

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ и ПРИКЛАДНЫЕ
ПРОБЛЕМЫ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО
КОМПЛЕКСА

№2(48) 2021

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-48-2

Главный редактор:

А. Ф. Туманян – д. с.-х. н., проф.

Редакционный совет:

Н. Н. Дубенок, академик РАН, д.с.–х.н., проф.; В. М. Косолапов – академик РАН, д.с.–х.н., проф.; А. Л. Иванов – академик РАН, д.б.н., проф.; К. Н. Кулик – академик РАН, д.с.–х.н., проф.; В. Г. Плющиков – д.с.–х.н., проф.; д.с.–х.н., проф.; Ш. Б. Байрамбеков – д.с.–х.н., проф., заслуженный агроном РФ; С. Р. Аллахвердиев – академик РАЕ, д.б.н., проф.; С. Н. Еланский – д.б.н.; М. М. Оконов – член–корр. РАЕН, д.с.–х.н., проф.; В. Ф. Пивоваров – академик РАН, д.с.–х.н., проф.; П. Ф. Кононков – академик АНИРР, д.с.–х.н., проф.; Ю. В. Трунов – д.с.–х.н., проф.; М. С. Гинс – член–корреспондент РАН, д.б.н., проф.; Н. В. Тютюма – д.с.–х.н., проф. РАН; А. Н. Арилов – д.с.–х.н., проф.; Ю. А. Ватников – д.в.н., проф.; Н. В. Донкова – д.в.н., проф.; Т. С. Кубатбеков – д.б.н., доцент; Е. М. Ленченко – д.в.н., проф.; В. Е. Никитченко – д.в.н., проф.; Н. Н. Балашова – д.э.н., проф.; В. М. Пизенгольц – д.э.н., проф.; В. С. Семенович – д.э.н., проф.; Н. Н. Скитер – д.э.н., проф.; Р. С. Шепитько – д.э.н., проф.; Т. В. Папаскири – д.э.н., проф.; В. Ф. Гороховский – д.с.–х.н., доцент

Head editor:

A. F. Tumanyan – Dr. Agr. Sci., Prof.

Editorial Board:

N. N. Dubenok, RAS memb., V. M. Kosolapov – RAS memb.; A. L. Ivanov – RAS memb.; K. N. Kulik – RAS memb.; V. G. Plyushchikov – Dr.Sc.agr.; H. B. Bajrambekov – Dr.Sc.agr.; S. R. Allahverdiev – RAN memb.; S. N. Elanskij – Dr.Sc.biol.; M. M. Okonov – RAEN cor.m.; V. F. Pivovarov – RAS memb.; P. F. Kononkov – ANIRR memb.; Yu. V. Trunov – Dr.Sc.agr.; M. S. Gins – RAS cor.m.; N. V. Tyutyuma – Dr.Sc.agr.; A. N. Arilov – Dr.Sc.agr.; Yu. A. Vatnikov – Dr.Sc.vet.; N. V. Donkova – Dr.Sc. vet.; T. S. Kubatbekov – Dr.Sc.biol.; E. M. Lenchenko – Dr.Sc.vet.; V. E. Nikitchenko – Dr.Sc.vet.; N. N. Balashova – Dr.Sc.econ.; V. M. Pizengol'c – Dr.Sc. econ.; V. S. Semenovich – Dr.Sc.econ.; N. N. Skiter – Dr.Sc.econ.; R. S. SHepit'ko – Dr.Sc.econ.; T. V. Papaskiri – Dr.Sc.econ.; V. F. Gorokhovskiy – Dr.Sc. agr.

Содержание

Общее земледелие, растениеводство

- Ш. Б. Байрамбеков, В. А. Батыров, Г. В. Гуляева*
Урожайность и качество плодов томата при использовании некорневой подкормки 3
- Р. М. Магомедов, М. Р. Мусаев, А. А. Магомедова, З. М. Мусаева*
Влияние биогумуса и регуляторов роста на урожайность раннего картофеля в условиях Терско-Сулакской подпровинции Республики Дагестан 7
- М. А. Толкачева, А. В. Гурылева, В. В. Введенский*
Мультиспектральное исследование томатов с различным уровнем содержания калия, как элемента минерального питания 11
- Ю. Н. Плескачев, Ю. А. Лаптина, О. Г. Гиченкова*
Поукосный анализ продуктивности суданской травы в зависимости от норм высева и минерального питания 15
- Е. Н. Пакина*
Влияние норм и видов минеральных удобрений на урожайность агрофитоценозов в звене зернового севооборота 21
- Ю. Н. Плескачев, Ю. А. Лаптина, О. Г. Гиченкова*
Оценка биохимического состава и питательной ценности суданской травы при возделывании на зеленый корм 26

Плодоводство, виноградарство

- И. А. Фесютин, О. О. Белошапкина, Ю. В. Воскобойников*
Влияние сорта, скелетообразователя и возраста дерева на распространенность ржавчины груши 32

Мелиорация, рекультивация и охрана земель

- А. П. Демин*
Водообеспечение сельского хозяйства в бассейне реки Дон: тренды, проблемы, прогноз 38
- Н. Н. Хожанов, Д. М. Нурабаев, Х. И. Турсынбаев*
Проблемы водопользования и связь с экосистемными услугами 46

Селекция и семеноводство

- Л. М. Соколова, Е. В. Романова, А. Н. Ховрин*
Расчет динамики устойчивости моркови столовой через отборы исходного материала на инфекционном фоне по критерию χ^2 51

Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных

- Г. Я. Брызгалов, Л. С. Игнатович*
Домашний северный олень на Чукотке: современное состояние генофонда 56

Редактор
О. В. Любименко

Оформление и верстка
В. В. Земсков

Адрес редакции:
111116, Москва,
ул. Авиамоторная, 6,
тел./факс: (499) 507-80-45,
e-mail: agrobio@list.ru.
Интернет: <http://www.nitu.ru>

При перепечатке любых
материалов ссылка на журнал
«Теоретические и прикладные
проблемы агропромышленного
комплекса» обязательна.

Журнал зарегистрирован
Федеральной службой по надзору
в сфере связи и массовых
коммуникаций.
Свидетельство о регистрации
СМИ ПИ ФС77-35867 от 31 марта
2009 года.

ISSN 2221-7312

Включен в перечень изданий
Высшей аттестационной комиссии
Министерства образования
и науки РФ

Формат 60 × 84 1/8

Тираж 1000 экз.

Редакция не несет ответственности за достоверность информации в материалах, в том числе рекламных, предоставленных авторами для публикации. Материалы авторов не возвращаются.

Отпечатано в ООО ИПФ «СТРИНГ»
424006, Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола, ул. Строителей, 95

THEORETICAL & APPLIED PROBLEMS OF AGRO-INDUSTRY

№2(48) 2021

Contents

General Agriculture, Crop Production

S. B. Bayrambekov, V. A. Batyrov, G. V. Gulyaeva
Effect of Foliar Fertilization on Yield
and Quality of Tomato Fruits 3

R. M. Magomedov, M. R. Musaev, A. A. Magomedova, Z. M. Musaeva
Influence of Biohumus and Growth Regulators on Productivity
of Early Potatoes in Tersko-Sulak Subprovince
of the Republic of Dagestan 7

M. A. Tolkacheva, A. V. Guryleva, V. V. Vvedenskiy
Multispectral Research of Tomato Leaves with Different Content
of Potassium, as the Element of the Mineral Nutrition 11

Y. N. Pleskachev, J. A. Laptina, O. G. Gichenkova
Productivity of Sudan Grass Depending
on Seeding Rates and Fertilizing 15

E. N. Pakina
Influence of Standards and Types of Mineral Fertilizers
on the Yield Of Agrophytoocenoses in the Link of Grain Crop Rotation 21

Y. N. Pleskachev, J. A. Laptina, O. G. Gichenkova
Biochemical Composition and Nutritional Value
of Sudan Grass Green Biomass 26

Fruit Growing, Vine Growing

I. A. Fesyutin, O. O. Beloshapkina, Yu. V. Voskoboynikov
The Influence of the Variety Skeletonizer
and the Age of the Tree on the Prevalence of Pear Rust 32

Land Reclamation, Restoration and Conservation

A. P. Demin
Water Supply for Agriculture in the Don River Basin:
Trends, Problems, Forecast 38

M. N. Khozhanov, D. M. Nurabaev, K. I. Tursynbayev
Problems of Water Use and Relationship with Ecosystem Services 46

Selection and Seed Farming of Agricultural Plants

L. M. Sokolova, E. V. Romanova, A. N. Khovrin
Calculation of the Dynamics of the Stability of Table Carrots
Through the Selection of the Source Material on an Infectious Background
According to the Criterion χ^2 51

Farm Animal Breeding and Genetics

G. Y. Bryzgalov, L. S. Ignatovich
Domesticated Reindeer in Chukotka:
The Current State of the Gene Pool 56

Урожайность и качество плодов томата при использовании некорневой подкормки

УДК 631.559:635.64:631.816.12

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-48-2-3-6

Ш. Б. Байрамбеков¹ (д.с.–х.н.), В. А. Батыров² (к.с.–х.н.),
Г. В. Гуляева¹ (к.с.–х.н.)

¹ВНИИООБ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН»,

²Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова,
pniiaz@mail.ru

Исследования проводились в Яшкульском районе Республики Калмыкия на томате сорта Астраханский при капельном орошении. Проведение научных исследований, направленных на повышение урожайности овощных культур и получение качественной продукции, является актуальным, способствует увеличению производства овощей в сельскохозяйственном секторе Калмыкии. Некорневые подкормки растений томата в период вегетации быстрорастворимыми минеральными удобрениями служат корректирующим фактором в системе питания в связи с быстрым усвоением питательных элементов растениями. В статье приведены данные применения в некорневых подкормках органоминерального удобрения Экофус (2 л/га) и мочевины (1%) (эталон), их влияние на формирование биометрических показателей и урожайность томата в природно-климатических условиях Республики Калмыкия. Полученные экспериментальные данные показали, что четырехкратная некорневая подкормка томата удобрением Экофус способствовала активизации ростовых процессов, нарастанию листовой поверхности и увеличивала количество завязавшихся плодов на растении. Максимальные биометрические показатели растений отмечены в фазу плодообразования. При некорневых подкормках Экофус площадь листьев увеличилась на 12,8 тыс. м²/га, при опрыскивании мочевиной на 11,1 тыс. м²/га, в сравнении с опрыскиванием водой (контроль). Улучшение питания при подкормках Экофус способствовало повышению урожайности томата на 19,7% по отношению к контролю и на 9,5 % по отношению к эталону. При совместном применении в некорневых подкормках мочевины и Экофуса урожайность увеличилась на 17,8%, по сравнению с контролем, и на 7,9% в сравнении с эталоном. Некорневые подкормки способствовали формированию плодов с высоким качеством, содержание сухого вещества в среднем составляло 6,52%, против 5,85% на контрольном варианте, сумма сахаров превышала на 0,78%. Содержание нитратов в плодах находилось ниже ПДК (150 мг/кг).

Ключевые слова: томат, растение, листья, площадь листьев, опрыскивание, некорневая подкормка, урожайность, качество.

Введение

Одним из главнейших регионов товарного овощеводства и бахчеводства является юг Европейской части России. Большая часть территории Республики Калмыкия относится к зоне рискованного земледелия, характеризуется крайней засушливостью климата и дефицитом водных ресурсов, в связи с этим достижение высокой продуктивности сельскохозяйственных культур возможно только в условиях ведения орошаемого земледелия [1]. В последние годы в сельскохозяйственном секторе Калмыкии увеличилось производство овощей, выросли посевные площади под овощами открытого грунта. В практическом земледелии республики первоочередной задачей является необходимость проведения научных разработок, способствующих повышению урожайности овощных культур и обеспечивающих получение качественной продукции. Для повышения производительности земледелия республики важной задачей является изучение минерального питания овощных культур с учетом климатических условий зоны, и на конкретной почвенной разности [2]. Одной из наиболее популярных инноваций в растениеводстве в настоящее время является использование

микроудобрений, содержащих питательные вещества в хелатной форме [3].

В районах орошаемого овощеводства среди овощных культур, возделываемых в открытом грунте, особое место занимает томат. Целесообразность его возделывания объясняется большим спросом у населения и высокой рентабельностью производства. Следует отметить, что эффективность производства томатов сильно зависит от сочетания многих факторов: уровня агротехники, режима орошения, минерального питания и других [4, 5]. Важным элементом в технологии возделывания томата является своевременное поступление в органы растений минеральных элементов, использование новых видов удобрений, содержащих элементы питания в легкодоступной форме.

В течение вегетационного периода растения томата неравномерно потребляют элементы питания. Отношение к условиям минерального питания меняется в зависимости от фазы развития растений и условий обеспеченности почвы питательными элементами и влагой [6]. Основное количество элементов питания поступает в почву с минеральными удобрениями. С помощью применения различного рода подкормок осуществляется корректировка роста и развития овощных растений.

Одним из видов подкормок является проведение обработок по листу — некорневые подкормки. Такие подкормки повышают интенсивность фотосинтетической деятельности, способствуют формированию высокой продуктивности растений и реализации потенциальной урожайности сорта в определенных почвенно-климатических условиях [7]. Исследования многих авторов, проведенные в различных зонах, показали, что наиболее оптимальным и доступным способом усвоения растением микроэлементов является водорастворимая хелатная форма удобрений. Некорневые (листовые) подкормки позволяют восполнить дефицит микроэлементов в течение короткого периода времени. Хелаты значительно активнее обычных микроэлементов и, хотя они растворимы в воде, при обработке не смываются с листьев, а усваиваются растением. Важным показателем является и то, что микроэлементы в готовом хелатном микроудобрении более сбалансированы, чем в смеси простых солей [8].

Цель работы — изучить действие некорневых подкормок органоминеральным удобрением Экофус на продуктивность и качество плодов томата при орошении в почвенно-климатических условиях Республики Калмыкия.

Материал и методы исследования

Объектом исследований являлось органоминеральное удобрение Экофус, изготовленное на основе водорослей. В состав удобрения входит более 42 компонентов, в том числе макро и микроэлементы, белки, аминокислоты, минералы и органические вещества. Микроэлементы, входящие в состав, находятся в хелатированной форме, легко доступной для растений. Применение удобрений, созданных на основе натурального сырья, дает возможность получать экологически чистую продукцию, ценную для здоровья населения.

Схема опыта предусматривала варианты:

- 1) контроль (обработка водой);
- 2) некорневые подкормки Экофус (2 л/га);
- 3) некорневые подкормки мочевиной (1%) (эталон);
- 4) некорневые подкормки мочевиной (1%) + Экофус (2 л/га).

Некорневые подкормки растений томата осуществлялись с помощью ручного опрыскивателя с расходом рабочего раствора 300 л/га. Предварительно на всем участке было проведено фоновое внесение минеральных удобрений в дозе, рекомендованной под томаты в данном регионе.

Обработки на опыте проводили по фазам развития культуры: 1 — на 4 день после посадки рассады, 2 — цветение 1-2 кисти, 3 — цветение 3-4 кисти, 4 — налив плодов 1 кисти.

Сорт томата Астраханский, площадь опытной делянки 28 м², учетной — 14 м², повторность в опыте трехкратная, густота стояния 38 тыс. растений на 1 га.

Полевой опыт по изучению эффективности использования некорневых подкормок при выращивании томатов в открытом грунте был проведен в КФХ «Ветераны милиции» в Яшкульском районе. Хозяйство занимается выращиванием овощных и бахчевых культур: томат, огурцы, капуста белокочанная, лук репчатый, перцы, арбузы, дыни. Полив проводился капельным способом. Оросительная норма в среднем составляла 3500 м³. Перед высадкой рассады в открытый грунт на участке провели обработку гербицидом. Рассаду выращивали в неотапливаемых теплицах. При образовании 1-2 настоящих листьев проводили пикирование рассады для утолщения стебля растения. Рассаду высаживали в открытый грунт в возрасте 45–50 дней. Схема посадки широкорядная, расстояние между рядами 1,4 м. Уборка урожая проводилась вручную, при массовом созревании плодов, отдельно с каждой делянки.

Почва опытного участка характеризуется как светло-каштановая, среднесуглинистая, с низким содержанием легкогидролизуемого азота — 60,8 мг/кг (по Корнфилду) и подвижного фосфора — 47,6 мг/кг (по Мачигину), содержание обменного калия повышенное — 299,1 мг/кг (в 1% углеаммонийной вытяжке). Содержание гумуса — 1,3–1,4% (по Тюрину). Реакция почвенного раствора щелочная pH = 7,8.

Учеты и исследования осуществлялись в соответствии с методикой полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве В. Ф. Белик, 1992. Математическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [9, 10].

Результаты исследования и их обсуждение

Рассада томата после высадки в открытый грунт имеет ослабленную корневую систему, и первые трое суток, в период приживания трудно усваивает питательные вещества из почвы. Проведение первой некорневой подкормки удобрением Экофус способствовало активизации ростовых процессов и нарастанию листовой поверхности. Аналогичные результаты отмечены и на вариантах с некорневой подкормкой мочевиной и совместном применении мочевины с Экофус, что подтверждалось данными биометрических измерений. Проведение последующих опрыскиваний показало, что к фазе цветения 1 кисти на вариантах с обработкой Экофус растения томата превосходили контрольный вариант по длине главного стебля на 0,13 м, по количеству образовавшихся листьев на 7,2 шт./раст. На варианте с совместным применением мочевины и Экофус растения превышали контроль на 7,3 шт./раст. по количеству листьев. В фазу плодообразования площадь листьев увеличилась при некорневых подкормках Экофус на

12,8 тыс. м²/га, при опрыскивании мочевиной на 11,1 тыс. м²/га в сравнении с контрольным вариантом. Максимальное количество листьев и общая площадь листовой поверхности были сформированы при совместном применении мочевины и Экофус, где растения имели превышение площади листьев по отношению к контролю 13,3 тыс. м²/га. Некорневые подкормки Экофусом стимулировали образование большего количества завязавшихся плодов, что способствовало повышению урожайности томата, которая превысила на 19,7% контроль и на 9,5% эталон. При совместном применении в некорневых подкормках мочевины и Экофуса урожайность увеличилась на 17,8% по сравнению с контролем и на 7,9% в сравнении с эталоном.

Важным показателем эффективности применения некорневых подкормок на томате является качество произведенной продукции. Биохимический анализ плодов показал, что на удобренных вариантах среднее содержание сухого вещества составляло 6,52%, против 5,85% на контрольном варианте, сумма сахаров

превышала на 0,78%. Содержание нитратов в плодах находилось ниже ПДК (150 мг/кг).

Выводы

Применение органоминерального удобрения Экофус на томатах в виде некорневой подкормки, является эффективным приемом, что подтверждают полученные экспериментальные данные. Проведение четырех некорневых подкормок в основные фазы развития растений томата на фоне основного минерального питания способствовало активизации ростовых процессов и интенсивному формированию листовой поверхности, что стимулировало процессы плодообразования. Урожайность томата под влиянием обработок Экофус увеличилась на 19,7% в сравнении с контролем и на 9,5% превысила эталон (мочевина 1%). Совместное применение в обработках мочевины и Экофус способствовало нарастанию листовой поверхности, но не увеличивало образование плодов, при этом урожайность увеличилась на 17,8% по сравнению с контролем и на 7,9% в сравнении с эталоном.

Литература

1. Казахмедов Р.Э., Пулатова К.Д. Влияние регуляторов роста на продуктивность томата // Перспективы использования новых форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: материалы докладов участников 8-ой конференции «Анапа-2014». – М.: ВНИИА. – 2014. – С. 137–139.
2. Батыров В.А. Особенности выращивания рассады томата и элементы агротехнических приемов в условиях центральной зоны Калмыкии // Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства Юга России: материалы научно-практической конференции. – 2017. – С. 73–76.
3. Методические указания по проведению регистрационных испытаний новых форм удобрений, биопрепаратов и регуляторов роста растений/ под ред. членов-корреспондентов Россельхозакадемии А.А. Завалина и А.И. Еськова. – М.: ВНИИА, 2009. – 104 с.
4. Авдеев А.Ю. Селекция томата для разных целей использования, классификация сортов и технологии выращивания в Нижнем Поволжье. Астрахань. 2012. – 211 с.
5. Кузнецов Ю.В. Влияние условий возделывания на продуктивность томатов // Проблемы социально-экономического развития аридных территорий России. – М. – 2001. – Т. 1. – С. 235–236.
6. Кигашпаева О.П., Джабраилова В.Ю., Лаврова Л.П. Инновации в селекции овощных и бахчевых культур // Новые элементы в технологии возделывания сельскохозяйственных культур в аридной зоне юга России: сб. науч. тр. – Астрахань. – 2019. – С. 71–75.
7. Гуляева Г.В., Байрамбеков Ш.Б., Гарьянова Е.Д. Действие некорневых подкормок на продуктивность томата в условиях дельты Волги // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Волгоград. – 2019. – 32 (54). – С. 63–69.
8. Зверева М. В. Эволюция рынка удобрений в России // Картофель и овощи. – 2018. – №7. – С. 7–9.
9. Белик В.Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. – М.: Агропромиздат, 1992. – 319 с.
10. Доспехов Б.А. Методика опытного дела. – М.: Агропромиздат, 1985. – 215 с.

References

1. Kazakhmedov R.E., Pulatova K.D. Influence of growth regulators on tomato productivity // Prospects for the use of new forms of fertilizers, protective agents and plant growth regulators in agricultural technologies of agricultural crops: materials of reports of participants of the 8th conference "Anapa-2014". – M.: VNIIA. – 2014. – S. 137-139.
2. Batyrov V.A. Features of growing tomato seedlings and elements of agrotechnical techniques in the central zone of Kalmykia // Problems and prospects for the development of agriculture in the South of Russia: materials of a scientific and practical conference. -2017. – S. 73-76.
3. Methodological instructions for conducting registration tests of new forms of fertilizers, biological products and plant growth regulators / ed. A.A. Corresponding Members of the Russian Agricultural Academy Zavalin and A.I. Eskova. – M.: VNIIA, 2009. - 104 p
4. Avdeev A.Yu. Selection of tomatoes for different purposes of use, classification of varieties and cultivation technologies in the Lower Volga region. Astrakhan. 2012. – 211 p.

5. Kuznetsov Yu.V. The influence of cultivation conditions on the productivity of tomatoes // Problems of socio-economic development of arid territories of Russia. – M. – 2001. – Т. 1. – С. 235-236.
6. Kigashpaeva O.P., Dzhabrailova V.Yu., Lavrova L.P. Innovations in the selection of vegetables and melons // New elements in the technology of cultivation of agricultural crops in the arid zone of the south of Russia: collection of articles. scientific. tr. – Astrakhan. – 2019. – С. 71-75.
7. Gulyaeva G.V., Bairambekov Sh.B., Garyanova E.D. The effect of foliar dressing on tomato productivity in the Volga delta // News of the Nizhnevolsky agro-university complex. Volgograd. – 2019. – 32 (54). – С. 63-69.
8. Zvereva M.V. Evolution of the fertilizer market in Russia // Potatoes and vegetables. – 2018. – No. 7. – P.7-9.
9. Belik V.F. Metodika opytnogo dela v ovoshchevodstve i bahchevodstve. – M.: Agropromizdat, 1992. – 319 s.
10. Dospikhov B.A. Metodika opytnogo dela. – M.: Agropromizdat, 1985. – 215 s.

S. B. Bayrambekov¹, V. A. Batyrov², G. V. Gulyaeva¹

¹Precaspian agrarian federal scientific center of the Russian academy of sciences,

²Kalmyk State University

pniiaz@mail.ru

EFFECT OF FOLIAR FERTILIZATION ON YIELD AND QUALITY OF TOMATO FRUITS

The experiments were carried out in the Yashkul region, Republic of Kalmykia. Tomato cv. Astrakhansky was grown under drip irrigation. Scientific research aimed at increasing yield and quality of vegetable crops is relevant, it contributes to an increase in vegetable production in the agricultural sector of Kalmykia. Foliar dressing with rapidly dissolving mineral fertilizers during the growing season is a corrective factor in tomato fertilization due to the rapid assimilation of nutrients. The article presents results of organo-mineral fertilizer (Ekofus, 2 l/ha) and urea (1%) foliar dressing applications, their influence on tomato biometric indicators and yield in the Republic of Kalmykia. The experimental data showed that four foliar dressing applications with Ekofus fertilizer promoted the activation of tomato growth processes, increased leaf surface and number of fruits per plant. The superior biometric parameters of plants were noted at the fruit development stage. Foliar applications with Ekofus increased leaf area by 12.8 thousand m²/ha, spraying with urea – by 11.1 thousand m²/ha compared to the control (spraying with water). Ekofus foliar applications resulted in tomato yield increase by 19.7% and 9.5% compared to the control and urea spraying, respectively. Combined application of urea and Ekofus in foliar dressing increased tomato yields by 17.8% and 7.9% compared to the control and urea spraying, respectively. Foliar fertilizing contributed to formation of high-quality tomato fruits, dry matter content averaged 6.52%, compared to 5.85% in the control, sugar content exceeded by 0.78%. Amount of nitrates in fruits was below the permissible levels (150 mg/kg).

Key words: tomato, plant, leaves, leaf area, spraying, foliar fertilization, yield, quality.

Влияние биогумуса и регуляторов роста на урожайность раннего картофеля в условиях Терско-Сулакской подпровинции Республики Дагестан

УДК 635.21: 631.811.98] : 631.559
DOI: 10.32935/2221-7312-2021-48-2-7-10

Р. М. Магомедов, М. Р. Мусаев (д.б.н.),
А. А. Магомедова (к.с.-х.н.), **З. М. Мусаева** (к.с.-х.н.)
ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ»,
usaman_magomedov_92@mail.ru

С целью совершенствования элементов технологии выращивания сортов раннего картофеля, на фоне применения биогумуса и регуляторов роста, в орошаемых условиях Терско-Сулакской подпровинции Дагестана в период с 2018 по 2020 гг. были проведены полевые исследования. В результате выявлено, что наибольшие показатели фотосинтетической деятельности сорта картофеля сформировали на вариантах с регуляторами роста и с биогумусом. Так, при предпосевной обработке регулятором роста Циркон площадь листьев в среднем по сортам возросла на 10,4%, а в случае применения регулятора Экстрасол — на 8%. При внесении в почву биогумуса дозой 7,5 т/га листовая поверхность увеличилась на 14,5%, а на фоне совместного использования биогумуса с регуляторами роста — соответственно на 19,1 и 17,1%. Аналогичная ситуация наблюдалась также по другим показателям фотосинтетической деятельности посевов. Из изучаемых сортов картофеля максимальные данные фотосинтетической деятельности были у сортов Жуковский ранний и Предгорный. Минимальные показатели отмечены у сорта Волжанин. При комплексном применении биогумуса и регулятора Циркон отмечена максимальная урожайность сортов картофеля. В среднем по сортам урожайность составляла 34,8 т/га. Превышение по сравнению с контрольным вариантом составляло 34,4%. Достаточно высокие и примерно одинаковые урожайные данные (30,6–32,3 т/га) наблюдались также на делянках с внесением только биогумуса с регулятором Экстрасол, что выше данных контроля соответственно на 18,1 и 24,7%. Среди изучаемых сортов наибольшую урожайность клубней обеспечили сорта Жуковский ранний и Предгорный.

Ключевые слова: орошаемая зона Дагестана, ранний картофель, сорт, биогумус, регулятор роста, урожайность.

Введение

Согласно данным многих исследователей, для повышения продуктивности картофеля необходимо усовершенствовать технологию её выращивания, а также подбирать для каждой почвенно-климатической зоны такие сорта, которые способны реализовать в полной мере свой биоклиматический потенциал [1, 3, 8].

Как считают некоторые исследователи, решить вышеизложенную проблему возможно при внедрении в технологию возделывания сельскохозяйственных культур (в том числе и картофеля) биогумуса и регуляторов роста [4, 6, 7, 11, 12, 13].

В последние годы в орошаемой низменной зоне Республики Дагестан стали уделять внимание возделыванию раннего картофеля. Однако площади посадок и урожайность данной культуры невысокие - в основном по причине отсутствия высокоурожайных сортов и несовершенства технологии её выращивания [1, ;9, 10]. Следовательно, подводя итог вышеизложенному, можно отметить, что актуальным является проведение научных исследований в вышеуказанной зоне Дагестан для повышения продуктивности раннего картофеля.

Цель исследований — повышение урожайности и качества раннего картофеля на основе применения

биогумуса и регуляторов роста в орошаемых условиях Терско-Сулакской подпровинции Республики Дагестан.

Материал и методы исследования

Полевой опыт по совершенствованию элементов технологии возделывания сортов раннего картофеля проводился на светло-каштановых почвах КФХ «Умагджиев Ималмахсуд Магомедович», расположенного в Бабаюртовском районе в период с 2018 по 2020 гг. по следующей схеме.

Фактор А. Сравнительная продуктивность сортов раннего картофеля. В качестве объекта исследований были выбраны следующие сорта картофеля: Волжанин (стандарт), Жуковский ранний, Удача, Предгорный, Невский.

Фактор Б. Влияние биогумуса и регуляторов роста на формирование урожайности сортов картофеля, приведенных в факторе А. Изучались следующие варианты: 1) Контроль (без применения биогумуса и регуляторов роста); 2) Циркон (0,5 мл/л); 3) Экстрасол (100 мл/л); 4) Биогумус 7,5 т/га; 5) Биогумус 7,5 т/га + Циркон (0,5 мл/л); 6) Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол (100 мл/л).

Площадь опытной делянки — 50 м². Схема посадки — 0,70 × 0,25 м, повторность опыта — 4-кратная.

Биогумус вносили локально в процессе посадки картофеля, а предпосадочную обработку клубней вышеуказанными регуляторами роста проводили дозами соответственно 0,5 и 100 мл/л. Расход рабочего раствора для обработки клубней составил 10 л/т.

Предшественником картофеля была озимая пшеница.

Способ полива – поверхностный самотечный, по бороздам. Сроки проведения вегетационных поливов назначали при снижении влажности почвы до 75–80 % НВ.

Исследования были проведены на светло-каштановых почвах, которые характеризуются низким содержанием гидролизуемого азота и подвижного фосфора, высоким содержанием обменного калия.

Во время проведения эксперимента проводили следующие наблюдения и учёт.

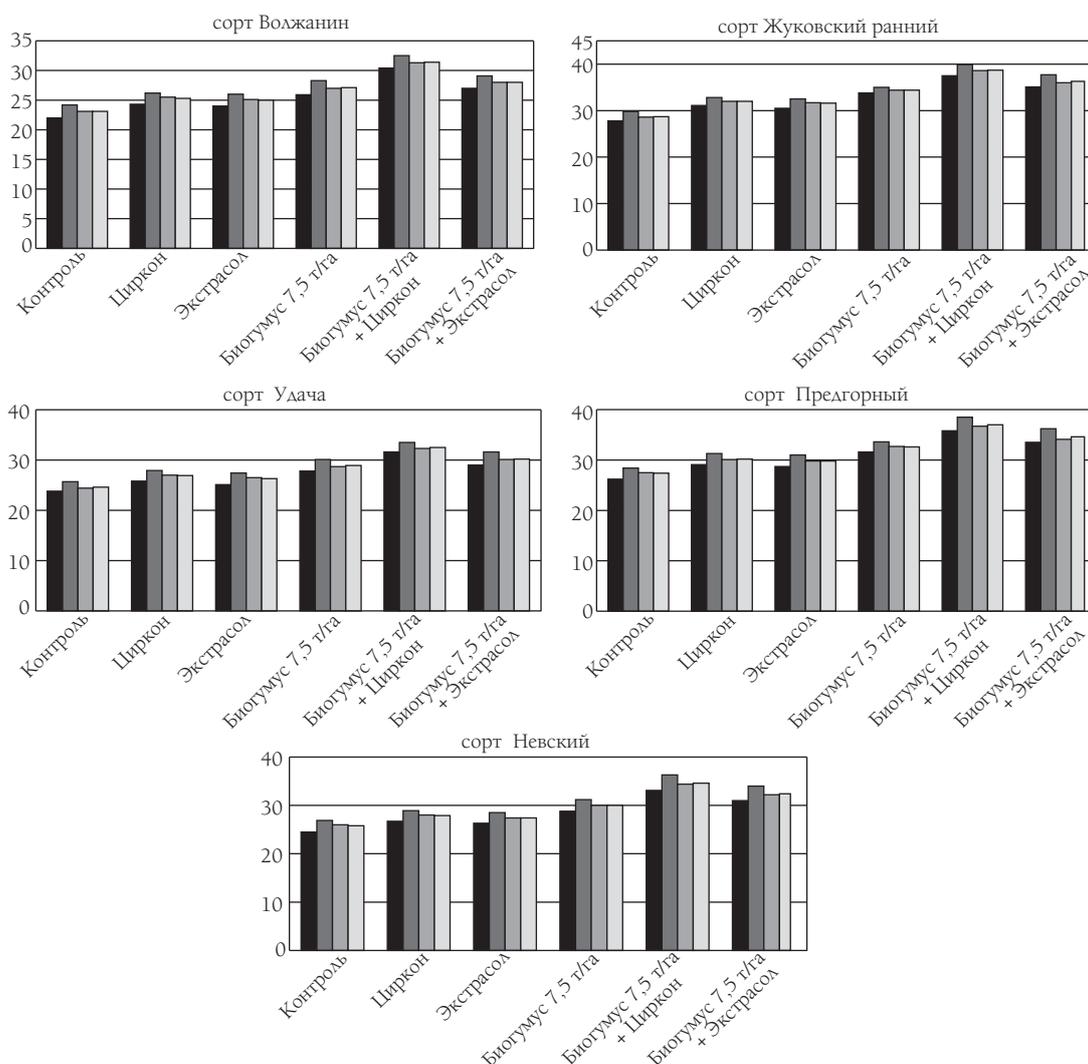
Полевые опыты сопровождалась необходимыми наблюдениями, учетами и измерениями, которые выполнялись с соблюдением требований методики по-

левого опыта [2]. Площадь листьев с одного растения определяли методом высечек, а показатели фотосинтетической деятельности сортов картофеля определяли по методике А. А. Ничипоровича [5]. Биологический урожай клубней определяли на постоянных учетных площадках в 4-кратной повторности. Учет урожая проводили сплошным методом со всей учетной площади делянок. Математическая обработка урожайных данных проводилась по Б.А. Доспехову [2].

Результаты исследования и их обсуждение

В нашем эксперименте площадь листьев изменялась в значительных пределах в зависимости от сорта, скороспелости, а также от применяемых биогумуса и регуляторов роста. Так, у стандарта (сорт Волжанин) на контроле площадь листовой поверхности составила 41,4 м²/га.

На фоне применения регулятора Циркон превышение составило 10,4%, а на фоне регулятора Экстрасол



Влияние различных приемов возделывания на урожайность сортов картофеля, т/га
(НСР₀₅: 2018 — 0,55; 2019 — 0,51; 2020 — 0,56)

— 8%. На вариантах, где вносили биогумус нормой 7,5 т/га, а также при сочетании биогумуса с регуляторами роста зафиксировано повышение площади листовой поверхности соответственно на 14,5; 19,1 и 17,1%.

Площадь листьев у сорта Волжанин в среднем по вариантам опыта составила 46,2 тыс. м²/га. На посадках с сортами Жуковский ранний и Предгорный были отмечены максимальные показатели площади листовой поверхности — 50,4–49,6 тыс. м²/га соответственно. Эти данные у сортов Волжанин, Удача и Невский снизились на 9,1–7,4; 5,4–3,8 и 3,5–1,8% соответственно.

В среднем за 2018–2020 гг. чистая продуктивность фотосинтеза у сорта Волжанин на контрольном варианте составила 4,02 г/м²-сут. При обработке регулятором Циркон данный показатель возрос на 12,9%, а при обработке регулятором Экстрасол на 10,2%.

Более высокие значения ЧПФ сформировались на варианте комплексного применения биогумуса с регулятором Циркон — 4,8 г/м²-сут.; превышение по сравнению с контролем, а также с вариантами с регуляторами роста составило соответственно 19,4; 5,7 и 8,3%.

Достаточно высокие значения ЧПФ — на уровне 4,63 и 4,7 г/м²-сут. — были отмечены также на вариантах с внесением биогумуса нормой 7,5 т/га и сочетания биогумуса с обработкой регулятором роста Экстрасол.

