходе исследований проанализирована геоморфология земельного участка, его гидрологические, гидрогеологические, инженерно-геологические и почвенно-мелиоративные условия.