Максимальные показатели ЧПФ в среднем по вариантам опыта наблюдались у сортов Жуковский ранний и Предгорный — 5,26 и 5,12 г/м²-сут. Минимальные данные отмечены у сорта Волжанин.

Данные полевого опыта показали, что при обработке регулятором роста Циркон урожайность сортов повысилась на 10%; на фоне обработки регулятором Экстрасол — на 8,2% (рисунок).

Наибольшая урожайность была достигнута на варианте сочетания биогумуса с обработкой регулятором роста Циркон. Так, в среднем по сортам урожайность составила 34,8 т/га, что выше контроля на 34,4%.

Достаточно высокие и примерно одинаковые урожайные данные (30,6–32,3 т/га) наблюдались также на делянках с внесением биогумуса и варианта сочетания биогумуса с регулятором Экстрасол, что выше данных контроля соответственно на 18,1 и 24,7%.

Сравнительный анализ изучаемых сортов по урожайности показал следующее. Наибольшую урожайность в среднем по вариантам опыта сформировал сорт Жуковский ранний — 33,6 т/га, что выше сортов Волжанин, Удача, Предгорный и Невский на 26,3; 19,1; 5,3 и 13,1% соответственно. Урожайность сорта Предгорный составила 31,9 т/га, что выше сортов Волжанин, Удача и Невский на 19,9; 13,1 и 7,4 % соответственно.

Выводы

В орошаемых условиях Дагестана с целью увеличения урожайности раннего картофеля рекомендуется:

1. Выращивать раннеспелый и среднеспелый сорта раннего картофеля Жуковский ранний и Предгорный.
2. Перед посадкой проводить обработку клубней регулятором роста Циркон дозой 0,5 мл/л с внесением в почву биогумуса дозой 7,5 т/га.

Литература

1. Галимов, А.Х. Опыт выращивания картофеля на узких грядах / А. Х. Галимов // Сборник научных трудов Даг. НИИСХ. – Махачкала, 2007. – С. 59–60.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.
3. Зайцева, Н. А. Экономическая оценка возделывания картофеля на капельном орошении в условиях Астраханской области / Н. А. Зайцева, Н. В. Тютюма, А. Ф. Туманян: сборник материалов Международной научно-практической конференции «Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса». – с. Солёное Займище, 2020. – С. 626–635.
4. Минеев, В.Г. Агрохимия: учеб. пос. для ВУЗов / В.Г. Минеев. – 2-е изд., пере-раб. и доп. – М: Изд-во МГУ, КолосС, 2004. – 720с.
5. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и урожай / А.А. Ничипорович. – М.: Знание, 1966. – 48с.
6. Перегудов, С.В. Оценка эффективности действия препаратов Эпина-экстра и Циркона на рост и продуктивность моркови / С.В. Перегудов, Л.А. Таланова, А. В. Перегудова // Главный агроном. – 2012. – №1. – С. 21–23.
7. Постников, А.Н. Применение препарата Циркон на картофеле / А.Н. Постников, И.Ф. Устименко // Агрохимический вестник. – 2010. – №2. – С. 32–33.
8. Посыпанов, Г.С. Клубнеплоды: картофель / Г.С. Посыпанов, П.Д. Бутаев // Растениеводство: учебник. – М.: КолосС, 2007. – С. 362–386.
9. Сердеров, В.К. Возделывание картофеля на равнинной зоне Дагестана / В. К. Сердеров // Картофель и овощи. – 2016. – №6. – С. 37–78.
10. Сердеров, В.К. Сроки летней посадки картофеля на равнинной зоне Дагестана / В. К. Сердеров, Б. К. Атамов, Д. В. Сердерова // Горное сельское хозяйство. – 2018. – №2. – С. 65–68.
11. Туманян, А.Ф. Влияние стимуляторов роста на урожайность и фракционный состав клубней различных сортов картофеля на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья / А.Ф. Туманян, Н.В. Тютюма, Н.А. Щербакова // Вестник РУДН, серия: Агрономия и животноводство. – 2014. – №4. – С. 38–46.
12. Туманян, А.Ф. Способы полива и нормы минерального питания раннего картофеля / А.Ф. Туманян, Н.В. Тютюма, Н.А. Щербакова, А.П. Селиверстова, С.В. Коротенков: сборник «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. – ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук». – 2019. – С. 392–396.
13. Яковлева, Н.С. Влияние применения регуляторов роста растений на урожайность и биохимический состав клубней картофеля / Н.С. Яковлева, Ф.А. Лукина, П.П. Охлопкова // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2009. – № 3. – С.131–133.

References

- Galimov, A.Kh. Experience of growing potatoes on narrow ridges / A. Kh. Galimov. – Collection of scientific works of Dag. Research Institute of Agriculture. Makhachkala. 2007. – P. 59–60.
- Dospikhov, B.A. Field experiment technique / B.A. Dospikhov. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 p.
- Zaitseva, N. A. Economic assessment of potato cultivation on drip irrigation in the conditions of the Astrakhan region / N. A. Zaitseva, N. V. Tyutyuma, A. F. Tumanyan // In the collection: Results and prospects for the development of the agro-industrial complex. Collection of materials of the International Scientific and Practical Conference. – with. Salty Zaymishche, 2020. – P. 626–635.
- Mineev, V.G. Agrochemistry: textbook. pos. for universities / V.G. Mineev. – 2nd ed., Revised. and add. – M: Publishing house of Moscow State University, KolosS, 2004. – 720 p.
- Nichiporovich, A.A. Photosynthesis and harvest / A.A. Nichiporovich. – M.: Knowledge, 1966. – 48 p.
- Peregudov S.V. Evaluation of the effectiveness of the Epina-extra and Zircon preparations on the growth and productivity of carrots / S.V. Peregudov, L.A. Talanova, A.V. Peregudova // Chief agronomist. – 2012. – No. 1. – P. 21–23.
- Postnikov, A.N. Application of the Zircon preparation on potatoes / A.N. Postnikov, I.F. Ustimenko // Agrochemical Bulletin. – 2010. – No. 2. – P. 32–33.
- Posypanov, G.S. Tuber crops: potatoes / G.S. Posypanov, P.D. Bugaev // Plant growing: textbook. – M.: KolosS, 2007. – P. 362–386.
- Serderov, V.K. Cultivation of potatoes in the plain zone of Dagestan / V. K. Serderov // Potatoes and vegetables. 2016. No. 6. – P. 37 – 78.
- Serderov, V.K. Timing of summer planting of potatoes in the plain zone of Dagestan / V. K. Serderov, B. K. Atamov, D. V. Serderova // Mining agriculture. – 2018. – No. 2. – P. 65–68.
- Tumanyan, A.F. The influence of growth stimulants on the yield and fractional composition of tubers of various varieties of potatoes on light chestnut soils of the Lower Volga region / A.F. Tumanyan, N.V. Tyutyuma, N.A. Shcherbakova // Bulletin of RUDN University, series: Agronomy and animal husbandry. – 2014. – No. 4. – P. 38–46.
- Tumanyan, A. F. Methods of irrigation and norms of mineral nutrition of early potatoes / A. F. Tumanyan, N. V. Tyutyuma, N. A. Shcherbakova, A. P. Seliverstova, S. V. Korotenko // In the collection: Modern ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational nature management. – FSBSI “Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”. 2019. – P. 392–396.
- Yakovleva, N.S. Influence of the use of plant growth regulators on the yield and biochemical composition of potato tubers. Yakovleva, F.A. Lukin, P.P. Okhlopko // Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy. V.R. Filippov. – 2009. – No. 3. – P.131–133. 10. Сердеров, В.К. Сроки летней посадки картофеля на равнинной зоне Дагестана / В. К. Сердеров, Б. К. Атамов, Д. В. Сердерова // Горное сельское хозяйство. – 2018. – №2. – С. 65–68.
- Туманян, А.Ф. Влияние стимуляторов роста на урожайность и фракционный состав клубней различных сортов картофеля на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья / А.Ф. Туманян, Н.В. Тютюма, Н.А. Щербакова // Вестник РУДН, серия: Агронимия и животноводство. – 2014. – №4. – С. 38–46.
- Туманян, А.Ф. Способы полива и нормы минерального питания раннего картофеля / А.Ф. Туманян, Н.В. Тютюма, Н.А. Щербакова, А.П. Селиверстова, С.В. Коротенков: сборник «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. – ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук». – 2019. – С. 392–396.
- Яковлева, Н.С. Влияние применения регуляторов роста растений на урожайность и биохимический состав клубней картофеля / Н.С. Яковлева, Ф.А. Лукина, П.П. Охлопкова // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2009. – № 3. – С.131–133.

R. M. Magomedov, M. R. Musaev, A. A. Magomedova, Z. M. Musaeva

Dagestan State Agrarian University
usaman_magomedov_92@mail.ru

INFLUENCE OF BIOHUMUS AND GROWTH REGULATORS ON PRODUCTIVITY OF EARLY POTATOES IN TERSKO-SULAK SUBPROVINCE OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN

The aim of the research was to improve cultivation technology of early potato cultivars using biohumus and growth regulators under irrigated conditions. Field experiments were carried out in Tersko-Sulak sub-province, Dagestan in 2018–2020. The study revealed that the highest indicators of photosynthetic activity of potato cultivars were formed in the variants with growth regulators and biohumus applied. Thus, pre-sowing treatment with Tsirkon and Ekstrasol growth regulators increased leaf area by 10.4 and 8.0%, respectively, on average for the cultivars. Application of 7.5 t/ha biohumus increased potato leaf surface by 14.5%, and combined use of biohumus with growth regulators – by 19.1 and 17.1%, respectively. The same situation was also observed for other indicators of photosynthetic activity. Among the studied potato cultivars, the maximum photosynthetic activity was observed in cv. Zhukovskiy ranniy and cv. Predgorniy. Cv. Volzhanin had the minimum indicators. The combined application of biohumus and Tsirkon growth regulator resulted in the highest yields of potato cultivars. The average yield for cultivars was 34.8 t/ha, that exceeded the control variant by 34.4%. Application of biohumus and Ekstrasol growth regulator resulted in sufficiently high and approximately the same potato yields (30.6–32.3 t/ha), which were higher by 18.1 and 24.7%, respectively, compared to the control. Zhukovskiy ranniy and Predgorniy cultivars provided the highest yields.

Key words: irrigated zone of Dagestan, early potato, cultivar, biohumus, growth regulator, yield.

Мультиспектральное исследование томатов с различным уровнем содержания калия, как элемента минерального питания

УДК 631.151.2

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-48-2-11-14

М. А. Толкачева¹, А. В. Гурылева², В. В. Введенский¹¹Российский университет дружбы народов,²Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана, 1032193263@rudn.ru

Применение оптических систем для дистанционного мониторинга растений, актуально, ввиду отсутствия в нашей стране неинвазивных методов диагностики. Оптические приборы способны с больших расстояний фиксировать состояние растений на больших площадях полей, что обеспечивает своевременное обнаружение проблем в развитии сельскохозяйственных культур. С появлением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и небольших по размеру мультиспектральных камер стало возможно фиксировать изображения растений с большой высоты в промышленных масштабах, обрабатывать их и на основе вегетационных индексов делать выводы о качестве растений на посевных площадях. Исследование проводилось на базе Агробиотехнологической лаборатории в Российском университете дружбы народов в 2019–2021 гг. Обработка результатов проводилась с помощью специалистов из Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана. Во введении обращается внимание на актуальность исследования в современном высокотехнологичном мире, а также приводится обоснование данного метода. Пункт материалы и методы раскрывает подробности выполнения эксперимента, агрохимические расчёты, которые были необходимы при внесении удобрений, а также оптический метод диагностики, который является главной темой данной статьи. Результаты эксперимента представлены в виде графиков и таблиц. Было выявлено, что мультиспектральное исследование позволяет определить вегетационные индексы растений с разным уровнем обеспечения элементами минерального питания. Так, при внесении 100% от нормы калийного удобрения Нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI) составлял 0,8 у.е., при внесении 50% от нормы — 0,6 у.е., при внесении 150% от нормы — 0,69 у.е., а при внесении 200% от нормы — 0,55 у.е. Полученные результаты иллюстрируют результативность данного метода. Мультиспектральные исследования сельскохозяйственных культур позволят снизить потери урожайности, благодаря своевременному обнаружению проблем, а также снизить влияние на экологическую обстановку, благодаря снижению объёма внесения удобрений.

Ключевые слова: мультиспектральная камера, неинвазивный метод диагностики, оптические исследования, томат.

Введение

С развитием систем точного земледелия всё шире стали распространены идеи поиска инновационных подходов к быстрой и информативной диагностике растений. Существующие в настоящее время методы обладают рядом недостатков. С этим может быть связано несвоевременное обнаружение заболеваний, патогенов, а также недостаточная или избыточная обеспеченность растений элементами минерального питания. Отсутствие способов точного и быстрого мониторинга больших площадей сельскохозяйственных культур может приводить к существенным потерям урожайности [4].

В этих условиях особенно большую актуальность и значимость можно заметить в необходимости развивать системы дистанционного оптического зондирования с помощью БПЛА и мультиспектральных камер. Данные, которые могут быть получены с этих камер, способны дать информацию о растениях в каждый момент времени, на больших посевных площадях. В этих данных отражено общее состояние растения, его фотосинтетическая активность, а также степень заражённости

патогеном или количественный показатель недостатка или избытка элементов минерального питания.

В нашей стране методы дистанционного мониторинга развиты мало. Однако, если планируется автоматизация и интенсификация сельского хозяйства, а также внедрение систем точного земледелия, стоит обратить внимание на оптический метод диагностики растений [2].

Практическое значение мультиспектральных исследований составляет во первых, их удобство и простота настройки (данные с камер на беспилотниках могут быть получены в специальное приложение на смартфоне), а во вторых, их результативность и годовая окупаемость по данным нескольких источников.

Особенно важное значение спектральных исследований растений в том, что они позволяют определить состояние растений, составить карты полей, с отражёнными на ними, постоянно обновляющимися данными.

Эти данные, включающие в себя классификацию и процентное соотношение сорных и культурных растений, обеспеченность растений влагой, а также элементами минерального питания, можно и стоит использовать в системах точного земледелия. Это по-

зволит повысить экологичность сельского хозяйства, ведь необходимые пестициды и удобрения теперь будут вноситься только там, где нужно и в том количестве, в котором необходимо [3].

Стоит привести здесь также обоснование культуры, выбранной для исследований. Растения томата чрезвычайно требовательны к освещённости и обеспеченности элементами минерального питания. Это позволяет рассматривать их в качестве объекта для эксперимента, потому что малейшие изменения в режиме питания этих растений, согласно наблюдениям, отражаются на их спектральных характеристиках.

Калий в качестве того элемента, который мы вносили с удобрениями, даёт достаточно информации для исследования. Если растение испытывает в нём дефицит, то это сразу отражается на листьях: старые тускнеют, становятся пятнистыми, а новые получают ржавый оттенок по краям. Однако ещё до появления симптомов возможно определить потребность растения в калии, ведь видимые изменения начинаются с изменения пигментного состава листа, который влияет на его отражательную способность, а её можно определить с помощью мультиспектральной камеры.

Цель работы — определение уровня содержания калия в листьях томата в лабораторных условиях, с помощью мультиспектральной камеры.

Материал и методы исследования

В основе метода, который рассматривается в этой статье, лежит теория об отражательной способности листьев высших растений. Эта теория определяет листья, как высокоразвитую систему со сложной, постоянно меняющейся структурой. Эти изменения зависят, в основном, от условий внешней среды (освещённости, влагообеспеченности), а также от внутренней среды растения (наличие или отсутствие заболеваний, состав и количественное соотношение пигментов). Обращаем ваше внимание, что пигменты особенно сильно влияют на отражательную способность растений. Из них стоит выделить хлорофиллы, каротиноиды и флавоноиды [2].

Каждый из этих пигментов имеет собственные показатели поглощения на определённых длинах волн. Эти показатели меняются в зависимости от состояния растения и могут служить индикатором для выявления разного рода проблем.

При закладке опыта и выращивании культуры, а также при внесении доз минеральных удобрений были использованы рекомендации В. А. Ягодина [6]. При проведении эксперимента были применены алгоритмы А. Гительсона и М. Н. Мерзляка, позволившие нам получить данные дистанционного зондирования с мультиспектральной камеры [2]. Обработка результатов проводилась по методу А. В. Гурылёвой, которая создала специальную программу для интерпретации результатов опыта.

Табл. 1. Внесение минерального удобрения в различных вариантах

Опыт	К, г	K ₂ SO ₄ , мг
Контроль	0	0 мг
K50	0,124	145
K100	0,165	194
K150	0,248	292
K200	0,330	388

Первым шагом стало определение схемы опыта и подготовка необходимого инвентаря. В качестве объекта исследований были выбраны растения томатов гибрида Алёшка F1. Тщательным образом были подготовлены семена, посажены в условиях достаточного освещения и влагообеспеченности. Удобрение вносили в два приёма: при посадке семян и при наступлении фазы трёх настоящих листьев. Для расчёта доз внесения минеральных удобрений мы пользовались агрохимической литературой: для томатов норма внесения калийных удобрений на 1 кг почвы — 0,2–0,3 мг (действующего вещества) [6].

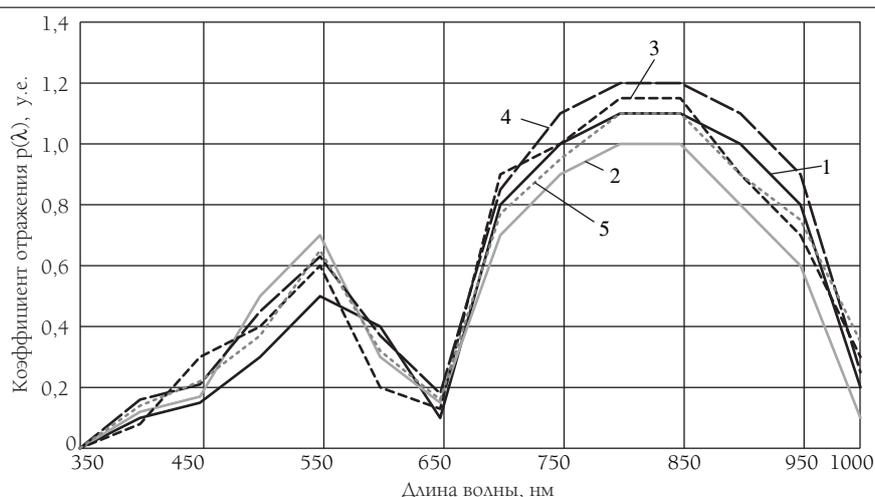
В соответствии с объёмом почвы в сосуде с растением, мы определили необходимую дозу химически чистого калия. Затем сделали пересчёт на удобрение и процентное содержание в нём необходимого элемента (K₂SO₄ 46%). Каждый вариант имел 3 повторности, что обеспечило высокую точность результатов опыта. Один из сосудов с растением мы оставляли контрольным и не вносили удобрения в него (табл. 1).

В фазу 6 настоящих листьев была проведена съёмка на разных длинах волн от 300 нм до 1000 нм с шагом 45 нм. Для этого был использован обычный спектрометр и мультиспектральная камера, способная получать изображение в каждой пиксельной точке на листе и отображать это изображение в виде графиков. Мультиспектральная камера позволила получить данные RED и NIR, необходимые для расчёта вегетационного индекса NDVI, который в полной мере отражает состояние растений и наиболее часто используется в подобном рода исследованиях. Эти данные были обработаны в специальной программе Matlab. За наименьшую существенную разность (НСР), согласно расчётам, было принято 0.1 (величина NDVI) [4].

Результаты исследования и их обсуждение

По данным съёмки были получены следующие результаты, представленные на рисунке.

По результатам съёмки, был рассчитан вегетационный индекс растений для каждого варианта опыта. Согласно полученным данным, определили наименьшую существенную разность, иллюстрирующую результативность и точность опыта (табл. 2).



Спектральная характеристика томатов с различным уровнем содержания калия: 1 — контроль; 2 — K50; 3 — K100; 4 — K150; 5 — K200

Табл. 2. Результаты эксперимента. NDVI и НСР

Вариант опыта	NDVI	НСР	Существенность различий
Контроль	0,59	–	–
K50	0,60	0,01	Не существенна
K100	0,80	0,20	Существенна
K150	0,69	0,11	Существенна
K200	0,55	0,14	Существенна

Так, для растений, которые были контрольными, среднее значение NDVI составляло 0,59 у.е., для растений с внесением половины нормы удобрения — 0,6 у.е., различия с контрольным вариантом оказались незначительными. При внесении полной дозы калийного удобрения, NDVI составлял 0,8 у.е., здесь разница оказалась существенной, а значит, можно сказать о том, что полная доза калийного удобрения благотворно влияет на состояние растения, что отражается на её клеточной структуре и спектральной характеристике. При внесении полудозной нормы удобрения, NDVI стал 0,69 у.е., а значит, даже если внешнее проявление избытка калия ещё не было заметно, в клеточной структуре листа уже произошли определённые изменения. Различия в этом варианте также оказались существенными, при

сравнении с нормой. При внесении двойной дозы удобрения, вегетационный индекс растения стал 0,55 у.е. Это иллюстрирует негативное влияние внесения чрезмерных доз удобрений, а также служит дополнительным доказательством целесообразности внедрения системы дифференцированного внесения удобрений.

Выводы

Наше исследование позволило получить достаточное количество достоверных и существенных данных для того, чтобы заключить, что оптические исследования, в частности, в формате съёмки мультиспектральной камерой, позволяют определить уровень обеспеченности растений калием.

Для практического применения данного метода в нашей стране, необходимо провести ряд полевых исследований, чтобы подтвердить данные нашего эксперимента в более близких к масштабному выращиванию сельскохозяйственных культур условиях.

Дальнейшие исследования могут быть связаны с определением содержания других макро и микроэлементов, которые влияют на отражательную способность растения, а также с определением заражённости вредителями и болезнями.

Литература

1. Аасена, Х. Генерация 3D-гиперспектральной информации с помощью легких камер моментального снимка БПЛА для мониторинга растительности: от калибровки камеры до обеспечения качества / Х. Аасена, А. Буркарт // Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2015. – № 7. – С. 245–259.
2. Гительсон, А. Сигнатурный анализ спектров отражения листьев: разработка алгоритма дистанционного зондирования хлорофилла / А. Гительсон, М.Н. Мерзляк // Физиология растений. – 2016. – №12. – С. 494–500.
3. Минхас, А.К. Обзор по оценке стрессовых условий для дистанционного зондирования растений / А.К. Минхас, П. Ходжсон, С. Дж. Барроу // Journal of Microbiology. – 2016. – № 7. – С. 546.
4. Хонкавара, Е. Количественное дистанционное зондирование со сверхвысоким разрешением с помощью спектроскопии беспилотных летательных аппаратов: Обзор сенсорных технологий, процедур измерений и рабочих процессов коррекции данных / Е. Хонкавара, Х. Аасена // Remote sensing. – 2018. – № 10. – С. 1091–1095.

5. Шмитт Ф. Дж. Активные формы кислорода: переоценка генерации, мониторинга и роли в сигналах стресса у фототрофных организмов / Ф. Дж. Шмитт и др. // Биоэнергетика(ВВА). – 2014. – № 1837. – С. 835–848.
6. Ягодин, Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко. – М.: Колос, 2003. – 585 с.

References

1. Aasena, X. Generaciya 3D-giperspektral'noj informacii s pomoshh'yu legkix kamer momental'nogo snimka BPLA dlya monitoringa rastitel'nosti: ot kalibrovki kamery do obespecheniya kachestva / X. Aasena, A. Burkart // Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2015. – № 7. – С. 245-259.
2. Gitel'son, A. Signaturny'j analiz spektrov otrazheniya list'ev: razrabotka algoritma distancionnogo zondirovaniya xlorofilla / A. Gitel'son, M.N. Merzlyak // Fiziologiya rastenij. – 2016. – №12. – С. 494-500.
3. Minxas, A.K. Obzor po ocenke stressovy'x uslovij dlya distancionnogo zondirovaniya rastenij / A.K. Minxas, P. Xodzhson, S. Dzh. Barrou // Journal of Microbiology. – 2016. – № 7. – С. 546.
4. Xonkavara, E. Kolichestvennoe distancionnoe zondirovanie so sverxvy'sokim razresheniem s pomoshh'yu spektroskopii bespilotny'x letatel'ny'x apparatov: Obzor sensory'x texnologij, procedur izmerenij i rabochix processov korrekcii danny'x / E. Xonkavara, X. Aasena // Remote sensing. – 2018. – № 10. – С. 1091-1095.
5. Shmitt F Dzh. Aktivny'e formy kisloroda: pereocenska generacii, monitoringa i roli v signalax stressa u fototrofny'x organizmov / F. Dzh. Shmitt i dr. // Bioenergetika(BBA). – 2014. – № 1837. – С. 835-848.
6. Yagodin, B.A. Agroximiya / B.A. Yagodin, Yu.P. Zhukov, V.I. Kobzarenko. – М.: Kolos, 2003. – 585 s.

M. A. Tolkacheva¹, A. V. Guryleva², V. V. Vvedenskiy¹

¹People's Friendship University of Russia,

²Bauman Moscow State Technical University

MULTISPECTRAL RESEARCH OF TOMATO LEAVES WITH DIFFERENT CONTENT OF POTASSIUM, AS THE ELEMENT OF THE MINERAL NUTRITION

This article describes a novel method of remote sensing of plants. This research is very actual, because of lack of non-invasive diagnostic methods in our country. Instruments for optical monitoring have the ability to get the data about plant condition from the large distances and height. This method could help to find problems in the development of crops timely. Appearing of drones and lightweight snapshot cameras made this process real for farmers and big companies. Now they can get the foto in every pixel of leaf surface on the big areas in industrial scales, process these fotos, and, basing on the vegetation indices, making conclusions about health of plants in the fields. The research was based in Agrobiotechnical laboratory in Russian University of People's Friendship in 2019–2021 years. Processing of results was made with help of the specialists from Bauman Moscow State Technical University. It was discovered, that multispectral research can help to determine vegetation indices of plants with different levels of providing of nutrient mineral elements. This way, when we put 100% potassum fertilizer of normal, Normalised difference indice (NDVI) was 0.80; when we put 50% potassum fertilizer of normal, it was 0.60. When we use 150% potassum fertilizer of normal, NDVI was 0.69. When we use the 200% potassum fertilizer of normal, vegetation indice was 0.55. These results showed the effectiveness of this optical method. Multispectral remote sensing of crops could help to decrease the harvest loss, because of the opportunity of timely discovering the problems. It could also help to decrease the influence on the ecology because of decline of using fertilisers.

Key words: multispectral cameras, non-invasive diagnostic method, remote sensing, tomato.

Поукосный анализ продуктивности суданской травы в зависимости от норм высева и минерального питания

УДК 631.8 (631.53.048)

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-48-2-15-20

Ю. Н. Плескачев¹ (д.с.-х.н.), Ю. А. Лаптина² (к.с.-х.н.), О. Г. Гиченкова³ (к.с.-х.н.)¹ФИЦ «Немчиновка»,²ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ,³ФГБНУ ВНИИОЗ,

pleskachiov@yandex.ru

Засушливые условия Нижнего Поволжья ограничивают набор культур, которые могут давать гарантированный урожай зеленой массы. Одной из таких культур является суданская трава, которая характеризуется высокой пластичностью и засухоустойчивостью. Обработка технологии возделывания этой культуры нуждается в постоянном уточнении норм высева и внесения элементов питания, которые в свою очередь позволяют повысить не только продуктивность посевов, но и качество корма. Целью исследований являлось установление оптимальной нормы высева семян суданской травы сорта Аллегория, возделываемой на зеленый корм в орошаемых условиях сухостепной зоны Нижнего Поволжья, на фоне применения минеральных удобрений и стимулятора роста. Объектом исследования являлся сорт суданской травы Аллегория. В статье представлены результаты пятилетних опытов по влиянию норм высева, минеральных удобрений и стимулятора роста Райкат Старт на урожайность зеленой массы суданской травы. Варианты, поставленные на изучение, создают положительную динамику в наращивании биомассы по укосам. Кроме этого, в статье приводятся данные зависимости поукосной урожайности от изучаемых элементов технологии возделывания суданской травы на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья. Установлена эффективность совместного применения минеральных удобрений в дозе $N_{120}P_{120}K_{90} + N_{30}$ и стимулятора роста Райкат Старт при выращивании суданской травы в орошаемых условиях. Полученные результаты демонстрируют целесообразность применения нормы высева 3,0 млн. всхожих семян/га в условиях орошения. Применение минеральных удобрений в сочетании с активирующим веществом Райкат Старт, создает благоприятные условия для развития корневой системы и наращивания вегетативной массы по отношению к контролю в сумме за три укоса 26 т/га, при этом в первом укосе прибавка зеленой массы составляла 13,5 т/га, 8 т/га во второй и 4,8 т/га в третий укос.

Ключевые слова: орошение, суданская трава, поукосный анализ продуктивности.

Введение

Суданская трава является одной из наиболее распространенных однолетних злаковых культур, возделываемых на кормовые цели. Обусловлено это прежде всего высокой экологической пластичностью культуры, позволяющей возделывать в сложных климатических условиях, исключительной засухоустойчивостью и урожайностью, высокой отавностью и питательной ценностью, хорошей поедаемостью животными во всех видах, а также универсальностью использования [15].

Согласно исследованиям Т. Н. Дроновой и Н. И. Бурцевой «...отзывчивость этой культуры на внесение удобрений в условиях орошения позволяет получать за 3-4 укоса от 50 до 110 т/га зеленой массы. Несмотря на это, в ряде хозяйств Волгоградской области ее урожайность остается низкой (не выше 20 т/га зеленой массы)» [2].

Так же немаловажной особенностью этого растения является активное побегообразование на протяжении всей вегетации, а также способность восстанавливать срезанные побеги после укоса [5].

Для суданской травы характерно замедленный рост надземной части в начале вегетации, что делает растение в этот период наиболее уязвимым. Поэтому

вопрос стимулирования ростовых процессов является важным и актуальным.

В исследованиях ряда авторов отмечено положительное влияние ростостимулирующих препаратов на полевую всхожесть, продукционные показатели и урожайность сельскохозяйственных культур, а также отмечена более высокая стрессоустойчивость к воздействию неблагоприятных погодных факторов, что в засушливых условиях региона весьма актуально [4, 11].

Согласно исследованиям ряда авторов [13, 14] установлено положительное влияние предпосевной обработки семян препаратом Райкат Старт на стимулирование роста и развития зерновых и зернобобовых культур в начале вегетации.

Формируя в течение вегетации большую зеленую массу и имея мощную корневую систему, суданская трава выносит из почвы значительное количество питательных веществ, поэтому она хорошо отзывается на минеральное питание. По данным ряда авторов установлена высокая отзывчивость этой культуры на минеральные удобрения [3, 8, 10, 12].

Один из основных факторов, регулирующих продуктивность сельскохозяйственных культур является создание оптимальной густоты стояния и площади питания растений [1].

Согласно результатам исследований Мардваева Н.Б. увеличение нормы высева и загущение посевов суданской травы приводит к снижению полевой всхожести семян, так как это приводит к ужесточению конкурентной борьбы проростков за влагу [9].

В зависимости от почвенно-климатических условий данные об оптимальной норме высева суданской травы на зеленый корм очень различны 0,5 до 5 млн/га [6, 16].

Поэтому целью исследований было определение оптимальной нормы высева семян суданской травы сорта Аллегория возделываемой на зеленый корм в орошаемых условиях сухостепной зоны Нижнего Поволжья, а также установление закономерности формирования урожая под влиянием минеральных удобрений и стимулятора роста.

Материал и методы исследования

Исследования проводились в 2016–2020 гг. на полях ООО «АПК Пригородный». Почва опытного участка представлена светло-каштановыми почвами с низким содержанием гидролизующего азота, средней обеспеченностью фосфором и повышенным содержанием обменного калия.

В качестве объекта исследования использовали сорт Аллегория, который, по данным С. С. Куколевой и др., «...отличается хорошей облиственностью, отавностью, ремонтантностью и обеспечивает хорошее качество зеленой массы, начиная с фазы «выметывания» и на протяжении дальнейшей вегетации» [7].

Агротехника возделывания суданской травы на зеленый корм была ориентирована на исполнение элементов общепринятой технологии для условий орошаемого земледелия Волгоградской области.

Предполивной порог влажности почвы поддерживали на уровне 70–75% НВ дождевальными машинами «Фрегат». За период вегетации для поддержания принятого водного режима почвы по годам исследования было проведено 6–7 поливов оросительной нормой 3000–3500 м³/га.

Схема опыта. Фактор А — Норма высева: 2,5 млн всхожих семян на гектар; 3,0 млн всхожих семян на гектар; 3,5 млн всхожих семян на гектар. Фактор В — Удобрения и стимулятор роста: 1. Контроль без удобрений; 2. N₁₂₀P₁₂₀K₉₀ + N₃₀; 3. Стимулятор роста Райкат Старт; 4. N₁₂₀P₁₂₀K₉₀ + Райкат Старт + N₃₀. Повторность опыта трехкратная.

Минеральные удобрения N₁₂₀P₁₂₀K₉₀ вносили под основную обработку почвы. Жидкое органоминеральное удобрение, стимулирующее рост корневой системы Райкат Старт использовали в виде обработки семян в дозе 1 л/т.

Результаты исследования и их обсуждение

В наших исследованиях было установлено, что наиболее оптимальные условия для роста и развития суданской травы сложились в 2019 г., что позволило получить наибольшую урожайность до 41,5 т/га (табл. 1).

Наибольшее влияние на урожайность первого укоса оказало комплексное применение удобрений и в среднем за пять лет на этом варианте прибавка при норме высева 3 млн/га в сравнении с контролем составила 13,5 т/га, тогда как применение только минерального удобрения обеспечило прибавку 9 т/га, а применение предпосевной обработки — 3 т/га.

Изучение влияния нормы высева показало преимущество нормы 3 млн/га. Так на этом варианте в среднем за годы исследований на фоне комплексного

Табл. 1. Урожайность зелёной массы суданской травы в одном укосе, т/га

Норма высева, млн /га	Варианты	Год					Среднее
		2016	2017	2018	2019	2020	
2,5	Контроль	22,1	25,5	25,3	27,0	26,2	24,9
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₉₀ + N ₃₀	31,0	34,6	34,5	35,6	34,9	33,9
	Райкат Старт	25,4	28,6	28,6	29,5	28,8	28,0
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₉₀ + Райкат Старт + N ₃₀	32,8	36,8	37,0	37,7	37,5	35,9
3	Контроль	23,9	26,4	27,3	28,4	27,8	26,5
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₉₀ + N ₃₀	32,6	36,3	36,0	37,0	36,2	35,5
	Райкат Старт	27,2	29,0	30,2	31,7	30,9	29,5
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₉₀ + Райкат Старт + N ₃₀	37,3	40,3	40,4	41,5	40,7	40,0
3,5	Контроль	22,6	25,8	26,4	27,9	27,1	25,7
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₉₀ + N ₃₀	31,6	35,2	35,3	36,4	35,6	34,6
	Райкат Старт	26,5	29,1	29,5	30,8	30,0	29,0
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₉₀ + Райкат Старт + N ₃₀	35,0	38,5	38,4	39,9	39,1	37,9
НСР(05) общая		0,33	0,32	0,82	0,71	0,84	–
НСР(05) А		0,17	0,16	0,41	0,36	0,42	–
НСР(05) В		0,18	0,18	0,47	0,41	0,48	–

Табл. 2. Урожайность зелёной массы суданской травы во втором укосе, т/га

Норма высева, млн /га	Варианты	Год					Среднее
		2016	2017	2018	2019	2020	
2,5	Контроль	17,5	16,4	17,8	18,0	17,2	17,4
	$N_{120}P_{120}K_{90} + N_{30}$	22,9	21,5	25,0	25,5	24,8	23,9
	Райкат Старт	20,1	19,0	21,9	22,2	21,1	20,8
	$N_{120}P_{120}K_{90} + \text{Райкат Старт} + N_{30}$	27,2	26,1	27,9	28,0	27,6	27,4
3,0	Контроль	18,9	18,6	20,3	20,6	19,6	19,6
	$N_{120}P_{120}K_{90} + N_{30}$	25,5	24,8	26,2	26,9	25,9	25,8
	Райкат Старт	22,5	21,1	23,3	25,2	22,6	23,0
	$N_{120}P_{120}K_{90} + \text{Райкат Старт} + N_{30}$	27,0	26,8	28,0	28,6	27,5	27,6
3,5	Контроль	18,5	18,6	18,9	19,6	18,9	18,9
	$N_{120}P_{120}K_{90} + N_{30}$	24,6	22,1	27,3	28,0	26,4	25,2
	Райкат Старт	22,5	20,8	23,7	24,0	23,3	22,8
	$N_{120}P_{120}K_{90} + \text{Райкат Старт} + N_{30}$	27,0	26,6	27,9	28,3	27,6	27,5
НСП ₀₅ общая		0,60	0,61	0,75	0,76	1,07	–
НСП ₀₅ А		0,30	0,30	0,38	0,37	0,53	–
НСП ₀₅ В		0,35	0,34	0,44	0,43	0,62	–

применения удобрений сформировалась урожайность на уровне 40 т/га, что на 4,1 т/га больше в сравнении с нормой высева 2,5 млн/га и на 2,1 т/га в сравнении с нормой 3,5 т/га.

Анализ табл. 2 показывает, что наибольшая урожайность ко второму укосе также сформировалась в 2019 г. на варианте с комплексным применением стимулятора роста и минеральных удобрений при норме высева 3 млн/га. Менее благоприятные условия сложились в 2020 г., однако преимущество данного варианта сохраняется.

В среднем за 2016–2020 гг. в третьем укосе максимальный урожай зеленой массы суданской травы формировался также на варианте с нормой высева

3 млн. всхожих семян на гектар с комплексным использованием минеральных удобрений и стимуляторов роста и равнялся 12,7 т/га.

Наибольшая урожайность в сумме за три укоса по нормам высева отмечена на варианте с нормой высева 3,0 млн всхожих семян на 1 га составила 80,3 т/га, что на 4,4 т/га больше, чем при норме 2,5 млн всхожих семян на 1 га и на 2,1 т/га больше, чем при норме высева 2,5 млн всхожих семян на 1 га.

Предпосевная обработка семян и применение минеральных удобрений позволила сформировать прибавку 26 т/га, по сравнению с контролем. Использование только минеральных удобрений обеспечило прибавку



Табл. 3. Урожайность зелёной массы суданской травы в сумме за третий укос, т/га

Норма высева, млн /га	Варианты	Год					Среднее
		2016	2017	2018	2019	2020	
2,5	Контроль	46,8	49,5	51,2	53,6	51,2	50,5
	$N_{120}P_{120}K_{90} + N_{30}$	63,6	65,9	70,1	71,9	69,8	68,3
	Райкат Старт	53,2	55,5	59,3	60,9	58,5	57,4
	$N_{120}P_{120}K_{90} + \text{Райкат Старт} + N_{30}$	71,6	74,8	77,6	78,5	77,1	75,9
3,0	Контроль	50,2	53,0	55,7	57,4	55,2	54,3
	$N_{120}P_{120}K_{90} + N_{30}$	68,6	71,9	73,5	73,6	71,2	71,8
	Райкат Старт	58,0	58,9	62,7	66,4	62,4	61,7
	$N_{120}P_{120}K_{90} + \text{Райкат Старт} + N_{30}$	76,3	79,4	81,5	83,5	81,0	80,3
3,5	Контроль	48,6	54,4	53,4	55,9	53,8	53,2
	$N_{120}P_{120}K_{90} + N_{30}$	66,1	67,5	73,4	75,4	72,4	70,9
	Райкат Старт	57,0	58,6	61,9	63,6	61,5	60,5
	$N_{120}P_{120}K_{90} + \text{Райкат Старт} + N_{30}$	73,7	77,2	79,0	81,3	79,2	78,1
НСР ₀₅ общая		1,21	0,95	1,28	1,14	1,18	–
НСР ₀₅ А		0,61	0,48	0,64	0,57	0,59	–
НСР ₀₅ В		0,70	0,55	0,74	0,66	0,68	–

17,5 т/га. На варианте с применением только Райкат Старт прибавка составила 7,4 т/га

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что при возделывании суданской травы в сухостепной зоне Нижнего Поволжья в условиях орошения для реализации биологического потенциала оптимальная

густота стояния формируется при норме высева 3 млн всхожих семян на гектар с комплексным применением минеральных удобрений со стимуляторами роста по схеме $N_{120}P_{120}K_{90} + \text{Райкат Старт} + N_{30}$. Данный прием позволяет получить прибавку на уровне 13,5 т/га в первый укос, 8 т/га во второй и 4,8 т/га в третий укос, в сумме за три укоса прибавка к контролю оставила 26 т/га.

Литература

1. Бородычев, В.В. Влияние норм высева разных сортов суданской травы на урожай зеленой массы при орошении / В.В. Бородычев, Е.А. Кравченко, Э.Б. Делова, Г.Н. Кониева // Мелиорация и водное хозяйство. – 2012. – №2. – С. 14-16. https://elibrary.ru/download/elibrary_17697244_43613717.pdf.
2. Дронова, Т.Н. Возделывание суданской травы на корм в условиях орошения / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева // Орошаемое земледелие. – 2019. – № 3. – С. 30-33. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42335446>.
3. Дронова, Т.Н. Влияние режимов орошения и расчётных доз удобрений на продуктивность суданской травы в Волгоградском Заволжье / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева // Материалы Международной научно-практической конференции, проведенной в рамках Международного научно-практического форума, посвященного 75-летию образования Волгоградского государственного аграрного университета. – 2019. – С. 269-275. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41026170>.
4. Евчук, М.В. Влияние биологически активных препаратов на продуктивность зернового сорго / М.В. Евчук // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – № 94(10). – С.1-10. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-biologicheski-aktivnyh-preparatov-na-produktivnost-zernovogo-sorgo>
5. Капустин, С.И. Продуктивность суданской травы в центральном Предкавказье / С.И. Капустин, А.Б. Володин, А.С. Капустин, А.М. Стройный // Таврический вестник аграрной науки. – 2019. – № 1. – С. 62-70. <https://e.lanbook.com/journal/issue/310487>.
6. Коконов, С.И. Реакция суданской травы Чижминская ранняя на способ посева и норму высева в среднем Предуралье / С.И. Коконов, В.З. Латфуллин, О.В. Сергеева // АВУ. – 2014. – №3 (121). <https://cyberleninka.ru/article/n/reaktsiya-sudanskoj-travy-chishminskaya-rannya-na-sposob-poseva-i-normu-vyseva-v-srednem-preduralie>
7. Куколева, С.С. Использование новых сортов суданской травы Аллегория и Амбиция для стабилизации кормовой базы в засушливых регионах России / С.С. Куколева, О.П. Кибальник, Д.С. Семин // Сб. межд. науч.-практ. Конф. «Проблемы инновационного развития АПК: кадры, технологии, эффективность». – 2015. – № 11 – С. 210-214. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30533694>
8. Максютюв Н.А. Эффективность внесения минеральных удобрений под кормовые культуры на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья в условиях засухи / Н.А. Максютюв // Известия ОГАУ. – 2019. – №6 (80). С. 96-98. <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-vneseniya-mineralnyh-udobreniy-pod-kormovye-kultury-na-chnozomah-yuzhnyh-orenburgskogo-preduralya-v-usloviyah-zasuhi>.

9. Мардваев, Н.Б. Суданская трава в Бурятии – наиболее экстремальной зоне ее возделывания в России / Н.Б. Мардваев, С.Н. Шапсович // *Norwegian Journal of Development of the International Science*. – 2019. – №26-2. <https://cyberleninka.ru/article/n/sudanskaya-trava-v-buryatii-naibolee-ekstremalnoy-zone-ee-vozdelyvaniya-v-rossii>
10. Никитин, А.А. Фотосинтетическая деятельность суданской травы в зависимости от приемов ухода за посевами / А.А. Никитин, С.И. Коконов // *Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2018. – № 2. – С. 67-74. – : <https://e.lanbook.com/journal/issue/311543>.
11. Оконов, М.М. Влияние ростостимуляторов Альбит и Полистин на продуктивность зернового сорго / М.М. Оконов, М.В. Евчук // *Известия Оренбургского ГАУ*. – 2014. – № 1. – С.29-31. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-rostostimulyatorov-albita-i-polistina-na-produktivnost-zernovogo-sorgo>
12. Пестерева, Е.С. Эффективность применения разных доз минеральных удобрений на формирование урожайности однолетних культур в условиях Якутии / Е.С. Пестерева // *МСХ*. – 2020. – №3. – С. 26-28. <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-primeneniya-raznyh-doz-mineralnyh-udobreniy-na-formirovanie-urozhaynosti-odnoletnih-kultur-v-usloviyah-yakutii>
13. Саниев, Р.Н. Продуктивность и кормовые достоинства сои при применении стимуляторов роста / Р.Н. Саниев, В.Г. Васин, А.В. Васин // *Вестник Ульяновской ГСХА*. 2018. №2 (42). С. 86-90. <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-i-kormovye-dostoinstva-soi-pri-primenenii-stimulyatorov-rosta>.
14. Симатин, Т.В. Эффективность комплексных физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / Т.В. Симатин, Ф.В. Ерошенко // *АВУ*. – 2018. – №9 (176). – С. 14–18. <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-kompleksnyh-fiziologicheskii-aktivnyh-veschestv-na-posevah-ozimoy-pshenitsy-v-zone-neustoychivogo-uvlazhneniya>.
15. Соколов, И.В. Изучение эффективности технологических приемов возделывания кормовых культур на примере суданской травы / И.В. Соколов // *Russian gricultural science review*. – 2015. – Т.7. – С. 51–64. https://elibrary.ru/download/elibrary_26188196_66414468.pdf
16. Технология возделывания суданской травы на сено на бурых полупустынных почвах Калмыкии / Дубенок Н.Н., Бородычев В.В., Дедова Э.Б., Кравченко Е.А. // *Достижения науки и техники АПК*. – 2014. – № 2. – С. 49–53. <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-vozdelyvaniya-sudanskoj-travy-na-seno-na-buryh-polupustynnyh-pochvah-kalmykii>

References

1. Borody' chev, V.V. Vliyanie norm vy'seva razny'x sortov sudanskoj travy' na urozhaj zelenoj massy' pri oroshenii/V.V. Borody' chev, E.A. Kravchenko, E'.B. Dedova, G.N. Konieva//*Melioraciya i vodnoe xozyajstvo*. 2012. №2. S. 14-16. https://elibrary.ru/download/elibrary_17697244_43613717.pdf.
2. Dronova, T.N. Vozdely'vanie sudanskoj travy' na korm v usloviyah orosheniya / T.N. Dronova, N.I. Burceva // *Oroshaemoe zemledelie*. 2019, № 3. S. 30-33. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42335446>.
3. Dronova, T.N. Vliyanie rezhimov orosheniya i raschyotny'x doz udobrenij na produktivnost' sudanskoj travy' v Volgogradskom Zavolzh'e / T.N. Dronova, N.I. Burceva // *Materialy' Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, provedennoj v ramkax Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo foruma, posvyashhennogo 75-letiyu obrazovaniya Volgogradskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019. S. 269-275. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41026170>.
4. Evchuk, M.V. Vliyanie biologicheskii aktivny'x preparatov na produktivnost' zernovogo sorgo / M.V. Evchuk // *Nauchny'j zhurnal KubGAU*, 2013. № 94(10). S.1-10. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-biologicheskii-aktivnyh-preparatov-na-produktivnost-zernovogo-sorgo>
5. Kapustin, S.I. Produktivnost' sudanskoj travy' v central'nom Predkavkaz'e / S.I. Kapustin, A.B. Volodin, A.S. Kapustin, A.M. Strojny'j // *Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki*. – 2019. – № 1. – С. 62-70. <https://e.lanbook.com/journal/issue/310487>.
6. Kokonov, S.I. Reakciya sudanskoj travy' Chishminskaya rannyaya na sposob poseva i normu vy'seva v srednem Predural'e / S.I. Kokonov, V.Z. Latfullin, O.V. Sergeeva // *AVU*. 2014. №3 (121). <https://cyberleninka.ru/article/n/reaktsiya-sudanskoj-travy-chishminskaya-rannyaya-na-sposob-poseva-i-normu-vyseva-v-srednem-preduralie>
7. Kukoleva, S.S. Ispol'zovanie novy'x sortov sudanskoj travy' Allegoriya i Ambiciya dlya stabilizacii kormovoj bazy' v zasushlivy'x regionax Rossii / S.S. Kukoleva, O.P. Kibal'nik, D.S. Semin // *Sb. mezhd. nauch.-prakt. Konf. «Problemy' innovacionnogo razvitiya APK: kadry', tehnologii, e'ffektivnost'»*. – 2015. – № 11 – С. 210-214. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30533694>
8. Maksyutov N.A. E'ffektivnost' vneseniya mineral'ny'x udobrenij pod kormovy'e kul'tury' na chernozyomax yuzhny'x Orenburgskogo Predural'ya v usloviyah zasuxi / N.A. Maksyutov // *Izvestiya OGAU*. 2019. №6 (80). S. 96-98. <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-vneseniya-mineralnyh-udobrenij-pod-kormovye-kul'tury-na-chernozyomah-yuzhnyh-orenburgskogo-preduralya-v-usloviyah-zasuxi>.
9. Mardvaev, N.B. Sudanskaya trava v Buryatii – naibolee e'kstremal'noj zone ee vozdely'vaniya v Rossii / N.B. Mardvaev, S.N. Shapsovich // *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 2019. №26-2. <https://cyberleninka.ru/article/n/sudanskaya-trava-v-buryatii-naibolee-ekstremalnoy-zone-ee-vozdelyvaniya-v-rossii>
10. Nikitin, A.A. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' sudanskoj travy' v zavisimosti ot priemov uxoda za posevami / A.A. Nikitin, S.I. Kokonov // *Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii*. – 2018. – № 2. – С. 67-74. – : <https://e.lanbook.com/journal/issue/311543>.
11. Okonov, M.M. Vliyanie rostostimulyatorov Al'bit i Polistin na produktivnost' zernovogo sorgo / M.M. Okonov, M.V. Evchuk // *Izvestiya Orenburgskogo GAU*, 2014. № 1. S.29-31. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-rostostimulyatorov-albita-i-polistina-na-produktivnost-zernovogo-sorgo>

12. Pestereva, E.S. Effektivnost' primeneniya razny'x doz mineral'ny'x udobrenij na formirovanie urozhajnosti odnoletnix kul'tur v usloviyax Yakutii / E.S. Pestereva // MSX. 2020. №3. S. 26-28. <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-primeneniya-raznyh-doz-mineralnyh-udobreniy-na-formirovanie-urozhajnosti-odnoletnih-kulturn-v-usloviyah-yakutii>
13. Saniev, R.N. Produktivnost' i kormovye dostoinstva soi pri primenenii stimulyatorov rosta / R.N. Saniev, V.G. Vasin, A.V. Vasin // Vestnik Ul'yanovskoj GSXA. 2018. №2 (42). S. 86-90. <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-i-kormovye-dostoinstva-soi-pri-primenenii-stimulyatorov-rosta>.
14. Simatin, T.V. Effektivnost' kompleksny'x fiziologicheski aktivny'x veshhestv na posevax ozimoy pshenicy v zone neustojchivogo uvlazhneniya Stavropol'skogo kraja / T.V. Simatin, F.V. Eroshenko // AVU. 2018. №9 (176). S.14-18. <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-kompleksnyh-fiziologicheski-aktivnyh-veshestv-na-posevah-ozimoy-pshenitsy-v-zone-neustoychivogo-uvlazhneniya>.
15. Sokolov, I.V. Izucheniye e'ffektivnosti tekhnologicheskix priemov vozdel'vaniya kormovy'x kul'tur na primere sudanskoj travy' / I.V. Sokolov // Russian gricultural science review. 2015. t.7 S.51-64. https://elibrary.ru/download/elibrary_26188196_66414468.pdf
16. Tekhnologiya vozdel'vaniya sudanskoj travy' na seno na bury'x polupusty'nny'x pochvax Kalmy'kii / Dubenok N.N., Borody'chev V.V., Dedova E' B., Kravchenko E.A. // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2014. – № 2. – S. 49-53. <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-vozdelvaniya-sudanskoj-travy-na-seno-na-buryh-polupustynnyh-pochvah-kalmykii>

Y. N. Pleskachev¹, J. A. Laptina², O. G. Gichenkova³

¹FIC «Nemchinovka»,

²FGBOU VO Volgograd GAU,

³FGBNU VNIIOZ

pleskachiov@yandex.ru

PRODUCTIVITY OF SUDAN GRASS DEPENDING ON SEEDING RATES AND FERTILIZING

Arid conditions of the Lower Volga region limit the range of crops that can provide a high yield of green biomass. Sudan grass is one of the crops characterized by high plasticity and drought resistance. Improving cultivation technology of Sudan grass requires constant calculations of seeding rates and fertilizers, which in turn lead to increase in crop productivity and fodder quality. The aim of the research was to define the optimal seeding rate for Sudan grass cv. Allegoriya cultivated for green fodder under irrigated conditions using mineral fertilizers and a growth stimulant in dry steppe zone of the Lower Volga region. The object of the study was Sudan grass cv. Allegoriya. The article shows the results of five-year experiments on the influence of seeding rates, mineral fertilizers and Raikat Start growth stimulant on yield of Sudan grass green biomass. The variants studied create a positive dynamic in growth of biomass by cutting. Moreover, the article provides data on the dependence of cutting yield on the studied elements of cultivation technology for Sudan grass grown on light chestnut soils of the Lower Volga region. Combined application of mineral fertilizers (N120P120K90 + N30) and Raikat Start growth stimulant was effective in growing Sudan grass under irrigation. The results obtained demonstrate that seeding rate of 3.0 million viable seeds per hectare is appropriate under irrigation conditions. The use of mineral fertilizers in combination with Raikat Start creates favorable conditions for development of the root system and growth of vegetative mass. Compared to the control, grass yield increase was 26 t/ha for three cuttings: 13.5 t/ha – in the first cutting, 8 t/ha – in the second and 4.8 t/ha in the third cutting of Sudan grass green biomass.

Key words: irrigation, Sudan grass, analysis of productivity depending on cuttings.

Влияние норм и видов минеральных удобрений на урожайность агрофитоценозов в звене зернового севооборота

УДК 631.8, 631.874, 633.2

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-48-2-21-25

Е. Н. Пакина (к.б.н.)

Российский университет дружбы народов,
pakina-en@rudn.ru

Приводятся результаты исследований влияния различных норм азотного и фосфорного удобрений и их сочетаний на урожайность пожнивного естественного фитоценоза (ПЕФ), формируемого на светло-каштановой тяжелосуглинистой почве в условиях Терско-Сулакской низменности, и озимой пшеницы в звене зернового севооборота. Удобрения под ПЕФ вносили вразброс, поливали освободившееся поле в течение 2-3 дней вслед за уборкой озимой пшеницы. Запахивали зеленую массу ПЕФ в конце молочной – в начале молочно-восковой спелости семян злаковых компонентов в первой декаде сентября. Фитомассу измельчали тяжелыми дисковыми боронами и запахивали на глубину 20–22 см. Почву выравнивали, поливали с расчетом увлажнения слоя 0–0,6 м, перед посевом озимой пшеницы бороновали зубowymi боронами. Установлено, что дробное внесение части минеральных удобрений от общего количества $N_{90}P_{90}$ под ПЕФ способствовало повышению урожайности зеленой массы до 31%, а зерна последующей озимой пшеницы — до 39,6%. Оплата урожаем зерна 1 кг действующего вещества в звене севооборота при этом повысилась от 2,29 кг на контроле до 2,7; 3 и 3,09 кг при внесении под ПЕФ соответственно N_{30} ; N_{45} и N_{60} , а остальной части их под озимую пшеницу. Дополнительное внесение такого же количества фосфора обеспечило увеличение произведенного на 1 кг питательных элементов зерна озимой пшеницы до 2,86; 3,16 и 3,19 кг. Но рост производства зерна на 1 кг питательных элементов остался на уровне 3,16–3,19 кг при внесении $N_{45}P_{45}$ под ПЕФ и такого количества их под озимую пшеницу.

Ключевые слова: ПЕФ, озимая пшеница, пожнивные остатки, корневые остатки, удобрения, урожай.

Введение

При урожае 4 т/га зерна озимая пшеница выносит из почвы (кг/га) 150 азота, 52 — P_2O_5 и 104 — K_2O , а с учетом использования содержащегося в удобрениях их количества - соответственно 60; 25 и 70% - и использования из почвенных запасов — 25; 15 и 30% [1, 2], вынос по нашим расчетам составит 215 кг/га азота, 208 кг/га P_2O_5 и 149 кг/га K_2O . Внесение таких высоких доз калия и фосфора обычно не вызывает проблем, поскольку они (за вычетом припосевного удобрения) заделываются в почву при вспашке и размещаются в зоне распространения корневых систем растений [3].

Но разовое внесение высоких доз азота недопустимо по ряду причин. В зоне проведения наших исследований его рекомендуют вносить дробно: под предпосевную культивацию, весной в фазе кушения озимых припосевно и в фазе колошения равными нормами по N_{30} . Это позволяет избежать потерь нитратного азота при поливах и осадках, денитрификацию аммонийного азота при высоких температурах воздуха и почвы [2]. Последняя, некорневая подкормка проводится в фазе колошения, но эффективна она больше как средство улучшения хлебопекарных качеств зерна, чем способ повышения урожайности озимой пшеницы, да и растения не выдерживают более высоких концентраций его при некорневой подкормке.

Выходом из данного положения в случае планирования внесения высоких доз азотного удобрения и получения более высоких урожаев озимой пшеницы является распределение части вносимого азота, да и фосфора тоже, под предшествующую культуру, при условии, что ее фитомасса будет запахана в почву как зеленое удобрение. В. И. Кирюшин и А. Л. Иванов [4] считают такое перераспределение вносимых норм удобрений весьма перспективным, ибо при разложении фитомассы сидерата получается более ценное биологическое удобрение, содержащиеся в нем питательные элементы освобождаются постепенно и равномерно используются растениями. Кроме того, почва обогащается не только элементами, которые поступили с удобрениями, но многими другими макро- и микроэлементами, поглощенными корневыми системами сидерата из глубоких слоев почвы и превращенными из недоступных растениям форм в доступные. Поэтому вопрос о перераспределении норм минеральных удобрений, рассчитанных на получение высоких урожаев озимой пшеницы в звене севооборота с сидеральной культурой, является одним из актуальных в агрохимических исследованиях.

Целью проведенных исследований было выявление влияния различных норм азотного и фосфорного удобрений и их сочетаний на урожайность агрофитоценозов в звене севооборота «ПЕФ – озимая пшеница».

Материал и методы исследования

Исследования проводили в 2016–2019 гг. на светло-каштановой тяжелосуглинистой почве ООО «Вымпел-2002» Хасавюртовского района Республики Дагестан с содержанием гумуса в пахотном слое 2,31 %, P_2O_5 - 1,9–2,2 мг, K_2O – 312–340 мг/100 г, плотностью слоения слоя 0,3 м 1,23–1,25 г/см³, 0–1 м — 1,41–1,45 г/см³, наименьшей влагоемкостью — соответственно 32,0 и 27,9%.

Под первую озимую пшеницу, после которой формировался ПЕФ, вносили $N_{90}P_{90}$. После ее уборки обработку почвы не проводили, взбросную вносили часть той нормы удобрений, которая предусматривалась методикой исследований (табл. 1).

Полив для формирования урожая ПЕФ проводили после внесения удобрений, нормой, рассчитанной на увлажнение слоя почвы 0–0,6 м с использованием существующей оросительной сети. Уборка урожая озимой пшеницы, внесение удобрений и полив под следующую в севообороте озимую пшеницу проводили в течение 2–3 дней. Учитывали динамику накопления фитомассы, количественно — видовой состав ПЕФ, урожай наземной массы, поукосных и корневых остатков [5]. Запахивали фитомассу в конце молочной — начале молочно-восковой спелости семян злаковых компонентов, которые доминировали в фитоценозе. Определяли содержание азота, P_2O_5 и K_2O в наземной массе, в пожнивных и корневых остатках ПЕФ [6].

Площадь делянки 162 м² (10,8 м × 15 м), учетной – 100 м² (7,0 м × 14,3 м), повторность 4-кратная.

Зеленую массу ПЕФ перед запашкой измельчали тяжелыми дисковыми боронами, затем вносили удобрения в соответствии с методикой исследований и запахивали на глубину 0,20–0,22 м. Поверхность почвы выравнивали малой — выравнивателем МВ-6, поливали с расчетом увлажнения слоя почвы 0–0,6 м при наступлении физической спелости почвы, проводили боронование зубowymi боронами и посев озимой пшеницы рядовым способом. Для посева использовали семена сорта Гром, норма высева семян — 5 млн./га всхожих семян.

Табл. 1. Сочетание норм и видов удобрений в звене севооборота «ПЕФ — озимая пшеница»		
Номер варианта	Под ПЕФ	Под озимую пшеницу
1	0	$N_{90}P_{90}$
2	N_{30}	$N_{60}P_{90}$
3	$N_{30}P_{30}$	$N_{60}P_{60}$
4	N_{45}	$N_{45}P_{90}$
5	$N_{45}P_{45}$	$N_{45}P_{45}$
6	N_{60}	$N_{30}P_{60}$
7	$N_{60}P_{60}$	$N_{30}P_{30}$

При уборке урожая определяли содержание азота, P_2O_5 и K_2O : в зеленой массе, в пожнивных и корневых остатках ПЕФ; в зерне, соломе, в пожнивных и корневых остатках озимой пшеницы. Эти же элементы питания определяли в пахотном слое почвы при закладке эксперимента, перед измельчением ПЕФ, в фазе выхода в трубку озимой пшеницы и при уборке урожая [7]. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по Б. А. Доспехову [8].

Результаты исследования и их обсуждение

В состав ПЕФ входят многолетняя сорно-полевая растительность, надземная часть которой была скошена при уборке озимой пшеницы, и малолетние представители их, давшие всходы до или после уборки, большей частью после проведенного полива. Причем, всходы дают, в основном, семена урожая прошлого года, которые прошли физиологическое дозревание [2].

Из малолетних фитоценозов (сорняков) доминировали: щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus L.*), щетинник зеленый (*Setaria viridis*), из многолетних: осот полевой (*Sonchus arvensis L.*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis L.*), тростник обыкновенный (*Phragmites australis Cav.*).

Из доминантов пожнивного естественного фитоценоза (ПЕФ) на долю поздних яровых представителей приходилось 64,3% от количества растений и 64,8% проективного покрытия, всего на долю малолетников – соответственно 74,8 и 80,8%. Количество доминирующих многолетних сорняков в составе фитоценоза было значительно меньше и составляло 13,9% от суммарного количества растений на 1 м², а доля их в проективном покрытии составила 19,7%.

Укосная спелость ПЕФ наступала через 51–57 суток после уборки озимой пшеницы. Это ценное достоинство его, поскольку после заправки фитомассы остается достаточно времени для подготовки почвы и посева следующей в севообороте озимой культуры, а у наиболее распространенных сеянных пожнивных культур — кукурузы, сахарного сорго — укосная спелость (на силос) наступает через 100–125 дней после посева. Последние более урожайны, чем ПЕФ, но на их выращивание расходуется намного больше финансовых и материально-технических ресурсов, уборка урожая их нередко затягивается до первой декады ноября, а это дополнительные проблемы в период озимого сева. Поэтому исследователи дают предпочтение ПЕФ, как предшественнику озимой пшеницы, чем сеянным пожнивным культурам [9, 10].

Исследуемые виды и нормы удобрений оказали существенное влияние урожайность ПЕФ (табл. 2).

Внесение N_{30} под ПЕФ способствовало повышению урожайности зеленой массы в среднем за 2016–2018 гг. на 8,5%. Увеличение нормы азотного удобрения до N_{45}

Табл. 2. Накопление фитомассы и пожнивно-корневых остатков ПЕФ при различном сочетании вносимых видов и норм удобрений, т/га, 2016-2018 гг.

Удобрение	Фитомасса	Остатки		Всего	% к контролю
		Пожнивные	Корневые		
Без удобрений — контроль	4,62	0,78	1,52	6,92	100
N ₃₀	5,00	0,86	1,65	7,51	108,5
N ₃₀ P ₃₀	5,40	0,93	1,78	8,11	117,2
N ₄₅	5,60	0,96	1,84	8,40	121,4
N ₄₅ P ₄₅	5,80	0,99	1,90	8,67	125,3
N ₆₀	5,92	1,01	1,95	8,88	128,3
N ₆₀ P ₆₀	6,05	1,04	2,00	9,09	131,4
HCP ₀₅	0,12–0,20	0,03–0,04	0,10		

и N₆₀ приводит к дальнейшему повышению ее соответственно на 25,3 и 28,3% по сравнению с контролем, где азотное удобрение не вносилось.

Дополнение к фону азотного удобрения возрастающих доз фосфора: P₃₀; P₄₅ и P₆₀ способствовало повышению урожайности фитомассы ПЕФ на меньшую величину: 3,8; 2,7 и 2,7% соответственно. Но достоверная прибавка урожая получена в 2016 и 2017 гг. при дополнении P₃₀ к N₃₀ и в 2018 г. P₆₀ к N₆₀. В остальные годы исследований прибавка урожая ПЕФ от совместного разбросного внесения фосфорного с азотного удобрений по сравнению с внесением одного азотного удобрения была математически не достоверной. Увеличивается при этом и накопление пожнивных и корневых остатков соответственно на 17,2 и 33%.

Вся эта масса — порядка 9 т/га, — полученная на оптимальных вариантах удобрения ПЕФ, запахивалась в почву, что способствовало повышению урожайности последующей озимой пшеницы. В том случае, когда 30% азота от общей дозы N₉₀P₉₀ вносили под ПЕФ, остальное N₆₀P₉₀ под озимую пшеницу, урожайность последней повышается 18,2%. Увеличение дозы азота до N₄₅ и N₆₀ и сокращение количества прямого внесения под озимую пшеницу до N₄₅ и N₃₀ приводило к повышению урожайности зерна на большую величину — 30,8 и 35,1% по

отношению к контролю. Соответственно повышалась и масса накопленной соломы и пожнивно-корневых остатков (табл. 3).

Основным показателем эффективности исследуемых норм и сроков внесения удобрений следует рассматривать оплату урожаем зерна 1 кг содержащихся в них действующего вещества. Судя по полученным данным, этот показатель повысился от 2,29 кг на контроле, до 2,70; 3,0 и 3,09 кг при внесении под ПЕФ соответственно N₃₀; N₄₅ и N₆₀, остальной части удобрений — под озимую пшеницу. Дополнительное внесение возрастающих норм: соответственно 30; 45 и 60 кг/га фосфора под ПЕФ обеспечило увеличение произведенного на 1 кг питательных элементов зерна озимой пшеницы до 2,86; 3,16 и 3,19 кг. Судя по этим показателям можно считать, что рост производства зерна на 1 кг питательных элементов, внесенных в почву, наблюдался в тех случаях, когда от общего количества гектарной нормы удобрений — N₉₀P₉₀, половина азота (N₄₅) или азота с фосфором (N₄₅P₄₅) в звене севооборота вносили под ПЕФ, остальная часть — под озимую пшеницу. По нашим предварительным данным, дальнейшее увеличение доли удобрений, вносимых под ПЕФ сверх этого уровня, может не обеспечить повышения урожая зерна озимой пшеницы.

Табл. 3. Структура органической массы, накопленной озимой пшеницей при различном сочетании видов и норм удобрений в звене севооборота «ПЕФ — озимая пшеница», т/га, 2017–2019 гг.

Номер варианта	Зерно	Солома	Остатки		Всего	% к контролю	Из них не отчуждаемая из почвы
			Пожнивные	Корневые			
1	4,12	2,85	1,11	3,54	11,62	100	4,65
2	4,86	3,38	1,31	4,18	13,73	118,2	5,49
3	5,15	3,58	1,39	4,43	14,55	125,2	5,82
4	5,38	3,74	1,45	4,63	15,20	130,8	6,08
5	5,69	3,95	1,54	4,89	16,07	138,3	6,43
6	5,56	3,86	1,50	4,78	15,70	135,1	6,28
7	5,75	3,98	1,54	4,86	16,13	138,8	6,40

Выводы

Увеличение возрастающих от 30 до 45 и 60 кг/га доз азота под ПЕФ способствовало повышению урожайности зеленой массы в среднем за 2016–2018 гг. на 8,5; 25,3 и 28,3% по сравнению с контролем, где азотное удобрение не вносилось. Дополнение к фоновым азотным удобрениям таких же доз фосфора: P_{30} ; P_{45} и P_{60} способствовало повышению урожайности фитомассы ПЕФ на меньшую величину: 3,8; 2,7 и 2,7% соответственно. Но существенная прибавка урожая получена при дополнении P_{30} к N_{30} в два года и P_{60} к N_{60} за один год из трех лет исследований. В остальные годы исследований прибавка урожая ПЕФ от совместного разбросного внесения фосфорного с азотным удобрениями по сравнению с внесением одного азотного удобрения была не существенной.

Запашка зеленой массы ПЕФ — порядка 9 т/га, полученная на оптимальных вариантах удобрения, и прямое внесение оставшейся части минеральных удобрений под озимую пшеницу способствовали повышению урожайности зерна до 35% по сравнению с контролем, где вся доза удобрений — $N_{90}P_{90}$, — вносилась только под зерновую культуру. Но с учетом производства зерна на 1 кг питательных элементов, внесенных с минеральными удобрениями, оптимальным следует считать внесение половины этой дозы под ПЕФ, остальной половины — под озимую пшеницу. На 1 кг действующего вещества азотно-фосфорного удобрения в этом случае производилось 3,16 кг зерна пшеницы и стабилизировалась на этом уровне при дальнейшем увеличении доли минеральных туков под ПЕФ, в то время как при внесении всей дозы под озимую пшеницу было произведено 2,29 кг.

Литература

1. Каюмов, М.К. Справочник по программированию. — М.: Россельхозиздат, 1977. — 185 с.
2. Гасанов, Г.Н. Основы систем земледелия Западного Прикаспия. — Махачкала: Дасельхозакадемия, 2008. — 263 с.
3. Абасов, М.М. Экологическое состояние почвенного покрова Дагестана / М.М. Абасов, Г.Н. Гасанов, Г.М. Абдурахманов, М.А. Баламирзоев, А.Г. Гасангалжиева. Махачкала: ДГУ, Даггоссельхозакадемия. — 2007. — 131 с.
4. Кирюшин, В.И. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий / В.И. Кирюшин, А.Л. Иванов. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. — 783 с.
5. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. — М.: ВНИИК, 1987. — 198 с.
6. Практикум по агрохимии. Изд.: 2-е / под ред. Минеева В.Г. М.: МГУ. 2001. 689 с.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. — М.: Колос, 1971. — Вып. 1. — 239 с.
8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
9. Тамазаев, И.Т. Видовой состав и продуктивность естественного фитоценоза и кукурузы на силос поживного посева в Терско-Сулакской низменности Прикаспия / И.Т. Тамазаев // Проблемы развития АПК региона. — 2018. — № 3 (35). — С. 75-79.
10. Гасанов, Г.Н. О системах содержания почв в ирригационных агроландшафтах и их классификации / Г.Н. Гасанов, М.А. Арсланов // Земледелие. — 2017. — № 1. — С. 21-24.

References

1. Kayumov, M.K. Spravochnik po programmirovaniyu. — M.: Rossel' xozizdat, 1977. — 185s.
2. Gasanov, G.N. Osnovy' sistem zemledeliya Zapadno Prikaspiya. — Maxachkala: Dasel' xozakademiya, 2008. — 263s.
3. Abasov, M.M. E' kologicheskoe sostoyanie pochvennogo pokrova Dagestana / M.M. Abasov, G.N. Gasanov, G.M. Abduraxmanov, M.A. Balamirzoev, A.G. Gasangadzhieva. Maxachkala: DGU, Daggossel' xozakademiya. — 2007. — 131s.
4. Kiryushin, V.I. Agroe' kologicheskaya ocenka zemel', proektirovanie adaptivno-landshaftny' x sistem zemledeliya i agrotexnologij / V. I. Kiryushin, A.L. Ivanov. — M.: FGNU «Rosinformagrotex», 2005. — 783s.
5. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevy' x opy' tov s kormovy' mi kul' turami. — M.: VNI IK, 1987. — 198 s.
6. Praktikum po agroximii. Izd.: 2-e / pod red. Mineeva V.G. M.: MGU. 2001. — 689 s.
7. Metodika gosudarstvennogo sortoispy' taniya sel' skoxozyajstvenny' x kul' tur. — M.: Kolos, 1971 — vy' p. 1. — 239 s.
8. Dospexov, B.A. Metodika polevogo opy' ta. — M.: Agropromizdat, 1985. — 351s.
9. Tamazaev, I.T. Vidovoj sostav i produktivnost' estestvennogo fitocenoza i kukuruzy' na silos pozhnivnogo poseva v Tersko — Sulakskoj nizmennosti Prikaspiya / I.T. Tamazaev // Problemy' razvitiya APK regiona. — 2018. — № 3 (35). — S. 75-79.
10. Gasanov, G.N. O sistemax sodержaniya pochv v irrigacionny' x agrolandshaftax i ix klassifikacii / G.N. Gasanov, M.A. Arslanov // Zemledeliye. — 2017. — № 1. — S. 21-24.

E. N. Pakina

People's Friendship University of Russia,
pakina-en@rudn.ru

INFLUENCE OF STANDARDS AND TYPES OF MINERAL FERTILIZERS ON THE YIELD OF AGROPHYTOCENOSSES IN THE LINK OF GRAIN CROP ROTATION

The results of studies of the influence of different norms of nitrogen and phosphorus fertilizers and their combinations on the yield of natural stubble phytocenosis (PEF), formed on light chestnut heavy loamy soil in the Tersko-Sulak lowland, and winter wheat in the link of grain crop rotation are presented. Fertilizers under PEF were applied randomly, watered the vacant field for 2–3 days after harvesting winter wheat. The green mass of PEF was plowed at the end of the milky – at the beginning of the milky-wax ripeness of the seeds of the cereal components in the first ten days of September. The phytomass was crushed with heavy disc harrows and plowed to a depth of 20–22 cm. The soil was leveled, watered with the calculation of the moisture layer of 0–0.6 m, before sowing winter wheat, harrowed with tooth harrows. It has been established that fractional application of a part of mineral fertilizers from the total amount of $N_{90}P_{90}$ under PEF promotes an increase in the yield of green mass to 31.0%, and the grain of subsequent winter wheat – to 39.6%. Payment by the grain harvest for 1 kg of the active substance in the crop rotation link increases from 2.29 kg under control to 2.70; 3.0 and 3.09 kg when applied under PEF, respectively $N_{30}P_{45}$ and N_{60} , and the rest of them for winter wheat. An additional introduction of the same amount of phosphorus provides an increase in the amount of winter wheat grain produced per 1 kg of nutrients to 2.86; 3.16 and 3.19 kg. But the growth of grain production per 1 kg of nutrients in the soil stops at the level of 3.16–3.19 kg, which is achieved when $N_{45}P_{45}$ is applied under PEF and such an amount under winter wheat.

Key words: natural stubble phytocenosis, winter wheat, crop residues, root residues, fertilizers, harvest.

Правила оформления статей

Статьи принимаются на русском и английском языках.

Материалы для публикации представляются в виде файла в формате Microsoft Word for Windows с расширением .doc или .docx.

Статья и аннотация должны быть написаны хорошим литературным языком. В ней не должны содержаться базисные, общеизвестные, сведения по профильной научной тематике. При использовании единиц измерения необходимо придерживаться международной системы единиц СИ.

Дублирование данных в тексте, таблицах и рисунках недопустимо.

Рекомендуемый объем статей – от 6 до 16 страниц формата А4 в редакторе Microsoft Office Word, шрифт «Times New Roman», кегль 14, интервал 1,5, абзацный отступ – 1 см, все поля – 2 см. Выравнивание текста статьи по ширине.

Графическая информация должна быть черно-белой (за исключением фотографий). Графики, диаграммы, схемы и др. рекомендуется представлять в файлах формата TIF, Adobe Illustrator, Photoshop, Visio (за исключением диаграмм, выполненных в Microsoft Office). Рисунки должны быть четкими и выполняться на белом фоне. Каждый рисунок должен быть снабжен подрисуночной подписью. Оси графиков должны иметь подписи без сокращений. Элементы схем, чертежей и др. должны иметь подписи или обозначения, расшифровка которых должна содержаться в подрисуночной подписи.

Таблицы выполняются в форматах Microsoft Word или Excel. Каждая строка таблицы должна оформляться именно как отдельная строка. Разделение строк и столбцов таблицы с помощью знаков «пробел», «Enter» не допускается.

Формулы. Простые формулы рекомендуется выполнять в Microsoft Word, более сложные — в Редакторе формул Microsoft Equation Editor или аналогичном редакторе. Все входящие в формулу параметры должны быть расшифрованы. Расшифровку приводят один раз, когда параметр встречается впервые. Выполнение формул в виде рисунков не допускается.

Список литературы должен быть не менее 6 источников. Ссылки на работы авторов должны занимать не более 50% списка литературы. Оформляется строго по ГОСТ Р 7.0.5-2008, выравнивание по ширине.

Помимо списка литературы, приводится также транслитерированный список литературы на кириллице и перевод названия публикации на английский.

После списка литературы и ее транслитерированного списка необходимо вставить перевод на английский язык названия статьи, фамилии и инициалы автора(ов), сведения о них, название места работы/учебы, аннотации и ключевых слов. Для англоязычных статей делается перевод на русский язык.

Оценка биохимического состава и питательной ценности суданской травы при возделывании на зеленый корм

УДК 631.8 (631.53.048)

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-48-2-26-31

Ю. Н. Плескачев¹ (д.с.-х.н.), Ю. А. Лаптина² (к.с.-х.н.), О. Г. Гиченкова^{2,3} (к.с.-х.н.)¹ФИЦ «Немчиновка»,²ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ,³ФГБНУ ВНИИОЗ,

pleskachiov@yandex.ru

Однолетние кормовые культуры особенно суданская трава представляет большой интерес по ряду показателей: объему зеленой массы, качеству, которое варьирует от удовлетворительного до хорошего и сахара содержащегося в пределах 10–12%. Другие виды злаков заметно уступают суданской траве по выходу зеленой массы, так как менее толерантны к неблагоприятным факторам и особенно дефициту микроэлементов в почве. Помимо всего вышеизложенного основное преимущество в аридных условиях отводится корневой системе, которая в силу своих биологических особенностей способна использовать минимальное количество влаги, приходящей от осадков. В работе представлены результаты исследований по изучению влияния минеральных удобрений и предпосевной обработки семян препаратом Райкат Старт на продуктивность суданской травы сорта Юлия на каштановых почвах в условиях Нижнего Поволжья. Установлено, что самый высокий урожай зеленой массы суданской травы 28,6 т/га сформировался на варианте с внесением минеральных удобрений в дозе N60 P60 K45 + N30 и стимулятора роста Райкат Старт, прибавка к контролю составила 9,3 т/га, при этом прибавка сухой массы на этом варианте составила 3,3 т/га. Так же на этом варианте отмечено снижение содержания клетчатки и повышение доли протеина до 8,04% в среднем за три укоса. На всех вариантах с внесением удобрений в изученной дозе позволило получить безопасную для сельскохозяйственных животных зеленую массу суданской травы, при этом уровень содержания нитратов не превышал 407 мг/кг.

Ключевые слова: нитраты, минеральные удобрения, стимулятор роста, урожайность, биохимический состав.

Введение

Полноценное ведение и развитие животноводства в условиях Нижнего Поволжья невозможно без обеспечения кормовой базы, недостаток которой, является сдерживающим элементом в последнее десятилетие. В связи с развитием альтернативного животноводства и ряда принятых региональных программ, связанных с продовольственной безопасностью и направленных на наращивание поголовья позволило включить в структуру посевных площадей высокопродуктивные культуры такие, как суданская трава. Вторая задача, которую необходимо решать параллельно с наращиванием продуктивности, это качество кормов, которое следует постоянно повышать и улучшать [3, 11].

Отличительной особенностью этой культуры является её исключительно высокая засухоустойчивость, она хорошо использует осадки второй половины лета и формирует большую надземную массу, пригодную для неоднократного скармливания и укоса. Наряду с этим культура отличается высокой отавностью, хорошей побегообразовательной способностью, обильной кустистостью и быстротой отрастания. По суточному ритму роста суданская трава почти единственная среди однолетних кормовых трав не только не уступает,

но и значительно превосходит такую культуру, как кукуруза [7]

Качество того или иного корма характеризуется, прежде всего, содержанием главных компонентов, присутствующих данному виду корма. Состав и питательность кормов зависят от многих факторов, среди которых наибольшее значение имеют условия произрастания растений (климат, почва, удобрения, агротехника), сорт, фаза развития, при которой произведена уборка, способ уборки, условия хранения [8].

В одном килограмме зеленой массы суданской травы содержится в среднем 0,22 кормовой единицы и до 20 г переваримого протеина, это позволяет ей по праву занимать первое место среди однолетних злаковых культур. Поэтому большинство проводимых исследований направлены на выявление рационального сочетания водного и минерального питания, при котором достигается получение высоких урожаев зеленой массы и сена [9].

Исследованиями многих авторов [4, 6] доказано, что применение минеральных удобрений оказало положительное влияние на ростовые процессы растений, увеличивая высоту и облиственность, что способствует формированию большей продуктивности химического состава и питательной ценности. По данным Икоевой и др. лучшие показатели получены на фоне N₆₀P₆₀K₆₀

[2]. Прибавка урожайности колебалась в пределах: по зеленой массе суданской травы по сравнению с контролем 15 т/га, или 50%. Установлено, что удобренные варианты отличались от контроля тенденцией повышения азота, фосфора, калия и кальция в зеленой массе, наибольшая питательная ценность корма отмечена в удобренных вариантах. Из показателей качества зеленой массы наиболее подверженным влиянию удобрений является протеин. По сравнению с контролем удобренные варианты повышают сбор белка с 1 га посева.

По данным Э. Б. Дедовой и др. [1] «...применение минеральных удобрений оказывает влияние не только на увеличение урожайности сена суданской травы, но и улучшает его качество. Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{40}$ приводит к увеличению содержания сырого протеина в зависимости от укоса до 44,97–52,6%. Дальнейшее увеличение дозы минеральных удобрений сопровождалось незначительным повышением содержания протеина.

Целью исследования было определение влияния норм высева и минерального питания на урожайность и питательную ценность зеленой массы суданской травы.

Материал и методы исследования

Исследования проводились на каштановых почвах в условиях АО «Агрофирма «Восток» Николаевского района Волгоградской области в период с 2016 по 2020 гг. по следующей схеме опыта. Фактор А: Норма высева: 1 млн. всхожих семян на гектар; 1,5 млн. всхожих семян на гектар; 2 млн. всхожих семян на гектар. Фактор В: 1) Контроль без удобрений; 2) $N_{60}P_{60}K_{45}+N_{30}$; 3) Стимулятор роста Райкат Старт; 4) $N_{60}P_{60}K_{90}$ +Райкат Старт+ N_{30} . Повторность трехкратная. Объектом изучения был сорт суданской травы Юлия.

Сорт Юлия выведен в Нижне-Волжском НИИСХ в 2012 году. Семена созревают через 106-110 дней, укосная спелость наступает через 45–47 дней от всходов. За годы конкурсного испытания показал следующие харак-

теристики: масса 1000 зерен 12–13 г, в абсолютно сухом веществе зеленой массы содержание сырого протеина 10–11 %, сахара 8–8,2 %, клетчатки 31,66–34,2 % [10].

Минеральные удобрения вносили под основную обработку почвы. Перед посевом семена обрабатывали жидким органоминеральным удобрением Райкат Старт (1 л/т), которое стимулирует корнеобразование и активизирует роста растений на ранних фазах развития.

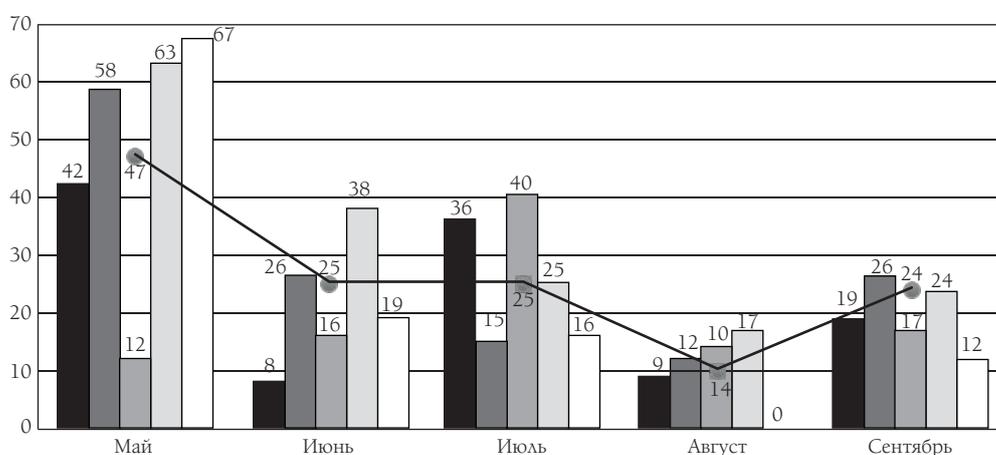
Уборку суданской травы на зеленую массу проводили в фазу выхода в трубку-начало выметывания (10% растений). Биохимический состав растений определялся на основе отбора образцов перед уборкой. При изучении химического состава растений общей азот и сырой протеин – методом Кьельдаля; клетчатка по Геннебергу и Штоману; жир по методу Рушковского; сырая зола; нитраты — ГОСТ 13496.19; БЭВ — расчетным способом [5].

В процессе проведения исследований за ростом и развитием растений, благодаря разработанным методикам, можно точно получить ряд данных, необходимых для выполнения поставленной цели и решения задач. Важно выбрать правильно методы учёта. Наш опыт закладывался согласно общепринятой методике для кормовых трав [5].

Результаты исследования и их обсуждение

В период исследований необходимо изучать метеорологические условия, корректирующие продуктивность любых сельскохозяйственных культур. Погодные условия оказывают значительную роль на развитие фенологических фаз и соответственно на формирование урожая сельскохозяйственных растений, особенно в условиях естественного увлажнения.

В период проведения наших исследований наиболее экстремальные условия обеспеченности влагой в начале вегетации сформировались в 2018 г., наиболее благоприятные условия для всходов сложились 2019 г.,



Осадки в годы исследований, мм: ■ — 2016 г.; ■ — 2017 г.; ■ — 2018 г.; □ — 2019 г.; □ — 2020 г.; сплошная линия — среднее значение

Табл. 1. Урожайность зелёной массы суданской травы, среднее за 2016-2020 гг.

Норма высева, млн/га	Удобрения и стимуляторы роста	Урожайность за укос, т/га			
		первый	второй	третий	В сумме за три укоса
1,0	Контроль	8,1	5,6	3,6	17,3
	$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{30}$	12,0	6,0	3,8	21,8
	Райкат Старт	9,3	5,8	3,6	18,7
	$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{30}$ + Райкат Старт + N_{30}	14,7	6,1	3,9	24,7
1,5	Контроль	9,6	6,1	3,6	19,3
	$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{30}$	13,8	6,3	3,8	23,9
	Райкат Старт	11,0	6,2	3,7	20,9
	$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{30}$ + Райкат Старт + N_{30}	18,1	6,4	4,1	28,6
2,0	Контроль	9,4	6,0	3,6	19,0
	$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{30}$	13,7	6,2	3,8	23,7
	Райкат Старт	10,7	6,0	3,7	20,4
	$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{30}$ + Райкат Старт + N_{30}	16,4	6,3	3,9	26,6

так как большая часть осадков мая 2020 г. носила ливневый характер, и всё количество осадков выпало в конце мая месяца (рисунк). Во второй половине вегетации 2020 г. сформировались очень засушливые условия.

Согласно результатам проведенных исследований по изучению норм высева наибольшая урожайность зеленой массы суданской травы в сумме за 3 укоса сформировалась на варианте с нормой высева 1,5 млн всхожих семян на гектар и составила 28,6 т/га, что больше варианта с нормой высева 1 млн всхожих семян на гектар на 3,9 т/га или 15,8%. При увеличении густоты стояния растений до 2 млн всхожих семян на гектар разница составила 2 или 7,5%.

Изучение эффективности применения системы удобрения свидетельствует о преимуществе варианта с комплексным применением минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{45}$ и предпосевной обработки семян

органо-минеральным удобрением стимулирующего действия Райкат Старт, данный прием позволил увеличить урожайность зеленой массы в сумме за три укоса в сравнении с контролем на варианте с нормой высева 1,5 млн/га на 7,5 т/га, тогда как применение только минеральных удобрений способствовало повышению зеленой массы на 4,6 т/га в сравнении с контролем. На варианте, где применялся только стимулятор роста Райкат Старт прибавка к контролю составила 1,6 т/га, при этом разница в сравнении с комбинированным вариантом применения удобрений составила 7,7 т/га.

Таким образом наибольшая зеленая масса суданской травы в среднем за 5 лет сформировалась на варианте с нормой 1,5 млн /га и комплексным применением минеральных удобрений и стимулятора роста.

В результатах исследований по динамике синтеза сухой биомассы суданской травы прослеживается

Табл. 2. Урожайность сухой массы суданской травы в сумме за три укоса, т/га

Норма высева, млн/га	Удобрения	Год					Среднее
		2016	2017	2018	2019	2020	
1,0	Контроль	2,3	3,1	2,2	3,7	2,5	2,8
	$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{30}$	4,0	4,9	3,8	5,4	4,2	4,5
	Райкат Старт	2,8	4,0	2,6	4,2	3,0	3,3
	$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{30}$ + Райкат Старт + N_{30}	4,8	6,0	4,4	6,7	5,0	5,4
1,5	Контроль	2,7	3,7	2,5	4,3	2,9	3,2
	$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{30}$	4,2	5,9	4,1	6,4	4,7	5,1
	Райкат Старт	3,2	4,4	3,1	5,0	3,7	3,9
	$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{30}$ + Райкат Старт + N_{30}	5,8	7,3	5,1	8,1	6,0	6,5
2,0	Контроль	2,6	3,5	2,5	3,9	2,7	3,0
	$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{30}$	4,2	5,7	4,0	6,1	4,6	4,9
	Райкат Старт	3,0	4,3	2,9	4,8	3,4	3,7
	$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{30}$ + Райкат Старт + N_{30}	5,2	6,5	4,7	7,6	5,5	5,9
НСР ₀₅ общая		0,36	0,36	0,31	0,36	0,53	0,44
НСР ₀₅ А		0,18	0,18	0,16	0,19	0,15	0,16
НСР ₀₅ В		0,21	0,21	0,20	0,21	0,31	0,46

Табл. 3. Качественные показатели зеленой массы суданской травы за три укоса, среднее за 2016–2020 гг.

Норма высева, млн/га	Вариант	Биохимический состав, %			Нитраты, мг/кг		
		Протеин	Жир	Клетчатка	первый укос	второй укос	третий укос
1,0	Контроль	7,04	1,84	33,22	363	337	310
	$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{30}$	7,98	1,86	32,08	407	380	337
	Райкат Старт	7,23	1,85	32,81	368	343	312
	$N_{60}P_{60}K_{45}$ + Райкат Старт + N_{30}	7,98	1,87	31,68	410	385	342
1,5	Контроль	7,10	1,86	33,14	356	330	306
	$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{30}$	7,90	1,87	31,82	403	377	334
	Райкат Старт	7,27	1,86	32,95	361	333	309
	$N_{60}P_{60}K_{45}$ + Райкат Старт + N_{30}	8,04	1,88	31,60	406	378	337
2,0	Контроль	7,06	1,85	33,32	351	326	299
	$N_{60}P_{60}K_{45} + N_{30}$	7,89	1,86	31,98	400	373	331
	Райкат Старт	7,23	1,85	33,04	354	329	301
	$N_{60}P_{60}K_{45}$ + Райкат Старт + N_{30}	7,98	1,87	31,73	404	376	333

тенденция аналогичная динамике накопления зеленой биомассы. Наиболее благоприятные условия для накопления сухой биомассы сложились в 2019 г., тогда как засушливые условия в начальные фазы роста и развития, которые сложились в 2016 и 2018 гг., а также отсутствие осадков в августе 2020 г. отрицательно сказались на накоплении сухой биомассы.

Анализ биохимического состава зеленой массы суданской травы в сумме за три укоса показал, что нормы высева не оказали значительного влияния на биохимический состав зеленой массы. Внесение минеральных удобрений увеличило содержание протеина на 0,8%. Наибольшую прибавку обеспечило их комплексное использование со стимулятором роста, так на этом варианте прибавка составила 0,94%. Изучаемые приемы не оказали значительного влияния на процент содержания жира.

Наибольшее значение содержание клетчатки отмечено также на вариантах без применения удобрений 33,14–33,32 %. На вариантах с внесением минеральных удобрений процент содержания клетчатки был ниже соответственно на 1,54–1,59 % в сравнении с контролем.

Так же следует отметить, что процент содержания протеина и жира во втором и третьем укосе возрастает в сравнении с первым укосом. Вероятно, это связано с тем, что в листьях содержится большее количество протеина, нежели в стеблях, а к третьему укосу в наших исследованиях отмечалось увеличение процента облиственности.

Одной из важных характеристик корма является наличие в нём токсических веществ, в том числе и ни-

тратов, особенно важно учитывать их содержание при применении азотных удобрений.

Согласно санитарным нормам предельно допустимая концентрация нитратов в корме равняется 500 мг/кг.

Во все годы проведения исследований отмечалось снижение содержания нитратов в зеленой массе суданской травы от первого укоса к третьему. По вариантам опыта наибольшие содержание нитратов отмечено на вариантах с внесением минеральных удобрений 407–401 мг/кг.

Таким образом, за период исследований не было отмечено превышение предельно допустимой концентрации нитратов, как по вариантам опыта, так и по укосам.

Выводы

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о том, что в условиях каштановых почв Волгоградской области применение минеральных удобрений и предпосевная обработка семян Райкат Старт способствует повышению урожайности зеленой массы суданской травы на 9,3 т/га и сухой массы на 3,3 т/га, в сравнении с контролем. Так же комплексное применение $N_{60}P_{60}K_{45}$ +Райкат Старт (1 л/га)+ N_{30} оказало положительное влияние на питательную ценность зеленой массы. В среднем за три укоса отмечалось снижение содержания клетчатки и повышение содержания протеина, при этом содержание нитратов находилось в пределах допустимых значений.

Литература

1. Дедова, Э.Б. Формирование продукционного процесса, урожайности и качественных показателей сена суданской травы на мелиорируемых землях Калмыкии / Э. Б. Дедова, Г. Н. Кониева, Е.А. Кравченко // Животноводство и кормопроизводство. 2014 №4 (87). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-produktsionnogo-protsesssa-urozhaynosti-i-kachestvennyh-pokazateley-sena-sudanskoy-travy-na-melioriruemyh-zemlyah>

2. Икоева, Л.П. Влияние минеральных удобрений на урожайность культур звена кормового севооборота / Л.П. Икоева // Известия Горского государственного университета. – 2018. – Т.55. – №3. – С. 12-17 Режим доступа: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_35647439_70478036.pdf
3. Ковтунова, Н.А. Биологические особенности роста и развития суданской травы/ Н.А. Ковтунова // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 6. – С. 48–51. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/biologicheskie-osobennosti-rosta-i-razvitiya-sudanskoj-travy>
4. Максюттов, Н.А. Устойчивость кормовых культур к засухе в зависимости от фона питания в степном Предуралье Оренбуржья / Н.А. Максюттов, Н. А. Зенкова // Известия ОГАУ. – 2020. – №5 (85). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivost-kormovyh-kultur-k-zasuhe-v-zavisimosti-ot-fona-pitaniya-v-stepnom-preduralie-orenburzhya>
5. Новоселов, Ю.К., Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами /Ю.К. Новоселов, Г.Д. Харьков, Н.С. Шеховцова. – М.: ВИК, 1983. – 198 с.
6. Олешко, В.П. Эффективность применения удобрений в кормовом севообороте на орошении в условиях Приобья Алтайского края / В. П. Олешко, А.П. Дробышев // Вестник АГАУ. – 2020. – №10 (192). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-primeneniya-udobreniy-v-kormovom-sevooborote-na-oroshenii-v-usloviyah-priobya-altayskogo-kрая>
7. Селекционная ценность перспективных сортов суданской травы в ФГБНУ «Поволжский НИИСС»// Антимонов А.А. [и др.]. Известия Самарского научного центра РАН. – 2018. – №2 – С.2. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/selektionnaya-tsennost-perspektivnyh-sortov-sudanskoj-travy-v-fgbnu-povolzhskiy-niiss>
8. Скудаева, Е. А. Биохимический состав растений суданской травы в зависимости от содержания никеля и фосфора в почве / Е. А. Скудаева // ОНВ. – 2006. – №10 (50). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biohimicheskiy-sostav-rasteniy-sudanskoj-travy-v-zavisimosti-ot-soderzhaniya-nikelya-i-fosfora-v-pochve>
9. Современная оценка питательности кормов из сорговых культур// Ковтунова Н.А. [и др.]. Научный журнал КубГАУ. – 2016. – №123(09). – С. 783-792. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_27509846_85832803.pdf
10. Шарко, Н.С. Урожайность и кормовые качества перспективных сортов суданской травы Камышинской селекции / Н.С. Шарко // Научно-агрономический журнал. – 2019. – № 3 (106). – С. 32-35. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_41420326_51523873.pdf
11. Шукис, Е. Р. Реализация продуктивного потенциала различными по скороспелости сортообразцами сорговых культур в условиях Алтайского края / Е. Р. Шукис, В. А. Борисович, С. К. Шукис, А. П. Дробышев // Вестник АГАУ. – 2020. – №5 (187). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-produktivnogo-potentsiala-razlichnymi-po-skorospelosti-sortoobraztsami-sorgovyh-kultur-v-usloviyah-altayskogo-kрая>

References

1. Dedova, E. B. Formirovanie produkcionnogo processa, urozhajnosti i kachestvennyx pokazatelej sena sudanskoj travy na melioriruemyx zemlyax Kalmykii / E. B. Dedova, G. N. Konieva, E.A. Kravchenko // Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo. 2014 №4 (87). Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-produkcionnogo-protsessa-urozhajnosti-i-kachestvennyh-pokazateley-sena-sudanskoj-travy-na-melioriruemyh-zemlyah>
2. Ikoeva, L.P. Vliyanie mineral'nyx udobrenij na urozhajnost' kul'tur zvena kormovogo sevooborota / L.P. Ikoeva // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo universiteta. 2018. T.55. №3. S. 12-17 Rezhim dostupa: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_35647439_70478036.pdf
3. Kovtunova, N.A. Biologicheskie osobennosti rosta i razvitiya sudanskoj travy / N.A. Kovtunova // Dostizheniya nauki i texniki APK. 2016. T. 30. № 6. S. 48–51. Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/biologicheskie-osobennosti-rosta-i-razvitiya-sudanskoj-travy>
4. Maksyutov, N.A. Ustojchivost' kormovyx kul'tur k zasuxe v zavisimosti ot fona pitaniya v stepnom Predural'e Orenburzh'ya / N.A. Maksyutov, N. A. Zenkova // Izvestiya OGAU. 2020. №5 (85). Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivost-kormovyh-kultur-k-zasuhe-v-zavisimosti-ot-fona-pitaniya-v-stepnom-preduralie-orenburzhya>
5. Novoselov, Yu.K., Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevyx opytov s kormovymi kul'turami /Yu.K. Novoselov, G.D. Har'kov, N.S. Shexovczova. -M.: VIK, 1983. -198 s.
6. Oleshko, V.P. Effektivnost' primeneniya udobre-nij v kormovom sevooborote na oroshenii v usloviyah Priob'ya Altajskogo kraja / V. P. Oleshko, A.P. Droby'shev // Vestnik AGAU. 2020. №10 (192). Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-primeneniya-udobreniy-v-kormovom-sevooborote-na-oroshenii-v-usloviyah-priobya-altayskogo-kрая>
7. Selektionnaya cennost' perspektivnyx sortov sudanskoj travy v FGBNU "Povolzhskij NIIS" // Antimonov A.A. [i dr.]. Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN. 2018. №2 S.2. Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/selektionnaya-tsennost-perspektivnyh-sortov-sudanskoj-travy-v-fgbnu-povolzhskiy-niiss>
8. Skudaeva, E. A. Bioximicheskiy sostav rastenij sudanskoj travy v zavisimosti ot sodержaniya nikelya i fosfora v pochve / E. A. Skudaeva // ONV. 2006. №10 (50). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biohimicheskiy-sostav-rasteniy-sudanskoj-travy-v-zavisimosti-ot-soderzhaniya-nikelya-i-fosfora-v-pochve>
9. Sovremennaya ocenka pitatel'nosti kormov iz sorgovyx kul'tur// Kovtunova N.A. [i dr.]. Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2016. №123(09). S. 783-792. Rezhim dostupa: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_27509846_85832803.pdf

10. Sharko, N.S. Urozhajnost' i kormovy'e kachestva perspektivny'x sortov sudanskoj travy` Kamy'shinskoj selekcii / N.S. Sharko // Nauchno-agronomicheskij zhurnal. 2019. № 3 (106). S. 32-35. Rezhim dostupa: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_41420326_51523873.pdf
11. Shukis, E. R. Realizaciya produktivnogo potentsiala razlichny`mi po skorospelosti sortoobrazczami sorgovy`x kul`tur v usloviyah Altajskogo kraja / E. R. Shukis, V. A. Borisovich, S. K. Shukis, A. P. Droby'shev // Vestnik AGAU. 2020. №5 (187). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-produktivnogo-potentsiala-razlichnymi-po-skorospelosti-sortoobraztsami-sorgovyh-kultur-v-usloviyah-altajskogo-kraja>

Y. N. Pleskachev¹, J. A. Laptina², O. G. Gichenkova³

¹FIC «Nemchinovka»,

²FGBOU VO Volgograd GAU,

³FGBNU VNIOZ

pleskachiov@yandex.ru

BIOCHEMICAL COMPOSITION AND NUTRITIONAL VALUE OF SUDAN GRASS GREEN BIOMASS

Annual forage crops, especially Sudan grass, are of great interest for a number of indicators: green mass yield, quality that varies from satisfactory to good, and 10–12% sugar content. Other types of grasses have much lower green biomass yield than Sudan grass, since they are less tolerant to adverse factors and especially to a deficiency of microelements in soil. In addition, the main advantage in arid conditions is the root system, which, due to its biological characteristics, is able to use little moisture coming from precipitation. The aim of the research was to study the effect of mineral fertilizers and pre-sowing seed treatment with Raikat Start on productivity of Sudan grass cv. Julia grown on chestnut soils in the Lower Volga region. The highest yield of Sudan grass green biomass (28.6 t/ha) was formed in the variant with application of $N_{60}P_{60}K_{45} + N_{30}$ fertilizers and Raikat Start growth regulator, which was by 9.3 t/ha higher compared to the control, while hay yield increase was 3.3 t/ha. Also, in this variant, fiber content decreased and protein content increased to 8.04% on average for three hay cuttings. In all the variants, application of fertilizers in the studied dose led to obtaining green biomass of Sudan grass that was safe for farm animals, while the level of nitrates did not exceed 407 mg/kg.

Key words: nitrates, mineral fertilizers, growth regulator, productivity, biochemical composition.

Влияние сорта, скелетообразователя и возраста дерева на распространенность ржавчины груши

УДК 632.4.01/08

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-48-2-32-37

И. А. Фесютин, О. О. Белошапкина, Ю. В. Воскобойников
РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,
v97.balagan@yandex.ru

*Большой проблемой на культуре груши в средней полосе России в настоящее время является ржавчина — заболевание, вызываемое грибом *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) Wint. Известно, что восприимчивость растений к инфекционным болезням может сильно зависеть от сортовых особенностей, возраста, применяемой технологии, меняться в зависимости от погодных условий и в течение вегетационного сезона. Целью данной работы было изучение влияния сорта, скелетообразователя и возраста дерева на распространенность и развитие ржавчины груши. Исследования проводили в Московском регионе (Мичуринский сад РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева) в 2016–2017 гг. В результате фитосанитарного обследования 20 сортов груши в плодоносящем саду выявлены значительные различия по полевой устойчивости обследуемых сортов. Выявлена полевая устойчивость к ржавчине у сортов Надежда, Бураковка с прививкой Зимней Сусова в крону и Тихоновка с прививкой Зимней Сусова в крону. Полученные в течение двух лет результаты мониторинга и проведенная математическая обработка данных свидетельствуют о наличии достоверной взаимосвязи между скелетообразователем и степенью поражения груши ржавчиной. Установлена существенная зависимость интенсивности поражения листьев ржавчиной от используемого при формировании саженцев груши типа подвоя. Возраст дерева также влиял на развитие ржавчины. У старых деревьев (больше 30 лет) поражение листьев было в большинстве случаев более сильным, чем у молодых (до 20 лет). Максимальное поражение листьев было в нижней части кроны. Установлено, что распространенность и развитие заболевания усиливались, начиная с 3-й декады июля, к началу сентября.*

Ключевые слова: ржавчина груши, мониторинг, интенсивность поражения, сорта, скелетообразователь, возраст дерева.

Введение

Большой проблемой на груше в средней полосе России в настоящее время является ржавчина, заболевание, вызываемое грибом отдела Базидиомикота порядка Ржавчинные — *Gymnosporangium sabinae* [1]. Одной из причин ее широкого распространения является активное высаживание можжевельника в качестве декоративного растения, многие виды которого (казацкий, красный, высокий) служат основными хозяевами гриба-возбудителя с развитием на нем телиостадии. У можжевельника деформируются и усыхают побеги, буреет хвоя. Развившиеся в коре и древесине можжевельника впоследствии базидиоспоры, разносятся ветром и могут поражать листья груши в радиусе до 5 км [2]. Поскольку период образования базидиоспор на можжевельнике растянут, то и заражение листьев груши может происходить в течение 1,5–2 месяцев. Первыми признаками поражения ржавчиной растений груши являются желтовато-оранжевые пятна с черными точками на верхней стороне листьев и на плодах (сперматии со спермагониями). В конце лета на нижней стороне листьев под пятнами, реже на плодах и побегах образуются червеобразные выросты — эции. При сильном развитии болезни деревья ослабевают, снижается их продуктивность, товарные качества плодов и жизнеспособность [3].

Известно, что с возрастом деревьев восприимчивость к инфекционным болезням может усиливаться. Например, такое распространенное заболевание груши, как парша, вызываемое грибом *Venturia pirina* Aderh., в большей степени поражает старые и ослабленные деревья [4, 5]. В последние годы многие грибные заболевания стали распространяться на новые территории, нанося значительный ущерб садам [6].

На основании многолетних исследований, проводимых во ВНИИСПК, выявлена взаимосвязь между скелетообразователем плодового дерева и степенью подверженности растения некоторыми грибными заболеваниями. Установлено достоверное влияние подвоя на общую устойчивость дерева [7].

Целью данной работы — изучение влияния сорта, скелетообразователя и возраста дерева на распространенность и развитие ржавчины груши.

Материал и методы исследования

Мониторинг ржавчины груши проводили в Мичуринском саду РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева в 2016–2017 гг. В ходе работы было обследовано около 200 деревьев груши более 20 сортов. Скелетообразователи были представлены дичками груши разных годов посадки (1980–1997 гг.), и сортами Тема, Москвичка, Отрадненская, номерными формами М 305-5, К-51, 18-12 ТСХА, 69-46 ТСХА, 37-115 ТСХА, а также ком-

бинациями Нарядная Ефимова на Теме, 37-115 ТСХА на Теме. Схема посадки деревьев 5 × 4 м.

Со 2-й декады июля до 3-й декады сентября включительно было проведено по 6 фитопатологических обследований. Визуально оценивали распространенность и интенсивность поражения ржавчиной листьев груши в верхней, средней и нижней части кроны по 5-балльной шкале (0 — поражение отсутствует; 4 — поражение более 50% поверхности листа) [2]. Погодные условия в годы обследований, хотя и различались между собой в отдельные периоды, соответствовали многолетним среднестатистическим показателям температуры и количества осадков. Статистическая обработка данных проводилась с использованием программ Microsoft office Excel 2007.

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам наблюдений было установлено, что распространенность ржавчины по частям кроны у разных сортов груши в значительной степени отличалась. В целом наибольшее поражение было на листьях нижней части кроны. Данные по динамике распространенности заболевания за 2016 и 2017 гг. представлены в табл. 1 и 2 соответственно (в —

верхняя часть кроны, с — средняя, н — нижняя). Максимальное поражение нижней части кроны в значительной степени объясняется наименьшей освещенностью, повышенной влажностью и малой степенью проветриваемости.

В 2016 г. поражение отсутствовало у сорта Надежда и комбинаций Бураковка + Зимняя Сухова и Тихоновка + Зимняя Сухова. Из всех пораженных сортов наименьшая распространенность ржавчины наблюдалась у сортов Крупноплодная Сухова, Бураковка, Карамельная, Осенняя Яковлева, Нарядная Ефимова и Гера.

В 2017 г. все обследуемые сорта были поражены ржавчиной. Наименьшая распространенность была отмечена у сортов Надежда, Память Жегалова, Бураковка, Кафедральная, Русская молдавка, Тихоновка с прививкой в крону Зимней Сухова и Бураковка с прививкой в крону Чижовской.

При оценке интенсивности поражения сортов получены следующие результаты.

В 2016 г. наиболее сильно поражались ржавчиной груши сорта Маргарита, Лада, Кафедральная, Лёжкая Сухова, Память Жегалова, Академическая, Москвичка, Чижовская и Мальвина, которые имели средний балл поражения от 1 до 2. Менее подвержены поражению ржавчиной были сорта Белорусская поздняя, Память

Табл. 1. Динамика распространенности (%) ржавчины груши в течение вегетационного сезона, 2016 г.

Сорт Дата	26.07.2016			10.08.2016			19.08.2016			29.08.2016			14.09.2016			28.09.2016			Среднее значение
	в	с	н	в	с	н	в	с	н	в	с	н	в	с	н	в	с	н	
Маргарита	0	1,4	2,1	0	2,5	3,5	0	3,9	6,1	0	5,8	7,8	3,3	6,5	10,2	4,0	8,0	12,0	8,0
Кафедральная	0,6	1,3	1,6	1,1	2,2	3,5	1,6	4,0	6,0	2,4	6,7	8,5	3,6	7,4	10,2	4,0	8,0	10,8	7,6
Лада	0,6	0,9	1,4	0,6	2,1	3,2	0,6	3,2	4,5	2,0	4,5	6,2	3,4	5,9	8,0	3,6	8,0	9,6	7,1
Лёжкая Сухова	0	0	1,8	0	2,0	2,9	2,0	3,5	4,2	2,0	4,8	5,8	2,9	6,5	7,0	4,0	8,0	8,0	6,7
Память Жегалова	0	0,6	1,5	0	2,0	2,9	0,8	3,1	4,3	1,4	4,2	6,5	1,8	6,0	8,0	2,0	8,0	8,0	6,0
Москвичка	0	0,8	1,9	0	1,4	3,1	0	2,6	4,5	0,5	3,8	6,1	1,3	4,5	8,2	1,3	5,3	9,2	5,3
Академическая	0	0,5	1,5	0,5	1,5	2,4	1,1	2,2	3,8	1,8	3,0	5,0	2,1	3,4	6,5	2,8	4,0	7,6	4,8
Чижовская	0	0	1,1	0	0,8	2,5	0,5	1,3	3,2	1,0	3,6	4,1	1,8	4,4	4,8	3,2	4,0	5,2	4,1
Мальвина	0	0,5	1,1	0,8	1,2	1,8	1,5	1,8	2,5	2,1	2,5	3,1	3,0	3,2	3,6	4,0	4,0	4,0	4,0
Белорусская поздняя	0	0,5	0,8	0	1,5	2,0	0,6	2,4	2,5	1,0	3,1	3,5	1,5	3,6	4,2	2,0	4,0	4,8	3,6
Отраденская	0	0	1,3	0	0	2,7	0	1,3	3,6	0	2,7	4,2	1,3	3,5	5,0	1,3	4,0	5,2	3,5
Память Яковлева	0	0,8	1,1	0	1,4	1,9	0,6	2,1	2,5	0,8	2,8	3,4	2,1	3,3	4,2	1,2	4,0	4,8	3,3
Гера	0	0,6	0,8	0	1,5	1,6	0	2,0	2,5	0	3,0	3,1	0	3,5	4,0	0	4,0	4,0	2,7
Нарядная Ефимова	0	0,6	1,1	0	1,5	1,9	0	2,1	2,6	0	2,8	3,2	0	3,4	3,5	0	4,0	4,0	2,7
Осенняя Яковлева	0	0,8	0	0,4	1,5	0,5	0,8	2,0	1,2	1,3	2,8	1,5	1,8	3,5	2,0	2,0	4,0	2,0	2,7
Карамельная	0	0,5	1,4	0	1,3	2,1	0	2,2	2,8	0	3,1	3,5	0	3,8	4,0	0	4,0	4,0	2,7
Бураковка	0	0	0	0	1,0	1,2	0	2,1	1,8	0	3,0	2,5	0	3,5	3,1	0	4,0	4,0	2,7
Крупноплодная Сухова	0	0	0	0	0,5	0,6	0	1,0	1,2	0	1,5	1,8	0	2,0	2,1	0	2,4	2,4	1,6
Надежда	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Бураковка + Зим. Сухова	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Тихоновка + Зим. Сухова	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Плодоводство, виноградарство

Табл. 2. Динамика распространенности ржавчины груши (%) в течение вегетационного сезона, 2017 г.

Сорт	21.07.2017			07.08.2017			18.08.2017			28.08.2017			12.09.2017			27.09.2017			Среднее значение
	в	с	н	в	с	н	в	с	н	в	с	н	в	с	н	в	с	н	
Москвичка	0	0,6	2,4	0,8	2,5	4,0	1,2	3,7	5,5	1,5	4,6	7,0	1,8	6,5	9,0	2,1	7,0	9,0	6,0
Чижевская	0	1,0	2,0	0,5	2,3	4,0	0,8	4,0	4,2	1,3	5,2	6,0	1,8	6,8	7,0	2,0	7,4	7,8	5,7
Память Яковлева	0	0,8	2,1	0,5	2,1	3,8	0,8	3,2	5,0	1,2	4,5	6,3	1,5	5,1	7,5	1,8	6,4	8,2	5,5
Мальвина	0	1,0	1,5	1,1	1,5	2,9	2,1	2,1	4,1	2,6	2,8	5,8	3,2	3,3	7,2	4,0	4,0	8,0	5,3
Осенняя Яковлева	0	1,1	1,1	1,5	2,5	2,4	2,2	3,2	3,8	2,9	4,6	4,7	3,4	5,4	5,5	4,0	6,0	6,0	5,3
Белорусская поздняя	0,3	1,2	1,2	0,5	2,9	2,6	0,8	3,8	4,9	1,1	4,1	6,1	1,3	5,2	7,2	1,6	6,0	7,6	5,1
Академическая	0,8	0,5	0,5	1,4	1,2	1,6	1,8	2,0	2,7	2,2	3,8	3,9	2,4	4,9	5,0	3,3	6,0	5,3	4,9
Первомайская	0	0,4	1,3	0	1,4	2,8	0,5	2,1	4,3	1,1	2,6	5,4	1,5	3,5	7,0	2,0	4,0	8,0	4,7
Мраморная	0,8	0,5	1,4	1,5	1,6	2,1	2,1	2,2	2,6	2,6	2,9	3,2	3,2	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Маргарита	0	0,5	1,0	0	1,2	2,5	0	2,5	4,2	0	3,1	5,8	0	3,8	7,5	0	4,0	8,0	4,0
Тема	0	1,5	1,7	0	1,9	3,6	0	2,2	5,1	0	3,6	6,5	0	4,0	8,0	0	4,0	8,0	4,0
Карамельная	0	0,5	1,5	0	1,0	3,3	0	2,0	4,8	0	2,5	6,2	0	3,2	7,4	0	4,0	8,0	4,0
Отраденская	0	1,0	1,0	0	1,5	3,2	0	1,9	4,5	0	2,3	6,0	0	2,5	7,5	0	2,7	8,0	3,6
Лёжкая Сусова	0	1,0	0,9	0	1,2	2,2	0	2,0	3,0	0	2,8	3,5	0	3,2	5,0	0	4,0	6,0	3,3
Крупноплодная Сусова	0	1,5	0,6	0	2,0	1,7	0,5	2,5	2,4	0,9	3,1	3,1	1,2	4,0	3,8	1,8	4,0	4,0	3,3
Лада	0	1,1	1,4	0	2,0	2,6	0	2,8	3,2	0	3,5	3,9	0	4,1	3,5	0	4,6	4,3	3,0
Белорусская поздняя + Бураковка	0	0,4	1,2	0	1,1	1,8	0,1	1,9	2,6	0,3	2,5	3,1	0,5	3,0	4,0	0,8	3,2	4,8	2,9
Русская молдавка	0	1,1	0,9	0	1,9	1,8	0	2,6	2,5	0	3,2	3,1	0	4,0	4,0	0	4,0	4,0	2,7
Бураковка + Чижевская	0	0,6	1,2	0	1,5	1,8	0	2,2	2,4	0	2,8	3,0	0	3,5	3,5	0	4,0	4,0	2,7
Тихоновка + Зимняя Сусова	0	1,1	1,6	0	1,9	2,3	0	2,4	2,9	0	3,0	3,5	0	3,6	4,0	0	4,0	4,0	2,7
Кафедральная	1,0	0	0	2,0	0,3	0	2,9	0,5	0,5	3,4	0,6	4,2	0,5	0,7	5,0	0,7	0,7	5,3	2,2
Бураковка	0	0,2	1,2	0	0,6	1,8	0	1,5	2,4	0	1,8	3,5	0	2,1	4,0	0	2,7	4,0	2,2
Память Жегалова	0	0,6	0	0	1,4	0	0	2,2	0	0	3,1	0	0	3,2	0	0	4,0	0	1,3
Надежда	0	0	0,5	0	0	1,2	0	0	2,0	0	0	2,9	0	0	3,5	0	0	4,0	1,3

Табл. 3. Влияние скелетообразователя на распространенность ржавчины (%) у сорта Память Яковлева

Память Яковлева	Тема 1980/1986	Тема 1980/1993	Тема 1980/1996	Дичок 1980/1991	Дичок 1980/1996	Дичок 1988/1988	Дичок 1988/1993	Дичок 1988/1996	Дичок 1995/1996	М 305-5 1993/1996	Нарядная Ефимова на Теме	
Скелетообразователь	4,00	3,00	4,70	1,34	6,50	5,00	4,00	4,70	4,80	3,00	6,70	
Тема 1980/1986	4,00	0	1,00	-0,70	2,66	-2,50	-1,00	0	-0,70	-0,80	1,00	-2,70
Тема 1980/1993	3,00	-1,00	0	-1,70	1,66	-3,50	-2,00	-1,00	-1,70	-1,80	0	-3,70
Тема 1980/1996	4,70	0,70	1,70	0	3,36	-1,80	-0,30	0,70	0	-0,10	1,70	-2,00
Дичок 1980/1991	1,34	-2,66	-1,66	-3,36	0,00	-5,16	-3,66	-2,66	-3,36	-3,46	-1,66	-5,36
Дичок 1980/1996	6,50	2,50	3,50	1,80	5,16	0	1,50	2,50	1,80	1,70	3,50	-0,20
Дичок 1988/1988	5,00	1,00	2,00	0,30	3,66	-1,50	0,00	1,00	0,30	0,20	2,00	-1,70
Дичок 1988/1993	4,00	0	1,00	-0,70	2,66	-2,50	-1,00	0,00	-0,70	-0,80	1,00	-2,70
Дичок 1988/1996	4,70	0,70	1,70	0	3,36	-1,80	-0,30	0,70	0	-0,10	1,70	-2,00
Дичок 1995/1996	4,80	0,80	1,80	0,10	3,46	-1,70	-0,20	0,80	0,10	0	1,80	-1,90
М 305-5 1993/1996	3,00	-1,00	0	-1,70	1,66	-3,50	-2,00	-1,00	-1,70	-1,80	0	-3,70
Нарядная Ефимова Тема 1980/1997	6,70	2,70	3,70	2,00	5,36	0,20	1,70	2,70	2,00	1,90	3,70	0

НСП₀₅ = 3,56

Табл. 4. Влияние скелетообразователя на распространенность ржавчины (%) у сорта Крупноплодная Сусова

Крупноплодная Сусова		Дичок 1986/1989	Дичок 1988/1999	Дичок 1997/1999	Тема 1984/1999	Отраденнская	Дичок груши уссурийской 1997/1999
Скелетообразователь		4,00	2,57	5,00	3,58	3,05	4,45
Дичок 1986/1989	4,00	0	1,44	-1,00	0,42	0,95	-0,45
Дичок 1988/1999	2,57	-1,44	0	-2,44	-1,02	-0,49	-1,89
Дичок 1997/1999	5,00	1,00	2,44	0	1,42	1,95	0,55
Тема 1984/1999	3,58	-0,42	1,02	-1,42	0	0,53	-0,87
Отраденнская 1980/1998	3,05	-0,95	0,49	-1,95	-0,53	0	-1,40
Дичок груш уссурийской 1997/1999	4,45	0,45	1,89	-0,55	0,87	1,40	0
НСР ₀₅ = 2,43							

Табл. 5. Влияние скелетообразователя на распространенность ржавчины (%) у сорта Москвичка

Москвичка		Тема 1980/1981	37-115 ТСХА на Теме 1980/1981	Дичок 1980/1981	Дичок 1988/1989	Дичок 1988/1996	Корнесобств. 2001
Скелетообразователь		6,37	7,97	4,48	5,36	9,46	4,94
Тема 1980/1981	6,37	0	-1,6	1,89	1,01	-3,09	1,43
37-115 ТСХА на Теме 1980/1981	7,97	1,6	0	3,49	2,61	-1,49	3,03
Дичок 1980/1981	4,48	-1,89	-3,49	0	-0,88	-4,98	-0,46
Дичок 1988/1989	5,36	-1,01	-2,61	0,88	0	-4,1	0,42
Дичок 1988/1996	9,46	3,09	1,49	4,98	4,1	0	4,52
Корнесобственная 2001	4,94	-1,43	-3,03	0,46	-0,42	-4,52	0
НСР ₀₅ = 2,83							

Табл. 6. Влияние скелетообразователя на распространенность ржавчины (%) у сорта Чижовская

Чижовская		Тема 1980/1989	Тема 1980/1981	Тема 1987/1988	К-51 1980/1989	37-115 ТСХА на Теме 1980/1981	Дичок 1988/1989
Скелетообразователь		7,00	4,00	3,04	3,98	3,04	3,59
Тема 1980/1989	7,00	0	3,0	4,0	3,0	4,0	3,4
Тема 1980/1981	4,00	-3,0	0	1,0	0	1,0	0,4
Тема 1987/1988	3,04	-4,0	-1,0	0	-0,9	0	-0,6
К-51 1980/1989	3,98	-3,0	0,0	0,9	0	0,9	0,4
37-115ТСХА на Теме 1980/1981	3,04	-4,0	-1,0	0	-0,9	0	-0,6
Дичок 1988/1989	3,59	-3,4	-0,4	0,6	-0,4	0,6	0
НСР ₀₅ = 2,08							

Яковлева, Отраденнская, Гера, Нарядная Ефимова, Осенняя Яковлева, Карамельная, Бураковка, Крупноплодная Сусова, средний балл поражения их листьев варьировал от 0,4 до 0,9. Не отмечено поражение ржавчиной сортов Надежда, Бураковка с прививкой Зимней Сусова в крону и Тихоновка с прививкой Зимней Сусова в крону.

В 2017 г. наиболее сильно были поражены листья сортов Москвичка, Белорусская поздняя, Память Яковлева, Мальвина, Маргарита, Русская молдавка, Лёжка Яковлева, Чижовская, Лада, Крупноплодная Сусова, Бураковка с прививкой Чижовской в крону, они имели средний балл поражения от 1,1 до 2,3. Наименьшее

поражение отмечено у сортов Память Жегалова, Бураковка и Надежда — от 0,4 до 0,9 баллов.

При обработке данных по распространенности ржавчины был проведен однофакторный дисперсионный анализ влияния скелетообразователя и возраста на степень восприимчивости сорта к заболеванию. Полученные результаты (с достоверным влиянием скелетообразователя) приведены в табл. 3–7. У скелетообразователей указан год посадки и год прививки. Жирным шрифтом выделены значения превышающие НСР.

При проведении математической обработки данных было установлено, что у пяти из исследуемых

Табл. 7. Влияние скелетообразователя на распространенность ржавчины (%) у сорта Кафедральная

Кафедральная		Тема 1980/1980	Дичок 1980/1989	Дичок 1988/1989	Москвичка 1980/1989	Корнесобств. 1980
Скелетообразователь		1,2	1,2	5,1	3,2	2,7
Тема 1980/1980	1,2	0	0	-3,9	-2	-1,5
Дичок 1980/1989	1,2	0	0	-3,9	-2	-1,5
Дичок 1988/1989	5,1	3,9	3,9	0	1,9	2,4
Москвичка 1980/1989	3,2	2	2	-1,9	0	0,5
Корнесобственная 1980	2,7	1,5	1,5	-2,4	-0,5	0
НСР ₀₅ = 0,98						

сортов тип подвоя и скелетообразователя достоверно влиял на распространенность ржавчины груши. В остальных случаях различия были не достоверны. По результатам дисперсионного анализа [8] выявлено неоднозначное влияние скелетообразователя и возраста растения на степень поражения листьев ржавчиной. Отмечено, что у старых деревьев (больше 30 лет) поражение было в ряде случаев сильнее, чем у молодых, а иногда и наоборот. Такие различия могут возникать из-за генетической разнородности дичков груши, используемых в качестве скелетообразователей для сортов. На данном этапе исследования невозможно однозначно утверждать о преимуществе того или иного подвоя из-за короткого периода наблюдений. Однако полученные данные свидетельствуют о наличии достоверной

взаимосвязи между скелетообразователем и степенью поражения груши ржавчиной.

Выводы

По итогам проведенных исследований было установлено, что интенсивное проявление симптомов ржавчины на листьях отмечено, начиная с 3-й декады июля, усиливающееся к началу сентября.

Выявлена полевая устойчивость к ржавчине у сортов Надежда, Бураковка с прививкой Зимней Сусова в крону и Тихоновка с прививкой Зимней Сусова в крону. Полученные в течение двух лет данные свидетельствуют о наличии достоверной взаимосвязи между скелетообразователем и степенью поражения груши ржавчиной, хотя без определенной тенденции.

Литература

1. Белошапкина, О.О. Ржавчина груши в Нечерноземной зоне / О.О. Белошапкина // Питомник и частный сад. – 2016. – №2(38). – С.48-49.
2. Белошапкина, О.О. Фитопатология / О.О. Белошапкина, А.П. Глинушкин, Ф.С. Джалилов и др. -М.: Инфра-М. – 2015. – 288 с.
3. Четкин, Р. М. Яблони и груши / Р. М. Четкин, Л. Ю. Трейвас. – М.: Фитон XXI, 2017. – 136 с.
4. Колесова, Д.А. Как защитить сады Черноземья / Д.А. Колесова // Защита и карантин растений. – 2002. – №4. – С. 50
5. Колесова, Д. А. Защита плодоносящих садов яблони и груши / Д. А. Колесова, П. Г. Чмырь. – М.: «Защита и карантин растений». – 155 с. – 2005.
6. Опасные болезни груши – АПЯПМ [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://asprus.ru/blog/opasnye_bolezni-grushi/ (Дата обращения: 10.05.2021).
7. Долматов, Е. А. Итоги селекции груши во ВНИИСПК / Е. А. Долматов, Е. Н. Седов // Селекции – основа развития интенсивного садоводства. – 2019. – Е.6. – №2. – С. 11-16.
8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). /Б.А. Доспехов. – Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. М.: Альянс. – 2011. – 350 с.

References

1. Beloshapkina, O.O. Rzhavchina grushi v Nечernozemnoj zone / O.O. Beloshapkina // Pitomnik i chastnyj sad. – 2016. – №2(38). – С.48-49.
2. Beloshapkina, O.O. Fitopatologiya / O.O. Beloshapkina, A.P. Glinushkin, F.S. Dzhalirov i dr. -M.: Infra-M. – 2015. – 288 s.
3. Chechetkin, R. M. Yablони i grushi / R. M. Chechetkin, L. Yu. Trejvas. – M.: Fiton XXI, 2017. – 136 s.
4. Kolesova, D.A. Kak zashhitit' sady' Chernozem'ya / D.A. Kolesova // Zashhita i karantin rastenij. – 2002. – №4. – С. 50
5. Kolesova, D. A. Zashhita plodonosyashhix sadov yablони i grushi / D. A. Kolesova, P. G. Chmyr'g. – M.: «Zashhita i karantin rastenij». – 155 s. – 2005.
6. Opasny'e bolezni grushi – АРЯПМ [E'lektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://asprus.ru/blog/opasnye_bolezni-grushi/ (Data obrashheniya: 10.05.2021).

7. Dolmatov, E. A. Itogi selekcii grushi vo VNIISPК / E. A. Dolmatov, E. N. Sedov // Selekcii – osnova razvitiya intensivnogo sadovodstva. – 2019. – E.6. – №2. – S. 11-16.
8. Dospexov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). /B.D. Dospexov. – Izd. 6-e, ster., perepech. s 5-go izd. 1985 g. M.: Al'yans. – 2011. – 350 s.

I. A. Fesyutin, O. O. Beloshapkina, Yu. V. Voskoboynikov

Russian State Agrarian University–Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev,
v97.balagan@yandex.ru

THE INFLUENCE OF THE VARIETY SKELETONIZER AND THE AGE OF THE TREE ON THE PREVALENCE OF PEAR RUST

*A big problem on the pear culture in central Russia is currently rust, a disease caused by the fungus *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) Wint. It is known that the susceptibility of plants to infectious diseases can strongly depend on varietal characteristics, age, technology used, and change depending on weather conditions and during the growing season. The aim of this work was to study the influence of the variety, skeletonizer and age of the tree on the prevalence and development of pear rust. The research was carried out in the Moscow region (Michurinsky Garden of the Russian State Agrarian University–Timiryazev Moscow Agricultural Academy) in 2016–2017. As a result of the phytosanitary survey of 20 pear varieties in the fruit-bearing garden, significant differences in the field resistance of the examined varieties were revealed. Field resistance to rust was revealed in the varieties Nadezhda, Burakovka with Winter Susova grafting in the crown and Tikhonovka with Winter Susova grafting in the crown. The monitoring results obtained during 2 years and the mathematical processing of the data indicate that there is a reliable relationship between the skeletonizer and the degree of damage to the pear by rust.*

A significant dependence of the intensity of leaf rust infestation on the type of rootstock used in the formation of pear seedlings was established. The age of the tree also affected the development of rust. In old trees (more than 30 years old), leaf damage was in most cases more severe than in young trees (up to 20 years old). The maximum leaf damage was in the lower part of the crown. It was found that the prevalence and development of the disease increased from the 3rd decade of July to the beginning of September.

Key words: pear rust, monitoring, lesion intensity, varieties, skeletonizer, age of tree.

Водообеспечение сельского хозяйства в бассейне реки Дон: тренды, проблемы, прогноз

УДК 632.4.01/08

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-48-2-38-45

А. П. Демин (к.с.-х.н, д.г.н.)

Институт водных проблем Российской академии наук,
deminap@mail.ru

Дальнейшее развитие регионов бассейна р. Дон тормозит нарастающий дефицит водных ресурсов. Цель исследования — оценка количественного и качественного изменения наличия и состояния орошаемых земель, водопотребления на нужды орошения в бассейне, а также получение прогнозных оценок площади орошаемых земель и водопотребления на нужды орошения. Для анализа использовались данные региональных учреждений «Управление мелиорации земель», мелиоративных кадастров, статистические данные по водопотреблению. Для прогноза привлекались материалы региональных государственных программ развития мелиорации и прогноз климатологов по росту дефицита испарения в бассейне для различных сценариев увлажнения. Выявлено резкое сокращение площади орошаемых земель за период 1990–2020 гг. В некоторых субъектах федерации в сельскохозяйственном производстве не используется в настоящее время 30–40% земель, числящихся в составе орошаемых. Резко снизилась доля земель, мелиоративное состояние которых оценивается как хорошее. Значительно выросла площадь, на которой требуется проведение капитальных работ для повышения технического уровня оросительных систем. Площадь земель бассейна, входящих в состав орошаемых угодий, но которые фактически поливаются, поступательно снижалась с 1990 по 2016 г. Объем использования воды на нужды орошения в бассейне р. Дон за последние 30 лет сократился в 2,7 раза, а на нужды сельскохозяйственного водоснабжения – в 14 раз. В последние годы началось возрождение мелиорации в стране и площадь орошаемых земель в бассейне р. Дон стала понемногу расти. По материалам Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г. выявлены реальные площади орошаемых земель в 15 регионах бассейна. Согласно региональным программам по развитию мелиорации земель, площадь орошаемых земель в бассейне Дона вырастет к 2030 г. на 140 тыс. га, а объем водопотребления на орошение с учетом климатических сценариев — примерно на 60%.

Ключевые слова: бассейн реки Дон, площадь орошаемых земель, мелиоративное состояние орошаемых угодий, площадь фактически политых земель, водопотребление, прогноз.

Введение

Бассейн реки Дон один из важнейших в экономическом отношении регион России, где проживает более 12 млн человек. Он занимает территорию 422 тыс. км², на которой размещены полностью или частично 15 субъектов Российской Федерации и 3 области Украины. Благоприятные транспортно-географическое положение, природные и демографические условия обусловили большие потенциальные возможности для социально-экономического развития региона. Однако дальнейшее поступательное развитие региона тормозит нарастающий дефицит водных ресурсов. Цель данного исследования — оценка количественного и качественного изменения наличия и состояния орошаемых земель, водопотребления на нужды орошения в бассейне, а также получение прогнозных оценок площади орошаемых земель (ОЗ) и водопотребления на нужды орошения.

Мировой опыт убедительно доказывает, что основным звеном стабилизации сельскохозяйственного производства является мелиорация. Однако в бассейне р. Дон на долю ОЗ в настоящее время приходится лишь 2,3% сельскохозяйственных угодий и 3,3% пашни, но

даже они используются не всегда эффективно. Значительная часть земель расположена в зоне рискованного земледелия с недостаточным и неустойчивым увлажнением, с часто повторяющимися засухами и суховеями, резко снижающими валовые сборы продукции. В этих условиях повышение продуктивности и устойчивое развитие земледелия невозможно без проведения комплексных мелиораций и освоения адаптивно-ландшафтных систем орошаемого земледелия.

В 1950–1980 гг. мелиоративное строительство в бассейне стремительно развивалось, что способствовало заметному росту производства сельскохозяйственной продукции. Однако с 1990 г. по 2020 г. площадь ОЗ в донском бассейне снизилась с 1032 до 647 тыс. га.

Материал и методы исследования

В качестве исходных материалов для анализа использовались данные региональных ФГБУ «Управление мелиорации земель» по площади ОЗ, а также статистические данные по водопотреблению [1–3] и итогам Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г. [4–6]. Следует отметить, что данные по площади ОЗ, представленные региональными ФГБУ, существенно превышают аналогичные данные, показанные в итогах

Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г. Привлекались базы данных по оценке и учету мелиоративного состояния орошаемых сельскохозяйственных угодий и технического состояния оросительных систем по регионам бассейна Дона за 1990–2020 гг. [7–9], а также по вводу в эксплуатацию ОЗ в результате строительства, реконструкции и технического перевооружения оросительных систем [10–13]. Для выявления площадей орошения на среднесрочную перспективу использовались материалы региональных государственных программ развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. Привлечен прогноз климатологов по росту дефицита испарения в бассейне для различных сценариев увлажнения [14]. Исследование проведено на основе системного подхода с применением методов логического и сравнительного анализа, качественного и количественного анализа статистических данных.

Результаты исследования и их обсуждение

Максимально быстро процесс сокращения площади орошения шел в 1990-е гг. — за 10 лет в бассейне р. Дон она снизилась с 1032 до 725 тыс.га (30%). Главная причина заключалась в отсутствии необходимого финансового обеспечения отрасли. Государственные инвестиции в мелиорацию земель в 1991–1995 гг. сократились в 16 раз. Максимально быстро разрушение орошаемого потенциала шло в эти годы в Белгородской и Орловской областях (61–65%). В Воронежской, Тамбовской, Саратовской областях это сокращение составило 38–40%. Минимальные потери ОЗ произошли в регионах с наиболее развитым орошаемым потенциалом — Ставропольском крае (11%) и Ростовской области (24%).

В целом за 1990–2020 гг. в большинстве регионов бассейна площадь ОЗ сократилась в 1,2–1,9 раз, а в Белгородской, Волгоградской, Орловской и Рязанской областях — в 2–3 раза. Только в Республике Калмыкия она увеличилась, причем весьма существенно (табл. 1).

Из всей площади орошаемых угодий в 2020 г. не использовалось в сельскохозяйственном производстве бассейна более 67 тыс. га (10,5%), в значительной степени из-за засоления и заболачивания почв (в 1990 г. — 3,9%). Во многих субъектах федерации площадь заброшенных ОЗ еще очень велика. Так, в Республике Калмыкия и Волгоградской области в сельскохозяйственном производстве не используется в настоящее время 40–43% земель, числящихся в составе орошаемых.

Преобразования в сельском хозяйстве привели к некоторым изменениям в структуре орошаемых сельскохозяйственных угодий. Значительно изменилась и структура посевов на орошаемой пашне. Резко снизилась доля кормовых культур (в первую очередь кукурузы на силос, многолетних и однолетних трав) и выросла доля интенсивных технических культур (подсолнечника, сахарной свеклы, табака и др.). Ликвидация научно обоснованных севооборотов ведет к снижению плодородия и росту эрозии почв. Кроме того, резко снизилось производство кормов, что привело к падению производства продукции животноводства.

В последние десятилетия в целом по бассейну р. Дон структура мелиоративного состояния ОЗ почти не изменилась. Хорошее мелиоративное состояние в 2020 г. наблюдалось на 70,6% орошаемой площади (в 1990 г. — 74,8%), удовлетворительное — на 17,3% площади (в 1990 г. — 11,3%), неудовлетворительное — на 12,1% площади (в 1990 г. — 13,9%). Однако в

Табл. 1. Площадь орошаемых сельскохозяйственных угодий и площадь угодий, не используемых в сельскохозяйственном производстве регионов бассейна р. Дон

Субъект федерации	Площадь орошаемых сельскохозяйственных угодий, тыс. га			В том числе площадь, не используемая в сельскохозяйственном производстве, тыс. га/%		
	1990 г.	2005 г.	2020 г.	1990 г.	2005 г.	2020 г.
Белгородская обл.	79,2	29,3	32,0	1,5/1,9	0/0	0/0
Воронежская обл.	135,3	73,5	73,1	2,8/2,1	0/0	0/0
Курская обл.	54,6	45,4	44,8	0,7/1,3	10,5/23,1	0/0
Липецкая обл.	84,0	55,6	57,2	3,7/4,4	0/0	0/0
Орловская обл.	14,8	5,5	5,0	0,4/2,7	0,8/14,0	2,1/42,2
Рязанская обл.	49,9	28,3	21,9	2,6/5,2	0,4/7,3	6,1/28,0
Тамбовская обл.	67,6	42,4	50,5	2,2/3,3	0/0	0/0
Тульская обл.	21,9	19,8	19,5	0,8/3,7	0,3/1,5	6,5/33,4
Республика Калмыкия	57,7	42,1	80,9	0,3/0,5	22,0/52,3	34,9/43,1
Краснодарский край	438,6	390,8	386,4	28,6/6,5	21,4/5,5	55,8/14,4
Ставропольский край	411,5	335,0	214,4	25,9/6,3	49,8/14,9	36,4/17,0
Волгоградская обл.	352,8	221,9	178,8	3,1/0,9	34,5/15,5	71,6/40,0
Ростовская обл.	420,0	241,2	233,6	9,8/2,3	0/0	1,3/0,6
Пензенская обл.	96,5	64,0	69,7	5,8/6,0	6,2/9,7	3,0/4,3
Саратовская обл.	455,1	257,3	257,3	33,0/7,3	0/0	0/0

Табл. 2. Мелиоративное состояние орошаемых сельскохозяйственных угодий по уровню залегания грунтовых вод и засолению почв, %

Субъект федерации	1990 г.		2005 г.		2020 г.	
	Хорошее	Неудовлетворительное	Хорошее	Неудовлетворительное	Хорошее	Неудовлетворительное
Белгородская обл.	96,7	0,9	98,6	0,3	98,9	0,2
Воронежская обл.	91,9	2,7	93,6	1,9	93,7	1,8
Курская обл.	97,3	1,1	98,9	0,2	89,4	0,2
Липецкая обл.	96,9	0,8	95,5	1,1	94,8	0,7
Орловская обл.	97,3	0	25,5	7,3	16,4	42,2
Рязанская обл.	71,3	3,0	0,4	15,9	0	10,6
Тамбовская обл.	87,6	0,6	79,7	1,7	0	0
Тульская обл.	25,6	4,1	6,2	5,6	0	16,2
Республика Калмыкия	5,9	63,8	3,8	70,1	1,9	60,4
Краснодарский край	74,8	13,7	72,7	13,3	74,4	11,0
Ставропольский край	64,3	16,8	66,3	11,9	76,0	8,8
Волгоградская обл.	73,8	16,1	70,2	15,6	74,7	12,9
Ростовская обл.	65,8	21,3	67,5	19,7	69,4	17,7
Пензенская обл.	92,4	3,3	97,2	0,8	97,9	0,2
Саратовская обл.	71,5	15,1	80,7	8,9	80,6	9,3

отдельных регионах произошли очень существенные изменения (табл. 2).

В Орловской области доля земель, мелиоративное состояние которых оценивается как хорошее, снизилась за 30 лет на 81 процентных пункта (п.п.) — с 97 до 16%, в Тамбовской области — почти на 88 п.п., а в Тульской и Рязанской областях — на 26–71 п.п.

В то же время на фоне резкого сокращения площади ОЗ за счет списания худших земель в некоторых регионах (Ростовская, Саратовская области, Ставропольский край) отмечается рост доли земель с хорошим мелиоративным состоянием на 4–12 п.п. за 1990–2020 гг., и снижение доли земель с неудовлетворительным состоянием на 4–7 п.п. В настоящее время в трех субъектах федерации нет ни одного орошаемого гектара с хорошим мелиоративным состоянием, а еще в двух доля таких земель составляет 2–16%.

Резко возросла площадь, на которой требуется проведение капитальных работ для повышения технического уровня оросительных систем. Если в 1990 г. удельный вес таких земель в общей площади орошаемых земель донского бассейна составлял почти 31%, то к 2010 г. он достиг 53,5%. Позже в результате списания части земель с разрушенной оросительной сетью и некоторого нового мелиоративного строительства доля земель, требующих проведения капитальных работ, несколько снизилась.

Площадь фактически политых земель в бассейне Дона поступательно снижалась с 902 тыс. га в 1990 г. до 348 тыс. га в 2010 г. Этот процесс продолжался вплоть до 2016 г. когда было полито 156 тыс.га, т.е. фактически поливался каждый четвертый орошаемый гектар [15]. К 2020 гг. площадь фактически политых зе-

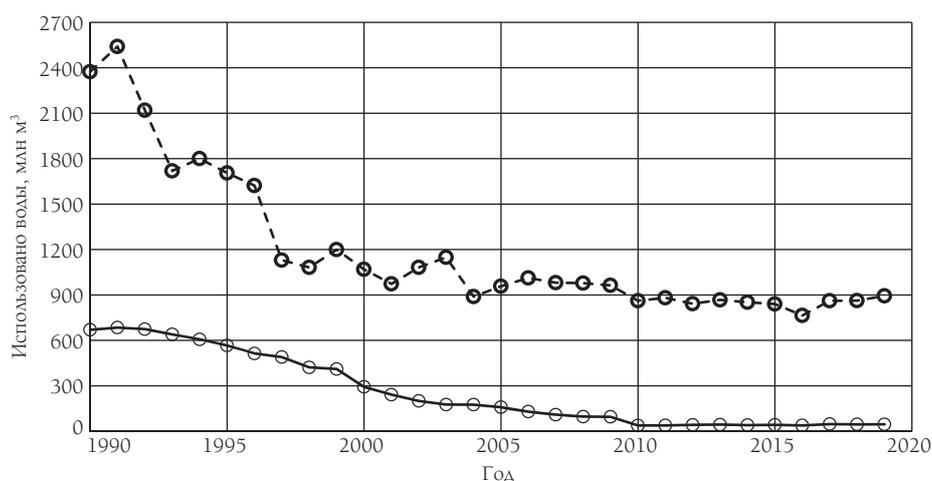
мель повысилась до 189 тыс. га. При этом сокращается площадь земель, орошаемых самотечным способом, и растет площадь земель, орошаемых современными водосберегающими технологиями, позволяющими более точно регулировать водный режим почв и экономнее использовать оросительную воду - дождеванием и капельным способом.

Если в 1990 г. доля фактически политых орошаемых сельскохозяйственных угодий превышала 87% общей площади угодий, то в 2016 г. она составляла 24,2%, но повысилась к 2020 г. до 29,2%

В последнее время в связи с принятой Федеральной целевой программой «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014–2020 годы», усилением финансовой помощи государства сельскохозяйственным товаропроизводителям мелиорация в России стала возрождаться, а площадь ОЗ в бассейне р. Дон стала расти.

Водопотребление на нужды орошения в бассейне сократилось с 2374 млн м³ в 1990 г. до 894 млн м³ в 2019 г. (рисунок). С 2000 г. этот показатель хотя и неуклонно снижался, но значительно более медленными темпами, чем ранее. Еще более значительно сократился объем использования воды на нужды сельскохозяйственного водоснабжения — в 14 раз за 30 лет.

Главным потребителем сельхозводоснабжения (помимо населения и обслуживающих, перерабатывающих отраслей АПК) является животноводство. В связи с резким падением поголовья скота из-за кризиса в сельском хозяйстве максимально снизились его объемы. Если раньше в регионах Центрального Черноземья доля сельхозводоснабжения превышала 10% суммарного водопотребления, то сейчас она находится на уровне 2-3%.



Использовано воды на нужды орошения (штриховая линия) и сельскохозяйственного водоснабжения (сплошная линия) в бассейне р. Дон

Лишь в самое последнее время в связи с возрождением животноводства в результате возрастания финансовой поддержки государства сельскому хозяйству стала существенно расти эта статья водопотребления в Белгородской, Тамбовской областях и Ставропольском крае.

Для расчета прогнозных оценок площади орошения в бассейне необходим анализ региональных программ развития мелиорации. В каждом субъекте федерации в начале 2010-х гг. разрабатывались государственные программы развития сельского хозяйства, составной частью которых являлись подпрограммы по развитию мелиорации земель сельскохозяйственного назначения. Они частично финансировались за счет средств федерального бюджета в соответствии с ФЦП «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014–2020 годы» [16].

С 2018 г. эта ФЦП прекратила свое существование. В каждом субъекте федерации были разработаны новые региональные программы развития сельского хозяйства, составной частью которых являлись подпрограммы по развитию мелиорации земель сельскохозяйственного назначения до 2024–2025 гг. Изучение этих региональных программ позволяет в первую очередь судить о поступательном развитии мелиорации в бассейне р. Дон.

Существующая отчетность о наличии площади ОЗ, посылаемая региональными управлениями мелиорации и водного хозяйства в департамент мелиорации Министерства сельского хозяйства РФ, весьма недостоверна. Об этом неоднократно упоминалось в [5, 17, 18]. Внутрихозяйственная сеть оросительных систем, находящаяся на балансе сельхозтоваропроизводителей, в связи с длительными сроками эксплуатации, на значительной площади вышла из строя. Тяжелое финансовое состояние хозяйств не дает им возможности выделять средства на реконструкцию и восстановление мелиоративных систем. Из федерального бюджета с

2005 г. средства выделялись только на строительство и реконструкцию объектов федеральной собственности. Поэтому в России списаны и переведены в категорию богарных значительные площади ОЗ. Но большая часть ОЗ не списана, хотя на них невозможно проводить оросительные мероприятия, так как они требуют реконструкции и технического перевооружения. С введением ФЦП «Развитие мелиорации...» [16] некоторые товаропроизводители стали получать помощь из федерального бюджета и надеясь на увеличение помощи в дальнейшем многие организации и фермерские хозяйства не торопятся списывать не пригодные в настоящее время для орошения земли, которые по-прежнему числятся в составе орошаемых.

Приведем некоторые примеры недостоверности отчетов управлений мелиорации и водного хозяйства. Так за 1990–2010 гг. в центрально-черноземном регионе отмечалось значительное сокращение площади ОЗ, что, прежде всего, связано с резким уменьшением финансирования мелиоративных работ при проведении земельной реформы в Российской Федерации. В 2010 г. в Воронежской области по отчету числилось 73,1 тыс. га ОЗ, а фактически их было 19,1 тыс. га. В Курской области — соответственно 45,4 и 8,0 тыс. га, в Липецкой — 55,0 и 10,5 тыс. га и т.д. [17].

В работе [18] отмечается, что с 2006 по 2016 гг. площадь мелиорированных земель (орошаемых и осушаемых) сократилась на 40% (что существенно выше данных, показываемых МСХ РФ), а площадь с фактически действующими мелиоративными системами сократилась на 18 %.

Наиболее достоверные данные по площади мелиорированных земель, на наш взгляд, содержат материалы Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года. Подготовка к переписи длится обычно несколько лет, в ней участвуют хорошо обученные высококвалифицированные кадры. Если по данным Департамента

мелиорации, основанным на отчетах управлений мелиорации и водного хозяйства субъектов, в 2016 г. в России было 4670,6 тыс. га ОЗ, то по итогам Всероссийской сельскохозяйственной переписи площадь орошаемых сельскохозяйственных угодий составляла 1816,5 тыс. га, из них с фактически действующей оросительной системой 1003,0 тыс. га [5].

Расчет площади фактически ОЗ в бассейне р. Дон был основан на итогах сельскохозяйственной переписи 2016 г. по 15 субъектам федерации. Данные по площади ОЗ за более ранние годы находились как разность между площадью в 2016 г. и площадью введенных в эксплуатацию ОЗ в результате нового строительства и реконструкции оросительных систем за соответствующие периоды, взятые из статистических сборников по агропромышленному комплексу [10–11]. Данные по приросту ОЗ после 2016 г. брались из сборников по АПК [12–13].

В табл. 3 приведены сводные данные по вводу в эксплуатацию ОЗ в субъектах федерации бассейна р. Дон (для всей территории, в том числе и не входящей в бассейн Дона). Отчетливо видно, как существенно стала прирастать площадь ОЗ после принятия ФЦП «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014–2020 годы».

Ниже для примера приведем информацию о современном состоянии и развитии орошаемого земледелия в будущем по двум субъектам бассейна Дона, хотя она была собрана и обработана по всем 15 субъектам федерации.

По данным сельскохозяйственной переписи 2016 г. в Липецкой области находилось 8438 га ОЗ, из них с фактически действующей оросительной системой на площади 8387 га [4]. По отчетам ФГУ «Липецкмелиоводхоз» в 2007–2018 гг. ежегодно фактически по-

ливалось 10,7 тыс. га земель, что превышает площадь наличных ОЗ по данным переписи. В 2010–2017 гг. ежегодно вводили в эксплуатацию 0,2–1,3 тыс. га ОЗ, а в 2018 ввели 5,3 тыс. га, но площадь наличных ОЗ в области по отчетности «Липецкмелиоводхоза» по-прежнему оставалась неизменной. Согласно подпрограмме «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения Липецкой области на 2018–2024 годы» в области намечается ввести в эксплуатацию суммарно за 2020–2024 гг. 3824 га ОЗ.

По данным сельскохозяйственной переписи 2016 г. в Ростовской области находилось 145316 га ОЗ, из них с фактически действующей оросительной системой на площади 76992 га [6]. По отчетам ФГУ «Ростовмелиоводхоз» в последние годы фактически поливалось 57–77 тыс. га земель. В 2014–2018 гг. ежегодно вводилось в эксплуатацию 3,2–6,1 тыс. га ОЗ. Всего за этот период введено 26,1 тыс. га орошаемых сельскохозяйственных угодий. В 2020–2030 гг. согласно подпрограмме «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения» в области намечается ввести 36 тыс. га ОЗ.

При отсутствии программ развития орошения до 2030 г. (в большинстве регионов) при обосновании прогнозных площадей орошения мы исходили из темпов развития мелиорации, характерных для программ развития до 2024–2025 гг. По оценкам автора площадь фактически ОЗ в бассейне Дона к 2030 г. увеличится на 72% и составит 332 тыс. га (табл. 4).

По прогнозам климатологов в XXI в. на ЕТР ожидается увеличение расходной части водного баланса. Диапазон ожидаемого роста дефицита испарения может возрасти к 2030–2039 гг. для регионов бассейна Дона от примерно 40–60 мм для среднего и влажного сценариев до 100 мм для сухого сценария [14].

Табл. 3. Ввод в эксплуатацию орошаемых земель в результате строительства, реконструкции и технического перевооружения оросительных систем в субъектах федерации бассейна р. Дон, тыс. га

Субъект федерации	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Белгородская область	0,54	–	–	1,8	0,88	–	1,3	1,7	2,0	1,7	2,0
Воронежская область	–	0,3	1,0	0,77	–	2,82	0,94	2,5	1,9	3,3	1,8
Курская область	–	–	–	–	–	–	0,4	0,22	–	0,4	–
Липецкая область	–	–	0,7	0,5	1,8	0,2	–	–	–	1,3	5,3
Орловская область	–	–	–	–	–	0,5	–	0,23	0,51	–	–
Рязанская область	0,29	–	–	–	–	–	0,21	0,44	0,35	0,2	0,4
Тамбовская область	0,62	–	0,1	0,17	0,17	–	1,71	2,19	2,66	0,9	0,7
Тульская область	–	–	–	–	–	–	–	2,0	1,13	–	–
Республика Калмыкия	–	–	0,09	–	–	–	2,9	1,6	2,74	4,8	4,9
Краснодарский край	2,61	0,1	2,0	–	3,0	1,07	4,92	5,15	6,18	3,5	3,5
Ставропольский край	0,4	–	–	–	2,47	–	13,6	3,15	3,51	3,6	5,6
Волгоградская область	1,5	6,0	14,0	9,2	9,5	6,0	1,67	2,9	2,24	9,5	6,8
Ростовская область	–	1,5	–	1,1	2,9	0,4	5,42	3,21	6,1	6,1	5,3
Пензенская область	–	–	0,2	–	–	0,2	1,04	2,19	1,95	1,3	1,1
Саратовская область	1,54	1,5	7,7	13,3	13,7	6,5	9,6	4,13	2,58	14,3	7,7

Табл. 4. Фактическая и прогнозная площадь орошаемых земель в бассейне р. Дон

Субъект Федерации	Всего в субъекте федерации, тыс. га			В том числе в бассейне р. Дон		
	2018 г.	2025 г.	2030 г.	2018 г.	2025 г.	2030 г.
Белгородская область	10,38	18,4	23,4	7,27	12,88	16,38
Воронежская область	24,24	38,04	48,04	24,24	38,04	48,04
Курская область	3,43	5,80	8,30	0,34	0,58	0,83
Липецкая область	14,3	21,68	24,68	14,3	21,68	24,68
Орловская область	1,45	4,0	5,7	0,43	1,2	1,71
Тамбовская область	9,53	13,52	15,52	2,79	6,00	6,89
Тульская область	4,26	5,5	6,5	0	0,1	0,1
Республика Калмыкия	42,66	78,13	105,63	3,63	6,64	8,98
Волгоградская область	89,54	147,68	187,68	19,7	32,49	41,29
Ростовская область	97,1	119,2	139,2	92,25	113,2	132,2
Ставропольский край	84,98	127,8	155,3	23,37	35,15	42,71
Пензенская область	7,6	15,0	20,0	0,12	1,08	1,44
Саратовская область	111,01	150,89	173,49	4,44	6,04	6,94
Итого бассейн р. Дон	–	–	–	192,9	275,1	332,2

На изменение величины удельного водопотребления будут оказывать влияние две противоположные тенденции. С одной стороны в результате роста засушливости климата и дефицита испарения частота поливов и оросительная норма должны увеличиваться. С другой стороны в производстве все шире применяются водосберегающие и экологически безопасные технологии орошения. За период с 1999 по 2018 г. площадь капельного орошения, позволяющего резко снизить потребление воды, выросла в России с 0,9 до 83,4 тыс. га. Такие же темпы развития капельного орошения характерны и для бассейна Дона. Многочисленными опытами, проводящимися в России более 20 лет, доказано, что возможно получить на посевах риса аэробных сортов, поливаемого капельным способом, высокую урожайность при экономии оросительной воды до 5 раз по сравнению с постоянным поддержанием слоя воды на поле. Растет площадь, поливаемая современными экономичными дождевальными машинами. По нашим оценкам, в итоге к 2030 г. удельное водопотребление на 1 га может вырасти на 10–15%, что и было заложено в расчеты прогноза водопотребления.

Исходя из прогнозных площадей орошения и удельных норм водопотребления, характерных для каждого региона в связи с особенностями структуры посевных площадей на орошении рассчитаны объемы водопотребления на орошение сельскохозяйственных земель для каждого субъекта федерации. По прогнозу в целом для бассейна р. Дон объем водопотребления для этих целей увеличится с 843 млн м³ в 2018 г. до 1184 млн м³ в 2025 г. и 1368 млн м³ в 2030 г. Уже к 2025 г. объем водопотребления на орошение превзойдет уровень 2000 г., а к 2030 г. достигнет уровня конца 1990-х гг., но при изменившихся технике и технологиях орошения.

В условиях нарастающего дефицита водных ресурсов необходимо шире проводить опытные работы по привлечению сточных вод ЖКХ, перерабатывающих сельскохозяйственное сырье производств, животноводческих комплексов, а также коллекторно-дренажных вод для орошения различных видов сельскохозяйственных культур, в первую очередь технических. Данные меры широко используются в сельском хозяйстве зарубежных стран и должны применяться у нас при наступлении маловодных и засушливых периодов.

Поскольку в ближайшем будущем намечается существенное развитие животноводства, в том числе мясного направления для реализации этой продукции на экспорт, следует ожидать заметного роста объемов сельскохозяйственного водоснабжения в регионах с аграрной специализацией.

Выводы

Выявлено, что за последние 30 лет в большинстве регионов бассейна р. Дон площадь орошаемых земель сократилась в 1,2–1,9 раза, в некоторых — в 2–3 раза, и только в Республике Калмыкия она увеличилась. В 2020 г. не использовалось в сельскохозяйственном производстве бассейна более 67 тыс. га (10,5%), в основном из-за засоления и заболачивания почв (в 1990 г. — 3,9%).

В Орловской, Тамбовской, Тульской и Рязанской областях доля земель, мелиоративное состояние которых оценивается как хорошее, резко снизилась. Значительно выросла площадь, на которой требуется проведение капитальных работ для повышения технического уровня оросительных систем. В последние годы началось возрождение мелиорации в стране и площадь орошаемых земель в бассейне р. Дон стала понемногу расти.

Существующая отчетность о наличии площади орошаемых земель, посылаемая региональными управ-

лениями мелиорации и водного хозяйства в департамент мелиорации МСХ РФ, весьма недостоверна. По материалам Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г. выявлены реальные площади орошаемых земель в 15 субъектах федерации бассейна.

Выполнен анализ региональных программ по развитию мелиорации земель. По оценкам автора площадь орошаемых земель в бассейне р. Дон к 2030 г. увеличится на 140 тыс. га и составит 332 тыс. га, а объем водопотребления на орошение с учетом кли-

матических сценариев вырастет примерно на 60%. Прогноз потребности в воде носит ориентировочный характер и исходит из допущения, что экономических кризисов и природных катаклизмов в этот короткий период не произойдет.

Работа выполнена при финансировании из средств государственного бюджета (тема 0147-2019-0003 государственного задания ИВП РАН, государственная регистрация № АААА-А18-118022090105-5).

Литература

1. Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2009 году (Статистический сборник). / Под ред. Н.Г. Рыбальского и А.Д. Думнова. – М.: НИИ-Природа, 2010. – 372 с.
2. Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2011 году (Статистический сборник) / Под ред. Н.Г. Рыбальского и А.Д. Думнова. – М.: НИИ-Природа, 2012. – 268 с.
3. Данные наблюдений за объемом вод при водопотреблении и водоотведении на всех водных объектах // Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=513>
4. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года: В 6 т./ Липецкстат. Том 3. Земельные ресурсы и их использование. – Липецк, 2018. – 93 с.
5. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года: В 8 т./Федеральная служба гос. статистики. – М.: ИИЦ «Статистика России», 2018. Т. 3: Земельные ресурсы и их использование. – 307 с.
6. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года: Том 3. Земельные ресурсы и их использование. /Территориальный орган Федер. службы гос. статистики по Ростовской области. – Ростов-на-Дону, 2018. – 267 с.
7. Мелиоративное состояние орошаемых и осушенных сельскохозяйственных угодий и техническое состояние оросительных и осушительных систем по состоянию на 01.01. 2006 г. (мелиоративный кадастр). – М.: МСХ РФ, 2006. – 36 с.
8. Показатели по оценке и учету мелиоративного состояния орошаемых сельскохозяйственных угодий и технического состояния оросительных систем по состоянию на 1 ноября 1990 г. – М.: МСХ РФ, 1991. – 10 с.
9. Показатели по оценке и учету мелиоративного состояния орошаемых сельскохозяйственных угодий и технического состояния оросительных систем в 2020 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://inform-raduga.ru/fgbu>.
10. Агропромышленный комплекс России в 2010 году. – М.: МСХ РФ, 2011. – 554 с.
11. Агропромышленный комплекс России в 2013 году. – М.: МСХ РФ, 2014. – 668 с.
12. Агропромышленный комплекс России в 2016 году. – М.: МСХ РФ, 2017. – 721 с.
13. Агропромышленный комплекс России в 2018 году. – М.: МСХ РФ, 2019. – 555 с.
14. Хлебникова, Е.И. Доклад о научно-методических основах для разработки стратегий адаптации к изменениям климата в Российской Федерации (в области компетенции Росгидромета)/ Е.И. Хлебникова и др. – Саратов: Амирит, 2020. – 120 с.
15. Демин, А.П. Водообеспечение населения и объектов экономики в бассейне реки Дон: современное состояние и проблемы /А.П. Демин// Водные ресурсы. – 2020. – Т. 47. – № 6. – С. 767–778.
16. Федеральная целевая программа «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 годы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/499051291>.
17. Стародубцев, П.П. Водная мелиорация земель при землеустройстве в центрально-чернозёмном регионе / П.П. Стародубцев // автореферат дис... кандидата географических наук. Воронеж, 2012. – 24 с.
18. Петриков, А. В. Использование инновационных технологий различными категориями хозяйств и совершенствование научно-технологической политики в сельском хозяйстве / А.В. Петриков// АПК: экономика, управление. – 2018. – №9. – С. 4–11.

References

1. Vodny'e resursy' i vodnoe hozyajstvo Rossii v 2009 godu (Statisticheskij sbornik). / Pod red. N.G. Ry'bal'skogo i A.D. Dumnova. – M.: NIA-Priroda, 2010. – 372 s.
2. Vodny'e resursy' i vodnoe hozyajstvo Rossii v 2011 godu (Statisticheskij sbornik) / Pod red. N.G. Ry'bal'skogo i A.D. Dumnova. – M.: NIA-Priroda, 2012. – 268 s.
3. Dany'e nablyudenij za ob'emom vod pri vodopotreblenii i vodootvedenii na vsekh vodny'x ob'ektax // Avtomatizirovannaya informacionnaya sistema gosudarstvennogo monitoringa vodny'x ob'ektov. [E'lektronny'j resurs]. – Rezhim dostupa: <http://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=513>
4. Itogi Vserossijskoj sel'skoxozyajstvennoj perezpisi 2016 goda: V 6 t./ Lipeckstat. Tom 3. Zemel'ny'e resursy' i ix ispol'zovanie. – Lipeck, 2018. – 93 s.
5. Itogi Vserossijskoj sel'skoxozyajstvennoj perezpisi 2016 goda: V 8 t./Federal'naya sluzhba gos. statistiki. – M.: IIC «Statistika Rossii», 2018. T. 3: Zemel'ny'e resursy' i ix ispol'zovanie. – 307 s.

6. Itogi Vserossijskoj sel'skoxozyajstvennoj perepisi 2016 goda: Tom 3. Zemel'ny'e resursy i ix ispol'zovanie. /Territorial'nyj organ Feder. sluzhby' gos. statistiki po Rostovskoj oblasti. – Rostov-na-Donu, 2018. – 267 s.
7. Meliorativnoe sostoyanie oroshaemy'x i osushenny'x sel'skoxozyajstvenny'x ugodij i texnicheskoe sostoyanie orositel'ny'x i osushitel'ny'x sistem po sostoyaniyu na 01.01. 2006 g. (meliorativnyj kadastr). – M.: MSX RF, 2006. – 36 s.
8. Pokazатели po ocenke i uchetu meliorativnogo sostoyaniya oroshaemy'x sel'skoxozyajstvenny'x ugodij i texnicheskogo sostoyaniya orositel'ny'x sistem po sostoyaniyu na 1 noyabrya 1990 g. – M.: MSX RF, 1991. – 10 s.
9. Pokazатели po ocenke i uchetu meliorativnogo sostoyaniya oroshaemy'x sel'skoxozyajstvenny'x ugodij i texnicheskogo sostoyaniya orositel'ny'x sistem v 2020 g. [E'lektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://inform-raduga.ru/fgbu>.
10. Agropromy'shlennyj kompleks Rossii v 2010 godu. – M.: MSX RF, 2011. – 554 s.
11. Agropromy'shlennyj kompleks Rossii v 2013 godu. – M.: MSX RF, 2014. – 668 s.
12. Agropromy'shlennyj kompleks Rossii v 2016 godu. – M.: MSX RF, 2017. – 721 s.
13. Agropromy'shlennyj kompleks Rossii v 2018 godu. – M.: MSX RF, 2019. – 555 s.
14. Khlebnikova, E.I. Doklad o nauchno-metodicheskikh osnovakh dlya razrabotki strategii adaptatsii k izmeneniyam klimata v Rossijskoj Federatsii (v oblasti kompetentsii Rosgidrometa)/ E.I. Khlebnikova i dr. – Saratov: Amirit, 2020. – 120 s.
15. Demin, A.P. Vodoobespechenie naseleniya i ob'ektov ehkonomiki v basseine reki Don: sovremennoe sostoyanie i problemy /A.P. Demin// Vodnye resursy. – 2020. – T. 47. – № 6. – S. 767– 778.
16. Federal'naya tselevaya programma «Razvitie melioratsii zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya Rossii na 2014-2020 gody» [E'lektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://docs.cntd.ru/document/499051291>.
17. Starodubtsev, P.P. Vodnaya melioratsiya zemel' pri zemleustroistve v tsentral'no-chnozomyomnom regione / P.P.Starodubtsev // avtoreferat dis...kandidata geograficheskikh nauk. Voronezh, 2012. – 24 s.
18. Petrikov, A. V. Ispol'zovanie innovatsionnykh tekhnologii razlichnymi kategoriyami khozyaistv i sovershenstvovanie nauchno-tekhnologicheskoi politiki v sel'skom khozyaistve / A.V. Petrikov // APK: ehkonomika, upravlenie. – 2018. – №9. – S. 4– 11.

A. P. Demin

Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow,
deminap@mail.ru

WATER SUPPLY FOR AGRICULTURE IN THE DON RIVER BASIN: TRENDS, PROBLEMS, FORECAST

Further development of the regions of the river basin. Don slows down the growing shortage of water resources. The purpose of the study is to assess the quantitative and qualitative changes in the availability and condition of irrigated land, water consumption for irrigation needs in the basin, as well as to obtain forecast estimates of the area of irrigated land and water consumption for irrigation needs. For the analysis, we used data from regional institutions «Land reclamation management», land reclamation cadastres, statistical data on water consumption.

For the forecast, the materials of regional state programs for the development of land reclamation and the forecast of climatologists on the growth of the evaporation deficit in the basin for various scenarios of humidification were used. A sharp reduction in the area of irrigated land for the period 1990–2020 was revealed. In some constituent entities of the Federation, agricultural production does not currently use 30–40% of the land included in the irrigated area. The share of lands, the reclamation state of which is assessed as good, has sharply decreased. The area where capital work is required to improve the technical level of irrigation systems has grown significantly. The area of the basin's lands included in the irrigated lands, but which are actually watered, progressively decreased from 1990 to 2016. The volume of water use for the needs of irrigation in the basin of the river. Don over the past 30 years has decreased 2.7 times, and for the needs of agricultural water supply – 14 times. In recent years, a revival of land reclamation began in the country and the area of irrigated land in the basin of the river. Don began to grow a little. Based on the materials of the All-Russian Agricultural Census of 2016, the real areas of irrigated land were identified in 15 regions of the basin. According to regional programs for the development of land reclamation, the area of irrigated land in the Don basin will increase by 140 thousand hectares by 2030, and the volume of water consumption for irrigation, taking into account climatic scenarios, will increase by about 60%.

Key words: basin of the Don River, area of irrigated lands, reclamation state of irrigated lands, area of actually watered lands, water consumption, forecast.

Проблемы водопользования и связь с экосистемными услугами

УДК 631.67:626.82

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-48-2-46-50

Н. Н. Хожанов (к.с-х. н.), **Д. М. Нурабаев** (к.т.н.), **Х. И. Турсынбаев**
Таразский региональный университет имени М. Х. Дулати, Казахстан,
khozhanov55@mail.ru

В настоящее время большой интерес представляют услуги по очистке воды, которые можно обеспечить посредством восстановления или создания опреснительных установок на границе каждого оросительного массива. Актуальностью данного исследования, является разработка перспективных технологий и технических средств для очистки дренажно-сбросных вод гидромелиоративных систем. Исследования по повторному использованию дренажно-сбросных вод проводились на учебном полигоне Таразского регионального университета имени М. Х. Дулати в течение 2012–2018 гг.. Основной целью разработки является опреснение дренажно-сбросных и сточных вод биологическими способами, направленными на получение максимальной урожайности сельскохозяйственных культур и существенного снижения дозы используемых минеральных удобрений. Исследованиями установлено, что при повторных использования дренажно-сбросных вод для орошения сельскохозяйственных культур по предварительным расчетам продуктивность водозабора и водоподачи увеличивается на 3,5–4,5 раза. Однако за счет снижения доз минеральных удобрений, используемых в хозяйстве, а также совершенствований технологических операций по уходу за растениями общие затраты компенсируются и позволяют обеспечить население продуктами сельского хозяйства, а перерабатывающую промышленность – сырьем. Результаты свидетельствуют, что экосистемные услуги по доставке воды сельскохозяйственным товаропроизводителям на основе комплексной реконструкции оросительных систем с учетом технологических решений по опреснению дренажно-сбросных вод, позволят за короткий срок освоить более 2 млн. гектаров земель в Южном регионе Казахстана и тем самым увеличить валовую урожайность основных культур на 20–25%. Исследованием выявлено, что применение биомелиоранта при исходной минерализация дренажно-сбросной воды 5,5–6,7 г/л способствует ее снижению до 3,5–4,2 г/л. В целом благоприятствует также снижению более токсичных для растений ионов натрия, хлора и сульфатов, что предотвращает усиление процесса засоления и осолонцевания почвы.

Ключевые слова: экосистемная услуга, качество воды, дренажно-сбросные воды, доставка воды, продуктивность, технологическая операция.

Введение

Мировая практика развития орошаемого земледелия показывает, что выбор параметров технических средств и технологических операций при реконструкции оросительных систем предопределяется природно-хозяйственными условиями, в частности, гидрохимическим режимом почв и грунтовых вод, степенью естественной дренированностью орошаемых территорий, качеством оросительных вод, системой ведения сельского хозяйства. Поэтому деградационные процессы (засоление, ошелачивание и осолонцевание почв), которые формируются на оросительных системах, следует относить не к мелиорации, а к определенным способам ее реализации.

Земли Южной зоны Казахстана, подверженные засолению и загрязнению возвратных оросительных вод биогенными веществами и пестицидам, где антропогенное воздействие на качество воды оказывает также сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод. Поэтому назрела необходимость рационального использования дренажно-сбросных и сточных вод, как в системе земледелия, так и в других отраслях промышленности. В среднем, в результате хозяйственно-бытовой и промышленной деятельности в

Казахстане формируется порядка 3000 млн. м³ сточных вод. Эти воды при должной организации можно было бы использовать для орошения сельскохозяйственных культур на площади 1,5 млн гектаров.

В области технического совершенствования ирригационных систем, управления водными (поверхностными и подземными) и почвенными ресурсами решающим фактором является оптимизация капиталовложений, направленных на рациональное использование водных ресурсов в орошаемом земледелии. Как, известно, конкурентоспособность сельхозпроизводителя находится в прямой зависимости от размеров финансирования реконструкции оросительных систем, текущих затрат на их эксплуатацию и производство сельхозпродукции. Поэтому капитализация орошаемого земледелия должна предусматривать выбор технических средств и технологических операций, которые до минимума снизят размеры капиталовложений и обеспечат устойчивый прирост сельхозпродукции.

Целью исследований является разработка технологических принципов опреснения дренажно-сбросных вод, способствующих повышению продуктивности орошаемого агроландшафта, сохранению водных ресурсов и улучшению качества вод поверхностных источников.

Материал и методы исследования

Объектом исследования являлись Казахстанская часть бассейна реки Сырдарья, охватывающая Туркестанскую и Кызылординскую область с орошаемой площадью более 800,0 тыс. га.

Экспериментальный опыт проводили на участке учебного полигона кафедры «Мелиорация и агрономия» Таразского регионального университета имени М. Х. Дулати с разными приемами агротехники в течение 2012–2018 гг. На исследуемом участке агрохимическая характеристика почвы имела следующие показатели: мощность гумусового слоя — 0,87 м, содержание гумуса — 1,2% (на глубине 1,5 м уменьшается до 0,2%), общего азота — 0,15-0,17%, валового фосфора — 0,29%, подвижного — 20–22 мг/кг почвы, валового калия — 1,5–2,0%, рН = 4,8–6,0. Плотность верхнего горизонта почвы — в среднем 1,42 т/м³, удельная масса твердой фазы почвы – 2,62 т/м³, порозность — 40-50%, Содержание физической глины (<0,01 мм) в пахотном слое достигает 65,9%; ила — до 22,8%; песка — до 10,3%. Распределение фракций по профилю равномерное. Верхний слой почвы подвержен процессам интенсивной дегумификации при одновременном уменьшении мощности гумусового горизонта.

Исследование проводились по общепринятой методике, разработанной Казахским научно-исследовательским институтом водного хозяйства (КазНИИИВХ) и Казахским институтом почвоведения (КИП).

Результаты исследования и их обсуждение

Разработанная технологическая схема сооружения биохимического регулирования качества коллекторно-дренажных вод (КДВ), является важнейшим элементом замкнутой системы водопользования в мелиорации без сброса загрязненных коллекторно-дренажных и сточных вод в водные экосистемы. Принципиальная схема системы водопользования в мелиорации представлены

в рисунке. Данная схема предусматривает, также сектор насыщения семян, которая позволяет на 25–35% повысить полевую всхожесть семян сельскохозяйственных культур [1].

Биомелиорант, включающий предварительное измельчение навоза, фосфогипса и глауконитовой глины не более 2 мм, взятые в соотношении компонентов 30:35:35 с последующим их перемешиванием и ошелачиванием 0,3%-ным водным раствором гипохлорита натрия в количестве 0,05 л на 1 кг смеси при температуре 36–42°C в течение 15–20 дней, позволяет обогатить дренажно-сбросные воды кальцием, калием-натрием, фосфором и азотом, также тяжелыми металлами оказывающими эффективное воздействие на рост и развитие растений [2]. При этом, как свидетельствуют результаты полевых исследований, биомелиорант позволяет увеличить гумус на 59,0–82,2% по сравнению с исходным содержанием [3].

Опираясь на многочисленные материалы научных исследований, для условий аридности климата региона, где имеются почвы различной степени солонцеватости и для предупреждения засоления почвы при орошении КДВ на тяжелых грунтах, минерализацию КДВ можно ограничить показателем 2 г/л. Чтобы добиться такого уровня минерализации, необходимо разбавления их с речными водами или концентрациями из других смесей.

Степень разбавления КДВ с речными водами можно ориентировочно определить по формуле В. А. Ковда (1980).

$$K = C_m + C_m \cdot C_{рв}, \tag{1}$$

где K — кратность разбавления до концентрации 2 г/л; C_м — концентрация солей в КДВ, г/л; C_{рв} — концентрация солей в речной воде.

На коэффициент K необходимо умножить расчетную оросительную норму после разбавления. Для нашего случая степень разбавления биомелиоранта составил: K = 5,7 + 5,7 · 1,7 = 15,39 раз.

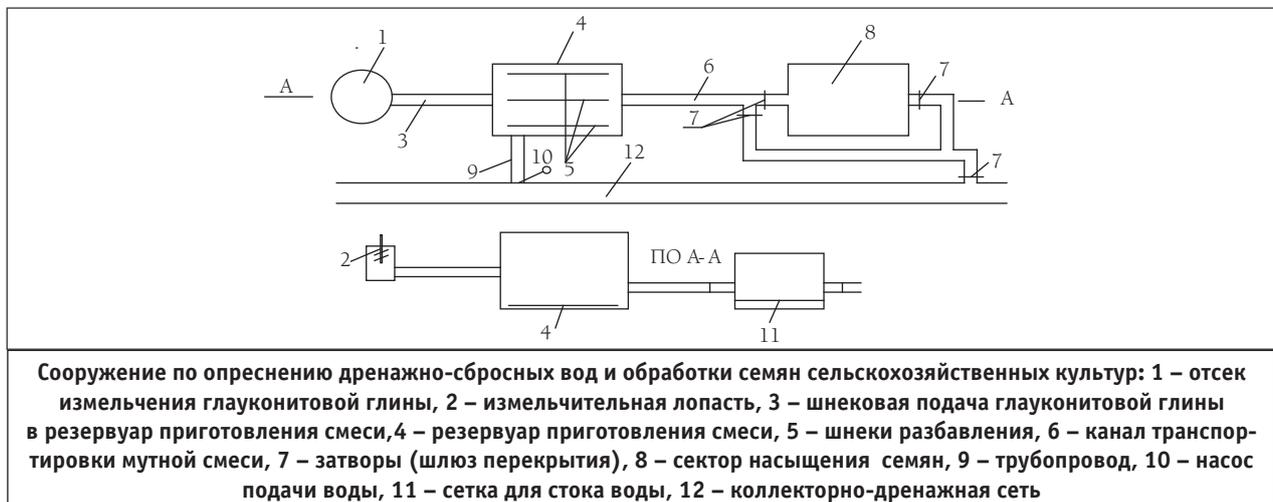


Табл. 1. Изменения показателей плодородия почв при использовании капельного орошения и биомелиоранта

Показатели	Глубина отбора пробы, м	Содержание		Увеличение, %
		до внесения	после внесения	
Гумус	0–0,4	1,23%	1,54%	25,2
Валовой азот	0–0,6	1,05 мг	1,23мг	17,1
Валовой фосфор	0–0,8	0,62 мг	0,86 мг	38,7
Подвижные формы фосфора	0–0,4	2,36 мг	2,7 мг	14,4
Подвижный калий	0–0,4	12,97 мг	16,27 мг	25,4

Исследованием установлено, что при применении биомелиоранта исходная минерализация дренажно-сбросной воды снижается до 3,5–4,2 г/л. В целом снижается доля токсичных для растений ионов натрия, хлора и сульфатов, что предотвращает усиление процессов засоления и осолонцевания почвы. Обогащение почвогрунта микроэлементами способствует процессу гумусообразования и снижению доз внесения минеральных удобрений. Исследованиями установлено, что в пахотном слое 0,4 м наблюдается повышение содержания гумуса до 1,54%, также увеличивается количество азота, фосфора и калия (табл. 1).

Другой наиболее острых экологических проблем Казахстана, является проблема утилизации сточных вод, формируемых большими городами с развитой промышленностью. Эти воды при должной организации можно было бы использовать для орошения сельскохозяйственных культур на площади 1,5 млн гектаров. Так как сточные воды являются не только источником поливной воды, но и ценным удобрением. Исследователями установлено, что удобрительное действие городских сточных вод в количестве 2000 м³/га равносильна применению 0,2 т аммиачной селитры, 0,15 т хлористого калия и 0,05 т суперфосфата [4–6]. В городских сточных водах республики Казахстан, по предварительным данным, содержится 10600 т азота, 3600 т фосфора и 9500 т калия, которыми можно было бы удобрить более 300 тыс. га сельскохозяйственных угодий [7–13].

Орошение сточными водами обеспечит не только максимальный прием и распределение всего количества сточных вод в течение года, но и активизирует биохимические процессы в почве, обеспечивая доочистку сточных вод в естественных условиях, получая в то же время необходимые для роста и развития растений питательные элементы и влагу. По нашим данным прибавка урожая сельскохозяйственных культур при орошении сточной водой по сравнению с арычной составляла на посевах озимой ржи 0,36 т/га зерна и 0,43 т/га соломы, ячменя — 1,05 т/га зерна и 1,13 т/га соломы, зеленой массы люцерны — 13,0 т/га и зеленой массы кукурузы — 18,5 т/га. При этом сточные воды способствуют увеличению выноса элементов минерального питания, так в опытах с люцерной — азота на 0,087 т/га, фосфора на 0,08 т/га и калия на 0,122 т/га;

в опытах кукурузы на силос, соответственно: азота на 0,129, фосфора на 0,021 и калия на 0,179 т/га [14].

В наших условиях при использовании дренажно-сбросных вод урожайность зеленой массы кукурузы составила 12,47 т/га, а на фоне использования биомелиоранта — 23,64 т/га, что позволяют получения урожая на 1,89 раза больше. Таким образом, использование технологической схема сооружения биохимического регулирования качества коллекторно-дренажных вод (КДВ), является важнейшим элементом замкнутой системы водопользования в мелиорации без сброса загрязненных коллекторно-дренажных и сточных вод в водные экосистемы.

Объем дренажного стока за предполагаемый цикл регулирования определяем по формуле:

$$W_{1-а.ст} = 86,4 \cdot q_{а.ст} \cdot F_{оп} \cdot T, \quad (2)$$

где $W_{1-а.ст}$ — суммарный объем дренажно-сбросных вод за цикл регулирования, м³; $q_{а.ст}$ — модуль дренажного стока, л/с/га; $F_{оп}$ — площадь обслуживаемая установкой по очистке дренажного стока, га; T — продолжительность цикла регулирования, сут.

$$W_{а.ст} = W_{1-а.ст} - W_{исп}, \quad (3)$$

где $W_{исп}$ — объем воды теряемый на испарение, м³.

Действие сооружения основано на применении метода сорбционной очистки воды. В качестве загрузки выбирается сорбент, имеющий наибольшую поглощающую способность по преобладающим загрязнителям. В наших случаях предлагается использовать 20%-ный раствор глауконитовой глины и фосфогипса на фоне измельченных солеросных растений (верблюжьей колючки, томарикса и др), которые обеспечивают опреснению воды до ПДК.

Количество сорбента определяется из условия поглощения загрязнителей до уровня ПДК, с учетом назначения водопользователей, обслуживающих данным водным объектом [14,15].

$$G_{сop} = \sum_{i=1}^n (C_{исх} - ПДК) / COE \cdot W_{а.ст}, \quad (4)$$

где $G_{сop}$ — количество сорбента, г; $C_{исх}$ — исходная концентрация i -го загрязняющего вещества, мг/л; ПДК — предельно-допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества, мг/л; $W_{а.ст}$ — объем дренажного

Табл. 2. Продуктивность оросительной воды по Туркестанской области

Показатели	Туркестанская область			Среднее за 3 года
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	
Общая площадь посевов, тыс.га	383,88	323,66	312,02	339,85
Объем водозабора, всего, млн.м ³	2887,92	2355,92	2149,82	2464,55
Объем водоподачи, всего, млн.м ³	2173,91	1823,50	1677,42	1891,61
Продуктивность, тенге/м ³ :				
водозабора	10,32	16,88	16,52	14,44
водоподачи	13,71	21,82	21,18	18,81

стока, $W_{\text{д.ст}} = QTF$, л; COE — статистическая емкость сорбента, мг/г, определяется экспериментально.

По данным статистики продуктивность оросительной воды по областям бассейна имеет значительные различия (табл. 2). Так, продуктивность забранной воды из источников воды по Кызылординской области за рассматриваемый период выросла с 3,03 до 8,48 тенге/м³ и составила в среднем 5 тенге/м³. По Туркестанской области по водозабору — увеличилась с 10,32 до 16,5 тенге/м³, в среднем — 14,44 тенге/м³[16].

Исследованиями установлены, что при повторных использованиях дренажно-сбросных вод для орошения сельскохозяйственных культур по предварительным расчетам продуктивность водозабора и водоподачи увеличивается на 3,5–4,5 раза. Однако за счет использования биомелиоранта обуславливается возможность существенного снижения доз минеральных удобрений используемое в хозяйстве, а также совершенствование технологических операции по уходу за растениями. При этом общие затраты компенсируется в первый год и позволяют обеспечить население продуктами сельского хозяйства, а перерабатывающую промышленность —

сырьем. Таким образом, экосистемные услуги по доставке воды сельскохозяйственным товаропроизводителям на основе комплексной реконструкции оросительных систем с учетом технологических решений по опреснению дренажно-сбросных вод, позволят за короткий срок освоить более 2 млн. гектаров земель в Южном регионе Казахстана.

Выводы

Исследованиями выявлены, что возвратные оросительные воды негативно влияют на качество воды, повышая минерализацию и ионную концентрацию вниз по течению способствует засолению почв и подземных вод.

Предлагаемая технологическая схема сооружения биохимического регулирования качества КДВ, является важнейшим элементом замкнутой системы водопользования в мелиорации без сброса загрязненных коллекторно-дренажных вод в водные экосистемы, что позволяет решить проблему дефицита воды вниз по течению р. Сырдарья, которая вызвана экстенсивным развитием систем орошения и неэффективным управлением.

Литература

- Икрамов, Р.К. Роль водосбережения в интегральном управлении водными ресурсами в орошаемом земледелии / Р.К. Икрамов // Водные ресурсы центральной Азии. – 2002. – С. 96-104.
- Орман, А.О. Учет и контроль водопотребления- основа экономики предприятия водопроводно-канализационных хозяйствах. / А.О.Орман, Б. Керимкулов, Б. Ибрагимов // Водные ресурсы центральной Азии. – 2002. – С. 238-243.
- Хожанов, Н.Н. Комплексная мелиорация – основы зеленой экономики в земледелии / Н.Н. Хожанов и др.// XXXIV International scientific and practical conference International scientific review of the Problems and Prospects of Modern Science and Education USA 6 Chicago, Day 25,2017, ISSN 2410-275X
- Пат. Способ получения биомелиоранта с использованием навоза, фосфогипса и верблюжьей колючки, полезная модель / Турсунбаев Х.И., Хожанов Н.Н., Хожанова Г.Н.; № 5316 от 16.10.2020 г.
- Ибатуллин, С.Р. Рекомендации по выбору приоритетных технических средств и технологических операций при реконструкции оросительных систем / С.Р. Ибатуллин, Р.К. Бекбаев, Ф.Ф. Вышпольский, У.К. Бекбаев. –Тараз: ИЦ «Аква», 2008, 35 с.
- Сметанин, В.И. Восстановление и очистка водных объектов / В.И. Сметанин. – М.: Колос, 2003. – 157с.
- Бурлибаев, М.Ж. Комплексная оценка качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям / М.Ж. Бурлибаев, Ж.Н. Байманов, Е.А. Тажмагамбетов. – Алматы.: Гылым, 2007. – 96 с.
- Новиков, В.М. Оросительные системы с использованием сточных вод, норма проектирования. / В.М.Новиков, Н.А. Ковалева, А.П. Овцов, В.Г. Додолина, А.И. Мусаев и др. – М.: Минводхоз СССР, 1986. – 85 с.
- Мириманян, Х.П. Почвоведение / Х.П. Мириманян. – М.: Колос, 1965. – 344с.
- Плюснин, И.И. Мелиоративное почвоведение / И.И. Плюснин, А.И. Голованов. – М.: Колос, 1983. – 318 с.
- Лархер, В. Экология растений / В. Лархер. – М.: Мир, 1978. – 378 с.
- Мусаев, А.И. Эколого-мелиоративные основы почвенно-биологической доочистки сточных вод в орошаемом земледелии: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 06.01.02; 25.00.36 / Мусаев Алтай. – Тараз : [б. и.], 2010. – 50 с.
- Майсуриян, В.Н. Растениеводство / В.Н. Майсуриян, В.Н. Степанов и др. – М.: Колос, – 1965. – 472 с.
- Голованов, А.И. Природообустройство / А.И. Голованов. – М.: Колос, 2008. – С.27-35.

15. Андреева, Н.П. Применение комплексных сорбентов для очистки сточных вод от крупномолекулярных органических соединений и ионов тяжелых металлов : автореф. дис. канд. техн. наук 03.00.16. / Андреева Наталья Петровна; – Москва, – 2006. – 24 с.
16. Ибатуллин С.Р., Балгабаев Н.Н., и др. Водные ресурсы Казахстана: Оценка. Прогноз. Управление, том X Орошаемое земледелие Казахстана: Состояние и перспективы. Типография ТОО «Арко», г. Караганда, 2012. – 363с.

References

1. Ikramov, R.K. Rol' vodoberezheniya v integral'nom upravlenii vodny`mi resursami v oroshaemom zemledelii /R.K. Ikramov // Vodny'e resursy` central'noj Azii. – 2002. – s. 96-104.
2. Orman, A.O. Uchet i kontrol' vodopotrebleniya- osnova e`konomiki predpriyatiya vodoprovodno-kanalizacionny`x hozyajstvax. / A.O.Orman, B. Kerimkulov, B. Ibragimov // Vodny'e resursy` central'noj Azii. – 2002. – s. 238-243.
3. Xozhanov, N.N. Kompleksnaya melioraciya – osnovy` zelenoj e`konomiki v zemledelii /N.N. Xozhanov i dr.// XXXIV International scientific and practical conference International scientific review of the Problems and Prospects of Modern Science and Education USA 6 Chicago, Day 25, 2017, ISSN 2410-275X
4. Pat. Sposob polucheniya biomelioranta s ispol'zovaniem navoza, fosfogipsa i verblyuzh`ej kolyuchki, poleznaya model' / Tursunbaev X.I., Xozhanov N.N., Xozhanova G.N.; № 5316 от 16.10.2020 g.
5. Ibatullin, S.R. Rekomendacii po vy`boru prioritety`x texnicheskix sredstv i texnologicheskix operacij pri rekonstrukcii orositel'ny`x sistem / S.R. Ibatullin, R.K. Bekbaev, F.F. Vy`shpol'skij, U.K. Bekbaev. –Taraz: ICz «Akva», 2008, 35 s.
6. Smetanin, V.I. Vosstanovlenie i ochildka vodny`x ob`ektov / V.I. Smetanin. -M.: Kolos, 2003. – 157s.
7. Burlibaev, M.Zh. Kompleksnaya ocenka kachestva poverxnostny`x vod po gidroximicheskim pokazatelyam / M.Zh. Burlibaev, Zh.N. Bajmanov, E.A. Tazhmagambeto.v – Almaty`: Gy`ly'm, 2007. – 96 s.
8. Novikov, V.M. Orositel'ny`e sistemy` s ispol'zovaniem stochny`x vod, norma proektirovaniya. / V.M.Novikov, N.A. Kovaleva, L.P. Ovczov, V.G. Dodolina, A.I. Musaev i dr. -M.: Minvodhoz SSSR, 1986. – 85 s.
9. Mirimanyan, X.P. Pochvovedenie / X.P. Mirimanyan. – M.: Kolos, 1965, – 344s.
10. Plyusnin, I.I. Meliorativnoe pochvovedenie / I.I. Plyusnin, A.I. Golovanov. – M.: Kolos, 1983. – 318 s.
11. Larxer, V. E`kologiya rastenij / V. Larxer. -M.: Mir, 1978. – 378 s.
12. Musaev, A.I. E`kologo-meliorativny`e osnovy` pochvenno-biologicheskoy doochistki stochny`x vod v oroshaemom zemledelii: avtoref. dis. ... d-ra texn. nauk : 06.01.02 ; 25.00.36 /Musaev Altaj, – Taraz : [b. i.], 2010. – 50 s.
13. Majsuryan, V.N. Rastenievodstvo / V.N. Majsuryan, V.N. Stepanov i dr. -M.: «Kolos», -1965.- 472 s.
14. Golovanov, A.I. Prirodoobustrojstvo / A.I. Golovanov. – M.: Kolos, 2008. – S.27-35.
15. Andreeva, N.P. Primenenie kompleksny`x sorbentov dlya ochildki stochny`x vod ot krupnomolekulyarny`x organicheskix soedinenij i ionov tyazhely`x metallov : avtoref. dis. kand. texn. nauk 03.00.16. / Andreeva Natal'ya Petrovna; -Moskva, – 2006. – 24 s.
16. Ibatullin S. R., Balgabaev N. N., et al. Water resources of Kazakhstan: Assessment. Forecast. Management, volume X Irrigated agriculture of Kazakhstan: State and prospects. Printing house of "Arko" LLP, Karaganda, 2012. 363s.

N. N. Khozhanov, D. M. Nurabaev, K. I. Tursynbayev

Taraz Regional University named after M. H. Dulati, Kazakhstan
khozhanov55@mail.ru

PROBLEMS OF WATER USE AND RELATIONSHIP WITH ECOSYSTEM SERVICES

Currently, there is great interest in water treatment services that can be provided through the reconstruction or creation of desalination plants at the border of each irrigation area. The relevance of this study is the development of promising technologies and technical means for treatment of drainage and waste waters from irrigation and drainage systems. Studies on the reuse of drainage and waste waters were carried out at the training ground of Dulaty University in 2012–2018. The main purpose of the development is desalination of drainage and waste waters using biological methods aimed at obtaining the highest yields and a significant reduction of mineral fertilizers applied. The experiments revealed that repeated use of drainage and waste water for crop irrigation results in 3.5–4.5-fold increase in productivity of water intake and water supply. However, reduced doses of mineral fertilizers and improved technological operations compensate the total costs. It allows to provide the population with agricultural products and the processing industry – with raw materials. The results indicate that ecosystem services for water delivery to agricultural producers based on comprehensive reconstruction of irrigation systems considering technological solutions for desalination of drainage and waste water, will allow in a short time to develop more than 2.0 million hectares of land in the southern region of Kazakhstan and, thereby, increase productivity of the main crops by 20–25%. The study revealed that ameliorant application decreases initial salinity of drainage water from 5.5–6.7 to 3.5–4.2 g/l. Moreover, it also decreases toxic ions of sodium, chlorine and sulfates, which prevents intensification of soil salinization and alkalization.

Key words: ecosystem service, water quality, drainage and waste water, water delivery, productivity, technological operation.

Расчет динамики устойчивости моркови столовой через отборы исходного материала на инфекционном фоне по критерию χ^2

УДК 632.4.01/.08

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-48-2-51-55

Л. М. Соколова¹, Е. В. Романова², А. Н. Ховрин¹

¹Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства»,
²Российский университет дружбы народов, lsokolova74@mail.ru

Реальным ограничением в получении высокого урожая моркови столовой является поражение посевов болезнями. Так, в условиях 2018 г. в Российской Федерации поражение посевов грибами рода *Alternaria* отмечено более чем на 2 тыс. га. Важнейшим звеном в деле получения здорового урожая является создание устойчивых к поражению альтернариозом сортов и гибридов. Цель исследования: выявить динамику повышения или понижения устойчивости моркови столовой в условиях инфекционного и естественного фонов, при проведении последовательных отборов. Контролируемый провокационный фон создают следующим образом: Для инокуляции применяли 20-дневную чистую культуру возбудителя *Alternaria radicina*, размноженную на зерносмеси. После 3 недель субстрат извлекали из колб и полностью высушивали в течение 2-3 суток при комнатной температуре. При посеве семян — вносили зерновой субстрат в рядки. Для более жесткой оценки устойчивости проводили опрыскивание вегетирующих растений *Alternaria dauci*, для заражения использовали свежеприготовленную суспензию спор, которая готовится следующим образом: в чистую культуру гриба в чашку Петри с равномерно разросшимся мицелием добавляли дистиллированную автоклавированную воду, и шпателем Дригальского производили смыв конидий. Концентрация суспензии — 2×10^5 спор в мл. В результате четырех циклов отборов генотипов (растений) по устойчивости на разных этапах онтогенеза произошло повышение устойчивости по сорту Витаминная б: в 2011 г. балл поражения 2,8 — восприимчивый, после последовательных отборов, в условиях 2019 г. балл поражения составил 1,6 — слабовосприимчивый. Таким образом, проведение последовательных отборов в течении 2-3 поколений на искусственном инфекционном фоне позволило выделить селекционный материал моркови столовой с высокой устойчивостью к поражению альтернариозом.

Ключевые слова: *Alternaria*, инфекционный фон, морковь столовая, отбор, устойчивость.

Введение

Морковь столовая (*Daucus carota* L. var. *sativus* Hoffm.) принадлежит к семейству Сельдерейные и широко производится во многих странах мира. В Российской Федерации под морковь около 70000 га, из них 30000 га — в товарных хозяйствах [1].

На моркови столовой альтернариоз — самое распространенное и вредоносное заболевание. Высокие температурные показатели от 20°C и выше, а так же при умеренных осадках и высокой влажности более 50% альтернариоз очень стремительно развивается и приводит к потере урожая. При сильном развитии *Alternaria dauci* на листьях механизированная уборка практически невозможна. *Alternaria dauci* и *Alternaria radicina* поражает морковь на всех этапах развития, поэтому ключевое значение имеет своевременное выявление первых признаков заболевания, а также их точная диагностика [2]. Ежегодная потеря урожая моркови столовой из-за грибных заболеваний в мире может достигать 40% и более [3, 4]. Ситуация ухудшается также и с появлением резистентных изолятов различных патогенов, что значительно снижает эффективность регулярного использования фунгицидов [5]. В условиях 2018 г. в

Российской Федерации поражение посевов моркови столовой грибами рода *Alternaria* отмечено более чем на 2 тыс. га [6]. Максимальная распространенность была выявлена в Новгородской области и составила 69%. В Республике Чувашия болезнь имела очаговое распространение на 60% посевов [6].

Важнейшим звеном в производственной схеме получения здорового урожая моркови столовой является создание устойчивых к поражению альтернариозом сортов и гибридов. При селекции на устойчивость необходимо выделять местные агрессивные штаммы возбудителей болезни, создавать почвенные контролируемые искусственные инфекционные фоны, проводить комплексную оценки на устойчивость *in vitro* и в полевых испытаниях.

Цель исследования: выявить динамику изменения уровня повышения или понижения устойчивости моркови столовой в условиях инфекционного и естественного фонов при проведении последовательных отборов.

Материал и методы исследования

Исследуемым материалом были сортообразцы моркови столовой, чистая культура патогенов *Alternaria dauci* и *Alternaria radicina*.

Посев моркови на инфекционном фоне проводили вручную. Площадь одной делянки — 0,25 м², норма высева семян на делянке — 100 шт. в одной повторности. Контролями служат устойчивые и восприимчивые сортообразцы моркови столовой. На естественном фоне посев проводили ручной селекционной сеялкой. Площадь одной делянки составляет 7 м², норма высева из расчета 1,0 млн шт./га. Уход за растениями заключался в междурядных рыхлениях, прополках, поливах.

Учет признаков поражения листовой пластины *Alternaria dauci* на инфекционном и естественном фонах проводили, когда растения первого года жизни были в фазе 4 настоящих листа (июнь), последующие оценки проводили с интервалом в семь суток.

Метод создания инфекционного фона. Для инокуляции применяли 20-дневную чистую культуру возбудителя *Alternaria radicina*, которая была выращена на питательной среде Чапека, в термостате, при температуре 25°C. Овсяную зерновую питательную среду для размножения инфекционного материала готовили за 1 месяц до высева семян: зерно овса насыпали в колбы, заливали водой в соотношении 1:1, стерилизовали в автоклаве под давлением 1 атм. в течение 1 ч. Затем зерновой субстрат засеяли чистой культурой гриба с использованием стандартных микробиологических методов. Колбы выдерживали 21 сутки при температуре 20+25°C, в термостате, на протяжении этого времени с периодичностью в 2 суток встряхивали для равномерного распределения инфекции. По истечению времени субстрат извлекали из колб и полностью просушивали при комнатной температуре в течение 3 суток [7].

Вносили субстрат на инфекционный фон непосредственно в день посева. В подготовленные рядки на глубину 5 см 30–40 г субстрата равномерно распределяли на всю длину рядка (1,5 м), после чего присыпали землей и далее проводили посев семян моркови столовой с окончательной заделкой семян почвой [8].

Для точной фитопатологической оценки высевали восприимчивые и устойчивые контроли, которые располагались по участку рандомизированно. Оценка устойчивости образцов проводили согласно методике В. И. Леунова и др. (2011).

При уборке урожая проводили оценку поражения корнеплодов *Alternaria radicina*, при этом учитывали развитие болезней на каждом корнеплоде в образце и рассчитывали балл поражения (табл. 1).

Метод приготовления суспензии спор *Alternaria dauci* для опрыскивания растений моркови столовой в период вегетации. В чистую культуру гриба в чашки Петри с хорошо разросшимся мицелием добавляли дистиллированную автоклавированную воду (25 мл), и шпателем Дригальского производили смыв конидий. Полученную суспензию процеживали через четыре слоя марли в колбу и встряхивали в течении 10 мин. Затем подсчитывали концентрацию полученной су-

Табл. 1. Оценка устойчивости корнеплодом моркови столовой к *Alternaria radicina* в период уборки (Леунов и др., 2011)

Развитие болезней, %	Устойчивость, балл	Степень устойчивости
<20	5	Практически устойчивые
21–40	4	Слабовосприимчивые
41–60	3	Средневосприимчивые
61–80	2	Восприимчивые
81–100	1	Сильновосприимчивые

спензии с помощью камеры Горяева. Концентрация суспензии составляла 2х10⁵ спор в мл для *Alternaria dauci* [9]. Для заражения использовали свежеприготовленную суспензию спор.

Заражение растений производили на искусственном инфекционном фоне. Непосредственно перед началом работ провели обильный полив растений, чтобы в процессе заражения была повышенная влажность почвы и воздуха, необходимые для успешного развития инфекции. Затем ручным пульверизатором провели опрыскивание суспензией спор. Обработанные образцы плотно накрыли пленкой на заранее подготовленные каркасы по всему периметру искусственного инфекционного фона (рис. 1) для лучшего развития болезни (заражение происходило при влажности 85%, температуре 20 - 25°C). Выдерживали образцы в таком состоянии на протяжении 15 суток. Оценка устойчивости проводили на 16-ые сутки от момента заражения.

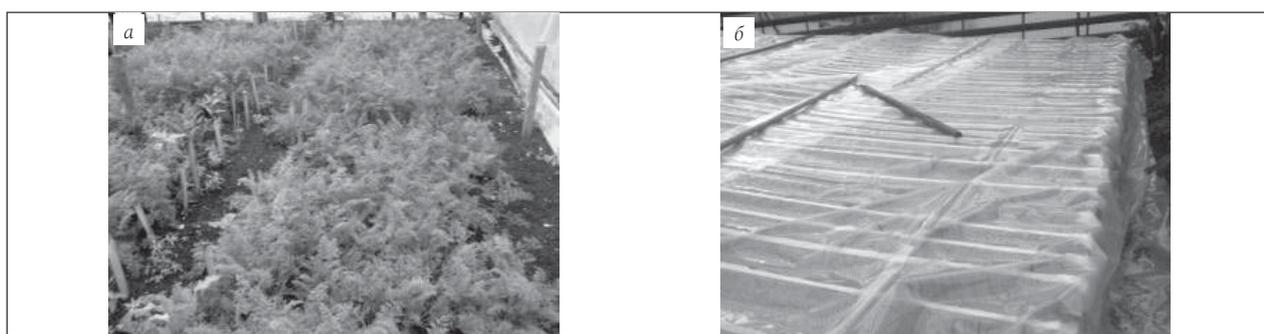
При уборке урожая проводили оценку поражения листовой пластины *Alternaria dauci*. Учитывали степень поражения листовых пластинок каждого растения в образце, и рассчитывали балл устойчивости (табл. 2).

Результаты исследования и их обсуждение

Морковь столовая, как и многие овощные культуры, обладает полигенным типом устойчивости, этот показатель определяется наличием у растений комплекса свойств (опушенность, окраска, форма, длина листовой пластины), снижающих скорость инфекции и ослабляющих агрессивность патогенов.

В наших исследованиях мы использовали периодическую разновидность рекуррентного отбора. Суть отбора заключается в цикличности проведения повторных рекомбинаций и последующей оценке гибридов. В результате за 6–8 лет устойчивость повышается.

Фитосанитарный анализ толерантности к *Alternaria radicina* (корневая) и *Alternaria dauci* (листовая) производили на контролируемом провокационном инфекционном фоне, а так же в неконтролируемых естественных селекционных посевах. В результате иммунологической оценки степени поражения этими видами возбудителей альтернариоза, сортопопуляции моркови столовой были разделены на следующие группы (табл. 3).



Инфекционный фон: *а* — посеы моркови столовой до опрыскивания суспензией спор патогенов; *б* — укрытие растений пленкой после опрыскивания суспензией спор патогенов

Табл. 2. Оценка степени устойчивости сортообразцов моркови к листовым инфекциям в период уборки урожая (по Леунуву и др., 2011)

Балл поражения	Степень устойчивости
0–0,8	Практически устойчивые
0,9–1,5	Слабовосприимчивые
1,6–2,4	Средневосприимчивые
2,5–3,2	Восприимчивые
3,3–4,0	Сильновосприимчивые

Слабовосприимчивые: Суражевская, Лосиноостровская – 13, Леандр, НИИОХ 336, Московская зимняя А 515, Витаминная 6, Королева осени, Шантэнэ роял, Ньюанс.

Средневосприимчивые: Тайфун 7, Тайфун 2.

Восприимчивые: Несравненная, Бирючукская, Тайфун 23, Тайфун 16.

После проведенной оценки здоровые корнеплоды закладывали на хранение для последующего размножения и отборов.

В период вегетации растений второго года жизни проводили, повторную оценку устойчивости к *Alternaria dauci*, на естественном фоне больные растения удаляли. В результате получали здоровое семенное потомство.

С каждым последующим отбором увеличивалось число толерантных растений в сортопопуляциях, и снижался балл поражения.

Так, в исходной популяции моркови столовой сорта Витаминная 6 в 2011 году балл поражения на инфекционном фоне *Alternaria* составил 2,8, что характеризуется как восприимчивый (табл. 4), на естественном фоне — средневосприимчивый с баллом поражения 2.

В результате четырех циклов отборов по устойчивости на разных этапах онтогенеза произошло повышение устойчивости — в 2019 г. сорт Витаминная 6 перешел в группу слабовосприимчивых.

Отборы являются традиционными и эффективными методами, но они достаточно трудоемки для выявления устойчивых генотипов. Это связано с тем, что требуется большое количество времени, и данная работа зависит от агроклиматических условий. Анализ

устойчивости - восприимчивости к патогенам целесообразно проводить комплексно.

При однократном отборе в условиях 2013 г. устойчивость генотипов незначительно возросла. Это подтверждает критерий соответствия, так как $\chi^2_{\text{факт}} < \chi^2_{\text{табл}}$. В нашем варианте $7,56 < 9,49$, соответственно [10].

В результате последовательных отборов устойчивость сорта Витаминная 6 на инфекционном фоне *Alternaria* возросла после третьего отбора в 2015 г., повышалась в последующие годы, 2017 и 2019 гг., что также подтверждается критерием соответствия ($\chi^2_{\text{факт}} > \chi^2_{\text{табл}}$)

Табл. 3 Оценка поражения сортового материала моркови столовой альтернариозом в условиях искусственного и естественного фона по листовой пластине (средний балл, 2011–2019 гг.)

Наименование сортов	Степень поражения на фонах, балл		
	Искусственный инфекционный фон		Естественный инфекционный
	<i>Alternaria radicina</i>	<i>Alternaria dauci</i>	
Суражевская	1,1	1,3	1,3
Витаминная-6	1,2	1,6	1,1
Лосиноостровская 13	1,6	1,5	1,3
Несравненная №4	1,9	2,5	1,2
Бирючукская № 1	2,0	2,8	1,8
Тайфун-7	1,6	2,2	1,1
НИИОХ 336	1,4	1,9	0,9
Тайфун 23	2,1	2,5	2,5
Тайфун 16	2,0	2,5	2,1
Тайфун 2	1,9	2,4	2,2
Леандр	1,1	1,6	1,1
Московская зимняя А 515	1,1	1,5	1,4
Королева осени	1,3	1,6	1,2
Шантэнэ роял	1,4	1,6	1,0
Ньюанс	1,3	1,6	1,0
Маэстро – St, устойчивый	1,1	0,8	0,8
Red cored – St, средневосприимчивый	1,4	1,8	2,2
Найджел – St, восприимчивый	2,0	2,5	2,6
НСР 0,05	0,2	0,2	0,2

Табл. 4. Изменение степени поражения растений моркови столовой сортопопуляции Витаминная 6 после проведения последовательных отборов на устойчивость к альтернариозу (естественный и инфекционный фон), балл

Фон для проведения оценки	2011 г.	2013 г.	2015 г.	2017 г.	2019 г.
Искусственный фон, <i>Alternaria</i> sp.	2,8	2,5	2,0	1,5	1,6
Естественный инфекционный фон	2,0	1,9	1,5	1,3	1,1

Табл. 5. Оценка соответствия эффективности последовательного отбора по естественному фону на рост устойчивых генотипов моркови столовой на сорте Витаминная 6 на естественном фоне 2011–2019 гг. (критерий χ^2)

Показатель	Количество устойчивых генотипов с баллом поражения (шт.)					$\chi^2_{\text{факт}}$	$\chi^2_{\text{табл}}$	Существенность различий
	0–0,8	0,9–1,6	1,7–2,4	2,5–3,2	3,3–4			
2011 исходный год								
Наблюдаемые частоты	7	9	10	13	5	44		$\chi^2_{\text{факт}} < \chi^2_{\text{табл}}$
Соотношение	0	0	0	0	0	0	9,49	
2013 г.								
Ожидаемая устойчивость	7	9	10	13	5	44		$\chi^2_{\text{факт}} > \chi^2_{\text{табл}}$
Наблюдаемая устойчивость	10	15	8	5	0	38		
Соотношение	2,58	6,72	0,04	3,45	4,31	17,12	9,49	
2015 г.								
Ожидаемая устойчивость	7	9	10	13	5	44		$\chi^2_{\text{факт}} > \chi^2_{\text{табл}}$
Наблюдаемая устойчивость	16	14	10	5	1	46		
Соотношение	10,30	2,24	0,02	5,43	3,41	21,40	9,49	
2017 г.								
Ожидаемая устойчивость	7	9	10	13	5	44		$\chi^2_{\text{факт}} > \chi^2_{\text{табл}}$
Наблюдаемая устойчивость	14	12	10	7	0	43		
Соотношение	7,49	1,16	0,00	2,56	4,88	16,11	9,49	
2019 г.								
Ожидаемая устойчивость	7	9	10	13	5	44		$\chi^2_{\text{факт}} > \chi^2_{\text{табл}}$
Наблюдаемая устойчивость	21	15	1	3	0	40		
Соотношение	33,66	5,68	7,20	6,58	4,54	57,67	9,49	

На естественном фоне (табл. 5) в 2013, 2015, 2017, 2019 гг., после последовательных отборов, устойчивость сортопопуляции к альтернариозу также возрастала из года в год, это подтверждает распределение растений по группам устойчивости и критерий соответствия ($\chi^2_{\text{факт}} > \chi^2_{\text{табл}}$).

Выводы

Таким образом, на сорте Витаминная 6, проведена оценка эффективности предложенной схемы сортоулучшающей селекции и показано, как возрастает устойчивость по всем цифровым показателям [10].

В результате четырех циклов отборов генотипов (растений) по устойчивости на разных этапах онтогенеза в условиях Московской области произошло

повышение устойчивости по сорту Витаминная 6: в 2011 г. балл поражения 2,8 — восприимчивый, после последовательных отборов, в условиях 2019 г. балл поражения составил 1,6 — слабовосприимчивый. Также проведены отборы на восьми сортопопуляциях моркови столовой селекции ВНИИО - филиал ФГБНУ ФНЦО. Получен селекционный материал с баллом поражения от 0,9 до 1,5 — слабовосприимчивые по инфекционному фону *Alternaria radicina* и *Alternaria dauci*. Таким образом, проведение отборов в течение 2-4 поколений на искусственном инфекционном фоне позволило выделить ценный селекционный материал моркови столовой с высокой толерантностью к поражению альтернариозом.

Литература

1. Леунов, В.И. Направления в селекции и семеноводстве овощных корнеплодных культур/В.И. Леунов // Картофель и овощи. – 2017. – № 10 – С.6-9.
2. Алексеева, К.Л., Иванова М.И. Болезни зеленных овощных культур (диагностика, профилактика, защита)/ К.Л. Алексеева, М.И.Иванова. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 188 с.
3. Hahn, M. The rising threat of fungicide resistance in plant pathogenic fungi: Botrytis as a case study/ M. Hahn // J. Chem. Biol. – 2014. – № 7. – P.133–141.
4. Drenth, A., Guest, D. I. Fungal and oomycete diseases of tropical tree fruit crops/ A. Drenth, D. I. Guest// Annu. Rev. Phytopathol. – 2016. – V.54. – P.373–395.

5. Nicot, P.C. Biological control and biopesticide suppression of Botrytis-incited diseases / Philippe C. Nicot, Alison Stewart, Marc Bardin, and Yigal Elad// Botrytis – the Fungus, the Pathogen and its Management in Agricultural Systems. – 2016. – P. 165–187 .
6. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в РФ в 2017 году и прогноз развития вредных объектов в 2018 году/Министерство сельского хозяйства РФ, ФГБНУ Российский сельскохозяйственный центр. – М., 2018. – С. 115.
7. Леунов, В.И. Методы ускоренной селекции моркови столовой на комплексную устойчивость к грибным болезням (Alternaria и Fusarium)/ В.И. Леунов и др.// Методические рекомендации. – М., 2011. – 61 с.
8. Соколова, Л.М. Выделение и агрессивность возбудителей болезней родов Fusarium и Alternaria на моркови столовой/ Л.М. Соколова// Картофель и овощи. – 2018. – № . – С. 21-24.
9. Леунов, В.И. Генетическая коллекция диких видов и гибридов моркови по устойчивости к грибам Alternaria sp. и Fusarium sp. / В.И. Леунов// Достижения науки и техники АПК. – 2018. – № 32(7). – С.26-30.
10. Соколова Л.М. Применение последовательных отборов при селекции моркови столовой на устойчивость к Fusarium sp. и Alternaria sp./ Л.М.Соколова и др.// Аграрная наука. – 2020. – №6. – С. 78-83.

References

1. Leunov, V.I. Napravleniya v selekcii i semenovodstve ovoshchnyh korneplodnyh kul'tur/V.I. Leunov // Kartofel' i ovoshchi. – 2017. – № 10 – S.6-9.
2. Alekseeva, K.L., Ivanova M.I. Bolezni zelenykh ovoshchnyh kul'tur (diagnostika, profilaktika, zashchita)/ K.L. Alekseeva, M.I.Ivanova. – М.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2015. – 188 s.
3. Hahn, M. The rising threat of fungicide resistance in plant pathogenic fungi: Botrytis as a case study/ M. Hahn // J. Chem. Biol. – 2014. – № 7. – P.133–141.
4. Drenth, A., Guest, D. I. Fungal and oomycete diseases of tropical tree fruit crops/ A. Drenth, D. I. Guest// Annu. Rev. Phytopathol. – 2016.- V.54. – P.373–395.
5. Nicot, P.C. Biological control and biopesticide suppression of Botrytis-incited diseases / Philippe C. Nicot, Alison Stewart, Marc Bardin, and Yigal Elad// Botrytis – the Fungus, the Pathogen and its Management in Agricultural Systems. – 2016. – P. 165–187 .
6. Obzor fitosanitarnogo sostoyaniya posevov sel'skohozyajstvennykh kul'tur v RF v 2017 godu i prognoz razvitiya vrednykh ob'ektov v 2018 godu/Ministerstvo sel'skogo hozyajstva RF, FGBNU Rossijskij sel'skohozyajstvennyj centr. – М., 2018. – S. 115.
7. Leunov, V.I. Metody uskorennoj selekcii morkovi stolovoj na kompleksnyu ustojchivost' k gribnym boleznyam (Alternaria i Fusarium)/ V.I. Leunov i dr.// Metodicheskie rekomendacii.- М., 2011. – 61 с.
8. Sokolova, L.M. Vydelenie i agressivnost' vzbuditelej boleznej rodov Fusarium i Alternaria na morkovi stolovoj/ L.M. Sokolova// Kartofel' i ovoshchi. – 2018. – № . – S. 21-24.
9. Leunov, V.I. Geneticheskaya kollekcija dikih vidov i hibridov morkovi po ustojchivosti k gribam Alternaria sp. i Fusarium sp. / V.I. Leunov// Dostizheniya nauki i tekhniki APK.- 2018. – № 32(7). – S.26-30.
10. Sokolova L.M. Primenenie posledovatel'nyh otborov pri selekcii morkovi stolovoj na ustojchivost' k Fusarium sp. i Alternaria sp./ L.M.Sokolova i dr.// Agrarnaya nauka. – 2020. – №6. – S. 78-83.

L. M. Sokolova¹, E. V. Romanova², A. N. Khovrin¹

¹ All-Russian Research Institute of Vegetable – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Vegetable Center»,

² Peoples' Friendship University of Russia

CALCULATION OF THE DYNAMICS OF THE STABILITY OF TABLE CARROTS THROUGH THE SELECTION OF THE SOURCE MATERIAL ON AN INFECTIOUS BACKGROUND ACCORDING TO THE CRITERION χ^2

The real limitation in obtaining a high yield of table carrots is the defeat of crops by diseases. Thus, in 2018, in the Russian Federation, the defeat of crops by fungi of the genus Alternaria was noted for more than 2 thousand hectares. The most important link in obtaining a healthy crop is the creation of varieties and hybrids resistant to alternariosis. The purpose of the study: to identify the dynamics of increasing or decreasing resistance of table carrots in the conditions of infectious and natural backgrounds, during successive selections. Method for creating an infectious background. For inoculation, a 14-day pure culture of the pathogen Alternaria radicina, propagated on grain mixtures, was used. After 3 weeks, the substrate was removed from the flasks and dried until completely dry at room temperature for 2–3 days. When seeds were sown, they were placed in rows. Method for preparing a suspension of spores for spraying vegetative plants Alternaria dauci. Distilled autoclaved water was poured into a pure mushroom culture (Petri dish) with a well-grown mycelium, and conidia was washed off with a Drigalsky spatula. The suspension concentration was 2x10⁵ spores per ml. A freshly prepared suspension of spores was used for infection. As a result of four cycles of selection of genotypes (plants) for resistance at different stages of ontogenesis, there was an increase in resistance for the Vitamin 6 variety: in 2011, the lesion score was 2,8 – susceptible, after successive selections, in 2019, the lesion score was 1,6 – weakly susceptible. Thus, conducting consecutive selections for 2–3 generations on an artificial infectious background made it possible to identify the breeding material of table carrots with high resistance to alternariosis.

Key words: Alternaria, infectious background, carrot canteen, selections, resistance.

Домашний северный олень на Чукотке: современное состояние генофонда

УДК 636.294:591.471

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-48-2-56-64

Г. Я. Брызгалов, Л. С. Игнатович

Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,
agrarian@maglan.ru

Поголовье оленей в Чукотском АО постоянно сокращается и это требует внимания к состоянию генофонда. Работа проводилась на базе сельхозпредприятий по разведению северных оленей в 2018–2020 гг. Цель исследования — изучение генофонда популяций домашнего северного оленя в Чукотском АО. В статье дана характеристика поголовья оленей по районам разведения, пастбищных территорий, хозяйственных показателей оленеводства, средней живой массы половозрастных групп. Генетические параметры оленей изучали по микросателлитам ДНК. Приводятся данные о частоте встречаемости ISSR-маркеров по выявленным локусам микросателлитов, о генетическом разнообразии популяций чукотской породы. Среднее число аллелей на локус составило 8,75 при изменчивости 7,71–10,45, действующих эффективных аллелей соответственно — 7,54 и 6,41–9,1. Поскольку отдельные фрагменты ДНК присутствовали у оленей всех популяций, можно предположить, что для чукотской породы спектр из 5 ампликонов длиной 180–210 п.о., 240–330 п.о., 350–430 п.о., 440–520 п.о. и 520–570 п.о. является специфичным и обеспечивает адаптивность к условиям ареала. Наиболее информативно 60,0–88,9% локусов с частотой 5% и более. Изменчивость ISSR-маркеров в популяциях свидетельствует о значительном сходстве между ними по большинству аллельных частот, что подтверждает общность происхождения, хозяйственного и племенного использования оленей чукотской породы. Популяции отличаются достаточно высокой степенью гетерогенности. Уровень гетерозиготности межмикросателлитной ДНК в среднем составил 0,865, что свидетельствует о генетическом разнообразии выявленных локусов генома оленей. Высокий уровень гетерозиготности дает преимущество животным по адаптивным признакам и обеспечивает устойчивость популяций. На структуру популяций значительное влияние оказывает обмен аллелофондом между стадами, хозяйствами и районами разведения. Полученная информация подтверждает актуальность генетического мониторинга популяций оленей в Чукотском АО.

Ключевые слова: Чукотский АО, пастбищный район, северный олень, популяция, генофонд, состояние.

Введение

Территория Чукотского автономного округа занимает 738 000 кв. км, простирается на 1400 км с запада на восток (169°02' в.д.; 157° з.д.) и 900 км с севера на юг (71°30'; 62° с.ш.). Высокие широты, наличие обширных горных районов, соседство холодных вод Северного Ледовитого и Тихого океанов оказывают определяющее влияние на климат этой самой удаленной территории России. Чукотка лежит в арктическом и субарктическом климатических поясах земли [1].

Географическое положение, ландшафтно-климатические условия обусловили формирование и развитие на Чукотке домашнего оленеводства [2]. В настоящее время разведением оленей занимается 14 муниципальных сельхозпредприятий, крестьянско-фермерские и личные подсобные хозяйства населения. На начало 2020 г. в них содержалось 132 454 оленя, из них 65033 матки (49,1%) [3].

Несмотря на принимаемые меры, поголовье оленей в регионе сокращается. Так, если в 2010 году в Чукотском АО выпасалось 195,4 тыс. голов, то в 2018 — 154,9 тыс.; в 2019 — 141,9 тыс., а на начало 2020 г. только 132454. Уменьшение численности оленей требует особого внимания к состоянию генофонда, который к настоящему времени исследован неполно.

Цель работы являлась изучение современного состояния генофонда сельскохозяйственных популяций северного оленя в Чукотском АО.

Материал и методы исследования

Научно-исследовательская работа выполнялась в 2018–2020 гг. на базе сельхозпредприятий по разведению северных оленей в Чукотском автономном округе. Изучение генетической структуры чукотской породы проводилось по выборкам из 8 популяций племенных предприятий — СХП «Пионер» (PNR), «Островное» (OST), «Ваежский» (VAE), «Чаунское» (CHN), «Канчаланский» (KAN), «Амгуэма» (AMG), «Хатырский» (HTR), «Возрождение» (VZR) с общим поголовьем животных по состоянию на 1.01.2020 г. 95148 особей.

Материалом для генетических исследований служили образцы ткани (ушной выщип) оленей разных половозрастных групп. Пробы отбирали случайным методом, от клинически здоровых животных во время коральных работ и реализации оленей на мясо. Образцы консервировали холодом и этиловым спиртом. В молекулярно-генетических исследованиях использовано 1002 пробы ткани оленей.

Анализ полиморфизма фрагментов ДНК выполнены в лаборатории ДНК-технологий ВНИИплем (зав. лабораторией д.б.н. Л.А. Калашникова). Индивиду-

дуальное генотипирование животных осуществляли с использованием ISSR-PCR-метода по праймеру (AG)₉C. Анализ ДНК и постановку ПЦР проводили согласно «Методическим рекомендациям...» [4, 5].

Статистическая обработка данных выполнена по Вейр Б. (1995) и Животовскому Л.А (1983) [6, 7]. По данным популяционных генных частот рассчитали среднее число аллелей на locus микросателлитов, число действующих эффективных аллелей, теоретическую гетерозиготность. Для числового выражения степени генетических различий между популяциями использовали показатели генетического сходства и генетического расстояния [8–10].

Производственные показатели и живую массу оленей изучали по данным зоотехнического учета сельхозпредприятий.

Результаты исследования и их обсуждение

Площадь оленьих пастбищ в Чукотском АО составляет 42597 тыс. га, проектная оленеёмкость превышает 410 тыс. голов, что представляет значительный потенциал для развития отрасли, где заняты в основном коренные малочисленные народы Севера [11]. На территории Чукотского АО выделяют 7 пастбищных районов оленеводства [12].

Чукотский пастбищный район занимает территорию Чукотского полуострова от залива Креста и устья Амгуэмы на западе до мыса Дежнева на востоке. Общая площадь района более 9 млн., пастбищная — около 6 млн. га. Климатический пояс арктический морской. Среднегодовая температура $-8,2...-4,9^{\circ}\text{C}$, минимальная $-15,9...-27,1^{\circ}\text{C}$ (I-II), максимальная $+3,6...+7,5^{\circ}\text{C}$ (VII), годовое количество осадков 386–530 мм. Горный рельеф и суровые климатические условия определяют относительную бедность растительного покрова. Здесь преобладают горные тундры (56%), наибольшее значение имеют кочкарные осоково-пушицевые тундры, которые занимают 32% территории. Незначительными участками встречаются кустарниковые заросли (5%), луга (2%), болота (6%). На пастбищах этого массива мало лишайников, основным зимним кормом для оленей служит высохшая на корню прошлогодняя трава и подснежная зелень. В этой зоне расположены угодья СХП «Возрождение», «Амгуэма», «Заполярье» и «Корат».

Чаун-Амгуэмский пастбищный район занимает свыше 14 млн. га. С юга он ограничен Чукотским хребтом, Анадырским плоскогорьем и Северным Анюйским хребтом. С севера его омывают воды Чукотского и Восточно-Сибирского морей. Сюда же относится и остров Айон. Климатический пояс арктический морской. Среднегодовая температура $-10,4...-12,1^{\circ}\text{C}$, минимальная $-27,1^{\circ}\text{C}$ (I-II), максимальная $+3,6...+7,5^{\circ}\text{C}$ (VII), годовое количество осадков 136–254 мм. Паст-

бищная площадь составляет 10 млн.га. Растительный покров беден. Преобладают горные тундры — 48,1% всей территории. Наиболее ценны осоково-пушицевые кочкарные тундры (4,9 млн. га). В западной части вокруг Чаунской губы и предгорьях северного Анюйского хребта используют под выпас луга и кустарниковые заросли по долинам рек и южным склонам гор. На болотах (>13% площади) оленей выпасают летом и осенью. Лишайниковых кормов немного: на горных пастбищах не более 5–6%, а на субарктических кочкарных — 3–4% при высоте ягеля 1–2 см. Для летнего выпаса используются обширные приморские пастбища, а на зимовку стада отгоняют вглубь территории. В этой зоне находятся самые крупные на Чукотке оленеводческие СХП «Чаунское» и «Пионер».

Анадырский приморский пастбищный район (6 млн. га) расположен на побережье Анадырского залива и Берингова моря — от Чукотского хребта до залива Креста на севере, и до мыса Олюторского и отрогов Корякского хребта на юге.

С востока его омывают воды Берингова моря, а на западе он ограничен рядом цепей и кряжей (Ушканьи горы, Золотой хребет и др.). Климатический пояс субарктический умеренно-континентальный и морской. Среднегодовая температура $-7,7...-4,9^{\circ}\text{C}$, минимальная $-15,9...-22,7^{\circ}\text{C}$ (I-II), максимальная $+7,6...+10,4^{\circ}\text{C}$ (VII), годовое количество осадков — 312–494 мм. Пастбища (4 млн. га) представлены в основном осоково-пушицевыми кочкарными, кочкарно-осоковыми моховыми, кочкарно-осоково-пушицевыми лишайниковыми и кочкарно-бороздчатыми тундрами. Горные районы служат для выпаса оленей во вторую половину зимы, когда на равнинах и в долинах корма становятся недоступными. Для летнего выпаса в большей мере используют приморские участки. Здесь расположены СХП «Канчаланский» и «Хатырский».

Анадырский глубинный пастбищный район (15 млн. га) расположен западнее приморского и ограничен с севера Чукотским хребтом и Анадырским плоскогорьем, с запада - цепями гор: Алганский, Чинейней, Поньян. Климатический пояс субарктический континентальный. Среднегодовая температура $-9...-12^{\circ}\text{C}$, минимальная $-28,4...-34,2^{\circ}\text{C}$ (I), максимальная $+13,4^{\circ}\text{C}$ (VII), годовое количество осадков 334–340 мм. Пастбищная площадь — 9 млн. га. Для выпаса стад используют в основном кочкарные осоково-пушицевые тундры (35,8% площади района), кустарниковые заросли кедрового и ольхового стланика, образующие большие массивы в поймах рек и на пологих склонах гор. В этой зоне находятся угодья СХП Имени I Ревкома Чукотки.

Марковский пастбищный район (9,5 млн. га) охватывает территорию водосбора реки Анадырь в верхнем и среднем течении. На западе к массиву подходит Колымский хребет, с юга — Чуванская горная цепь. Климатический пояс субарктический континенталь-

ный. Среднегодовая температура $-9,2^{\circ}\text{C}$, минимальная $-28,0^{\circ}\text{C}$ (I), максимальная $+13,4^{\circ}\text{C}$ (VII), годовое количество осадков — 334 мм. Пастбищная площадь - 8 млн. га. Для зимнего выпаса удобны крупнокустарниковые тундры со значительными запасами ягельных кормов (29,6%). В долинах рек Анадырь, Майна, Ваеги, Яблон, Еропол и др. встречаются разнообразные участки лиственных редколесий. До середины зимы, когда снег ещё не очень глубокий, используют кедровниково-лишайниковые и осоково-пушищевые редколесья, где имеются запасы ягелей и подснежной зелени. Горные тундры богаты кормовыми лишайниками (40–45 ц/га). Летние пастбища расположены по верховьям рек с зарослями прирусловых ивняков. Здесь находятся выпаса СХП «Марковский» и «Ваежский».

Северо-Анхойский пастбищный район (6,1 млн. га) расположен севернее Южного Анхойского хребта, с востока его ограничивает юго-восточная оконечность Северного Анхойского хребта и Раучуанская долина, с севера — Восточно-Сибирское море, с запада - водораздел Погындена и Колымы. Климатический пояс арктический континентальный.

Среднегодовая температура -12°C , минимальная $-36,4^{\circ}\text{C}$ (I), максимальная $+13,3^{\circ}\text{C}$ (VII), годовое количество осадков 182 мм. Пастбищная площадь — 4,7 млн. га. Прибрежная полоса используется для летнего выпаса. Основные угодья зимнего сезона - лиственные редкостойные леса (19% площади). Горные пастбища расположены по склонам Северного Анхойского хребта и занимают 28,4% территории района. Кочкарные тундры — ивняково-осоково-пушищевые (12,6%) и осоково-пушищево-моховые (7,6%) — наиболее при-

годны для переходных сезонов. В этой зоне находятся пастбища СХП «Озерное» и «Островное».

Омолонский пастбищный район (21,4 млн. га) охватывает бассейны рек Большого Анхой и Омолона. Территория изрезана хребтами и горными цепями, с востока граничит с Колымским хребтом, от которого на запад тянутся Ушурукчанская и Олойская горные цепи. На севере проходит Южный Анхойский хребет, а с юга - Конгинская горная цепь. Под выпас пригодна большая часть территории. Климатический пояс субарктический континентальный. Среднегодовая температура -11°C , минимальная $-30,8^{\circ}\text{C}$ (I), максимальная $13,8^{\circ}\text{C}$ (VII), годовое количество осадков 210 мм. Весь массив находится в лесной зоне. Основные пастбищные угодья зимнего сезона — редкостойные лиственные леса с лишайниками (17,9%) и кустарничково-моховые редколесья (10,7%).

На лето стада выводят в верховья рек и на горные плато, местами — на выровненные водоразделы. Здесь простираются обширные угодья СХП «Олой».

Основная масса оленей выпасается в трех административных районах Чукотского АО — Иультинском, Анадырском и Чаунском — 102850 голов. Наиболее крупное поголовье сосредоточено в Иультинском районе, сельхозпредприятия которого — «Пионер», «Амгуэма» и «Возрождение» содержат 43565 голов (табл. 1).

Во втором по численности оленей — Анадырском районе насчитывается 34892 головы. Разведением оленей здесь занимается пять муниципальных хозяйств — «Канчаланский», «Имени I Ревкома Чукотки», «Хатырский», «Марковский», «Ваежский», и два КФХ. В Чаунском районе расположено СХП с одноименным названием, в котором содержится 24393 особи. На

Табл. 1. Производственные показатели оленеводческих хозяйств Чукотки

Сельхозпредприятие	Поголовье оленей на 01.01.20.	В том числе маток		Реализовано на мясо в живом весе		Сохранность взрослого поголовья оленей, %	Деловой выход телят в расчете на 100 маток
		голов	%	голов	ц		
Канчаланский*	14969	7934	53,0	1152	817,24	84,2	63,3
Им. I Ревкома	10022	4931	49,2	856	554,66	81,1	60,6
Хатырский***	5017	2612	52,1	1062	624,62	75,0	59,1
Марковский	2754	1506	54,7	161	122,83	81,9	43,4
Ваежский*	1890	1174	62,1	176	128,08	32,6	15,0
Озерное	6270	3060	48,8	359	284,85	93,2	66,6
Олой	5406	2891	53,0	604	489,00	84,0	58,0
Островное*	5314	2518	47,4	964	591,15	67,7	49,7
Пионер*	18081	8388	47,8	1185	1170,60	79,7	59,6
Амгуэма*	16608	7976	48,0	2099	1839,74	80,8	54,7
Возрождение**	8876	4864	54,8	853	851,34	67,5	34,4
Чаунское*	24393	10731	44,0	1756	1271,37	74,5	49,3
Заполярье	6982	3370	48,3	943	805,01	80,6	57,8
Корат	2347	1098	46,8	190	218,27	77,9	49,0
Хозяйства населения	3165						

Табл. 2. Средняя живая масса оленей по данным реализации на мясо, кг

Сельхозпредприятие (популяция)	Половозрастная группа оленей				
	Важенки	Телята	Бычки	Третьяки	Быки
Хатырский	112	62	92	118	149
Амгуэма	109	57	95	113	140
Возрождение	107	60	84	124	133
Ваежский	107	59	96	124	138
Кэпэр	110	54	90	103	135
Канчаланский	96	54	79	98	125
Пионер	94	52	84	97	114
Заполярье	94	66	82	98	128
Им. I Ревкома	90	50	75	95	120
Корат	90	50	75	95	120
Островное	90	50	75	95	120
Чаунское	89	44	66	96	120
Марковский	85	50	75	95	110

сегодня это самое крупное оленеводческое хозяйство на Чукотке. В Билибинском районе насчитывается 17110 голов основного стада, оленей разводят в трех муниципальных предприятиях – «Озерное», «Олой», «Островное» и в одном КФХ. В Чукотском районе, в СХП «Заполярье» выпасается 6982 особи, в Провиденском районе в СХП «Корат» — 2347 голов (см. табл. 1).

Племенное поголовье оленей чукотской породы сосредоточено в генофондном хозяйстве «Возрождение», племрепродукторе «Хатырский» и 6 филиалах по племенной работе в составе сельхозпредприятий, всего 53109 голов. Начиная с 2002 года, племенными предприятиями выращено и реализовано сельскохозяйственным товаропроизводителям округа более 35 тысяч животных высших бонитетов. Производственные показатели сельхозпредприятий по разведению северных оленей в Чукотском АО за 2019 год приведены в табл. 1. В указанный период в среднем по хозяйствам всех форм собственности сохранность взрослых животных составила 82,6%, деловой выход молодняка — 55,4%. Для сравнения, в советский период (1980-е гг.) данные показатели, отражающие состояние оленеводства в целом, равнялись соответственно 90% и 71%.

Главные причины низких показателей — экстремальные природные и климатические условия Арктики и Субарктики, мигрирующий дикий северный олень, хищные звери и птицы — волк, медведь, россомаха, лисица, песец, ворон. Названные факторы в совокупности наносят огромный ущерб домашнему оленеводству.

Практически полное прекращение мероприятий по регулированию численности хищников в 1990-х гг. привело к резкому росту их популяций на территории оленьих пастбищ, которые превратились в настоящее стихийное бедствие для домашнего оленеводства. Факторы экстремального беспокойства и разгона оленьих стад волками стали основными причинами, так называемых потерь «без вести» [13]. К примеру, в

2019 г. непродуцированный отход животных в целом по Чукотскому АО составил 48167 голов, из них застрелено хищниками 13880 оленей, потери без вести — 24857 голов.

Один из наиболее значимых хозяйственных и фенотипических признаков оленей — живая масса. В северном оленеводстве оценка по живой массе считается основной, поскольку она в значительной мере определяет мясную, пантовую, молочную и рабочую продуктивность особи [14]. Живая масса северных оленей имеет высокую вариабельность: индивидуальную, по стадам и популяциям, по сезонам года и в различные годы. Влияние фактора «хозяйство» (природные + хозяйственные условия) на живую массу половозрелых групп оленей составляет в среднем 28% [15]. Из табл. 2 видно, что живая масса оленей чукотской породы достаточно высокая и имеет значительную изменчивость по отдельным популяциям.

Так, в 6 оленеводческих хозяйствах — «Хатырский», «Амгуэма», «Возрождение», «Ваежский», «Канчаланский», «Кэпэр» средняя живая масса важенки и быка соответствует требованиям высших бонитетов для оленей чукотской породы — элита и I класса. Популяции со средней живой массой половозрелых групп оленей ниже минимальных требований I-го класса находятся преимущественно за полярным кругом, где экологические условия для разведения оленей менее благоприятные, чем в хозяйствах, ареал которых находится южнее.

Сравнительный анализ частот ISSR-маркеров выборочных совокупностей показывает, что популяционно-генетические параметры чукотской породы в целом являются типичными для северного оленя (*Rangifer tarandus* L.) [16,17,18].

Для изученного массива чукотской породы характерна полиморфность всех обнаруженных локусов микросателлитов, поскольку они представлены с разной частотой, меньшей 1 (табл. 3).

Табл. 3. Частота ISSR-маркеров в популяциях оленей чукотской породы

Номер локуса	Интервал размера фрагмента, п.н.	Популяция								Среднее
		Ваежская	Пионер	Чаунская	Возрождение	Амгуэма	Канчаланская	Хатырская	Островная	
	n	89	150	143	100	160	150	60	150	1002
1	180–210	0,033 ±0,013	0,008 ±0,005	0,140 ±0,005	0,147 ±0,025	0,118 ±0,018	0,167 ±0,022	0,141 ±0,032	0,095 ±0,017	0,106 ±0,0097
2	220–230	0,065 ±0,018	0,083 ±0,016	0,033 ±0,011	0,024 ±0,011	0,113 ±0,018	0,013 ±0,007	0,019 ±0,013	0,039 ±0,011	0,049 ±0,0068
3	240–330	0,150 ±0,027	0,131 ±0,019	0,213 ±0,024	0,142 ±0,025	0,150 ±0,020	0,175 ±0,022	0,166 ±0,034	0,183 ±0,022	0,164 ±0,0117
4	330–350	0,043 ±0,015	0,055 ±0,013	0,125 ±0,020	0,075 ±0,019	0,046 ±0,012	0,028 ±0,010	0,033 ±0,016	0,067 ±0,014	0,059 ±0,0074
5	350–430	0,129 ±0,025	0,131 ±0,019	0,203 ±0,024	0,150 ±0,025	0,144 ±0,020	0,174 ±0,022	0,166 ±0,034	0,183 ±0,022	0,160 ±0,0116
6	440–520	0,151 ±0,027	0,136 ±0,020	0,148 ±0,021	0,148 ±0,025	0,141 ±0,019	0,159 ±0,021	0,163 ±0,033	0,183 ±0,022	0,154 ±0,0114
7	520–570	0,121 ±0,024	0,136 ±0,020	0,103 ±0,018	0,141 ±0,025	0,141 ±0,019	0,158 ±0,021	0,149 ±0,033	0,175 ±0,022	0,141 ±0,0110
8	650–690	0,062 ±0,018	0,079 ±0,016	0,024 ±0,009	0,136 ±0,024	0,061 ±0,013	0,109 ±0,018	0,124 ±0,030	0,059 ±0,014	0,082 ±0,0087
9	700–770	0,097 ±0,022	0,131 ±0,019	0,000 ±0,000	0,036 ±0,013	0,085 ±0,016	0,015 ±0,007	0,039 ±0,018	0,011 ±0,006	0,052 ±0,0070
10	850–980	0,101 ±0,023	0,088 ±0,016	0,007 ±0,005	0,001 ±0,002	0,000 ±0,000	0,000 ±0,000	0,000 ±0,000	0,004 ±0,004	0,025 ±0,0049
11	1100–1300	0,052 ±0,017	0,020 ±0,008	0,004 ±0,004	0,000 ±0,000	0,000 ±0,000	0,000 ±0,000	0,000 ±0,000	0,001 ±0,002	0,010 ±0,0031

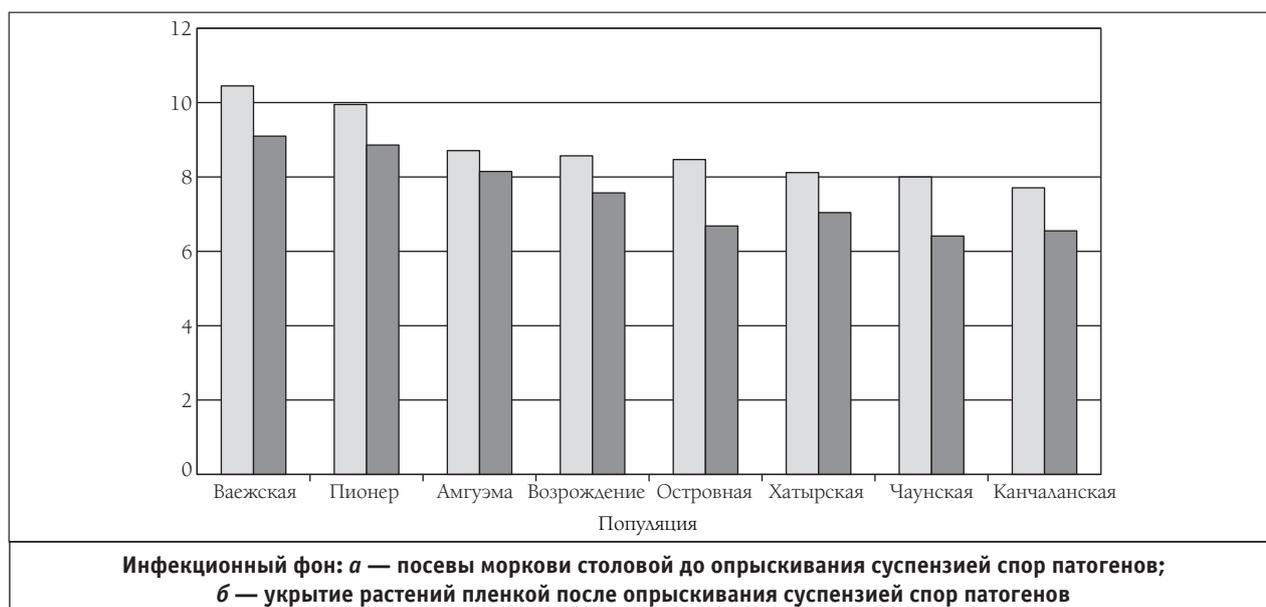
В связи с тем, что отдельные фрагменты ДНК встречаются у особей всех популяций наиболее часто (от 0,103 до 0,213), для оленей чукотской породы спектр из 5 ампликонов — №1(180–210), №3 (240–330 п.н.), №5 (350–430), №6 (440–520) и №7 (520–570) — можно считать типичным. Изменчивость ISSR-фрагментов ДНК по локусам микросателлитов в популяциях свидетельствует о сходстве между ними по большинству аллельных частот, что подтверждает общность происхождения, хозяйственного и племенного использования оленей чукотской породы.

На значительное генетическое разнообразие в популяциях оленей чукотской породы указывают данные табл. 4.

Среднее число аллелей на локус микросателлитов (N_a), отражающее внутривидовое разнообразие, в целом по чукотской породе оказалось равным 8,75. Наиболее высокие значения показателя обнаружены в выборках популяций Ваежская (10,45) и Пионер (9,95), статистически достоверно превосходящие Канчаланскую (7,71), Чаунскую (8,0), Хатырскую (8,12), Островную (8,47), Возрождение (8,57), Амгуэму (8,71).

Табл. 4. Показатели генетического разнообразия популяций оленей чукотской породы

Показатель	Популяция								Среднее
	Ваежская	Пионер	Чаунская	Возрождение	Амгуэма	Канчаланская	Хатырская	Островная	
Среднее число аллелей на локус	10,45 ± 0,253	9,95 ± 0,264	8,00 ± 0,334	8,57 ± 0,351	8,71 ± 0,127	7,71 ± 0,257	8,12 ± 0,345	8,47 ± 0,378	8,75 ± 0,296
Эффективных аллелей	9,10 ± 0,441	8,86 ± 0,355	6,41 ± 0,410	7,57 ± 0,429	8,15 ± 0,208	6,55 ± 0,327	7,04 ± 0,479	6,68 ± 0,439	7,54 ± 0,385
Доля редких аллелей	0,050 ± 0,016	0,095 ± 0,017	0,200 ± 0,024	0,143 ± 0,025	0,033 ± 0,010	0,143 ± 0,020	0,098 ± 0,027	0,230 ± 0,024	0,125 ± 0,021
Информативных локусов, %	81,8	81,8	60,0	70,0	88,9	66,7	66,7	63,6	72,5
Коэффициент гомозиготности	0,110 ± 0,023	0,113 ± 0,018	0,156 ± 0,021	0,132 ± 0,024	0,123 ± 0,018	0,153 ± 0,021	0,142 ± 0,032	0,150 ± 0,021	0,135 ± 0,022
Гетерозиготность ожидаемая	0,890 ± 0,023	0,887 ± 0,018	0,844 ± 0,021	0,868 ± 0,024	0,877 ± 0,018	0,847 ± 0,021	0,858 ± 0,032	0,850 ± 0,021	0,865 ± 0,022



Аналогичная закономерность отмечена и по числу действующих эффективных аллелей (N_e).

Уменьшение числа действующих эффективных аллелей сопровождается снижением генетического и фенотипического разнообразия и приводит к повышению однородности популяции. Так, в Чаунской популяции (о-в Айон) данный показатель (6,41) оказался существенно ниже в сравнении с другими популяциями. Что, очевидно, связано с островной локализацией этой группы оленей чукотской породы, меньшим числом мигрантов и интродукции новых генов (см. рисунок).

Показатели числа эффективных аллелей в популяциях Ваежская, Пионер и Амгуэма существенно выше — 9,25; 8,86 и 8,15 соответственно. Ареал этих популяций (в отличие от Чаунской популяции) расположен в материковой части Чукотки, они проводят обмен племенным материалом с другими оленеводческими хозяйствами.

Как известно, показатель гетерозиготности отражает мутационные процессы, различные типы отбора, дрейфа генов, неслучайных спариваний и другие факторы динамики популяций [19]. Уровень теоретической,

или ожидаемой гетерозиготности подтверждает высокую степень генетического разнообразия как в целом по чукотской породе ($H_e = 0,865$), так и в отдельных популяциях ($H_e = 0,844-0,890$).

Самая значительная величина показателя выявлена в популяциях Ваежская и Пионер — 0,890 и 0,887 соответственно. В этих же группах оленей наибольшее среднее и эффективное число аллелей на locus: 10,45 и 9,95; 9,10 и 8,86 соответственно. Высокий уровень гетерозиготности дает преимущество животным по адаптивным признакам и обеспечивает устойчивость популяций.

Определенное влияние на генетическую структуру популяций оказывает динамика племенного ремонтного поголовья оленей между стадами, хозяйствами и районами разведения, что находит отражение в показателях генетического сходства популяций (табл. 5).

С 2002 г.а в соответствии с планом селекционно-племенной работы в Чукотском АО купля-продажа племенных животных сельхозпредприятиями превысила 35 000 голов, т.е. ежегодный обмен оленями между хозяйствами составлял 2000 особей. На генетическую

Табл. 5. Генетическое сходство и генетическое расстояние между популяциями чукотской породы

Популяция	Ваежская	Пионер	Чаунская	Возрождение	Амгуэма	Канчаланская	Хатырская	Островная
Ваежская	0	0,020	0,179	0,156	0,099	0,168	0,138	0,115
Пионер	0,98	0	0,232	0,178	0,102	0,211	0,168	0,148
Чаунская	0,821	0,768	0	0,086	0,104	0,076	0,087	0,047
Возрождение	0,844	0,822	0,914	0	0,069	0,019	0,011	0,05
Амгуэма	0,901	0,898	0,896	0,931	0	0,075	0,061	0,059
Канчаланская	0,832	0,789	0,924	0,981	0,925	0	0,006	0,036
Хатырская	0,862	0,832	0,913	0,989	0,939	0,994	0	0,035
Островная	0,885	0,852	0,953	0,95	0,941	0,964	0,965	0

Примечание. Генетическое расстояние – над диагональю, индекс генетического сходства – под диагональю.

дифференциацию популяций домашнего северного оленя существенно воздействует естественный отбор, действие и направление которого зависит от комплекса средовых факторов и способа ведения оленеводства в различных хозяйствах. Каждая популяция, благодаря сформировавшемуся генофонду, адаптировалась к местным экологическим факторам и только в данных условиях особи показывают в среднем максимальную выносливость, жизнеспособность и продуктивность [20–23].

Популяции домашних северных оленей в Чукотском АО обычно не представляют собой заметно изолированных группировок, за исключением острова Айон. Основная репродуктивная и хозяйственная единица в оленеводстве – стадо, как правило, включает все половозрастные группы животных. Из-за нехватки пастухов поголовье оленей в одном стаде иногда доходит до 3000 и более, а вместе с приплодом нередко превышает 4000. Сельхозпредприятия имеют от 2 до 10 стад, общая численность животных в которых может достигать 20 тыс. и более. В результате обмена самцами и мигрантами, между стадами существует поток генов. Поголовье оленей также не является стабильным во времени. При реструктуризации хозяйств, происходит перемещение оленьих стад в пространство и перемешивание больших массивов животных.

Выводы

Основной ареал северных оленей чукотской породы охватывает арктические и субарктические

районы Чукотки. На начало 2020 года в Чукотском АО в хозяйствах всех форм собственности выпасалось 132 454 оленя.

Несмотря на принимаемые меры, поголовье животных сокращается и это требует постоянного внимания к состоянию генофонда.

Генетические параметры чукотской породы изучены по микросателлитам ДНК. Поскольку отдельные фрагменты ДНК присутствовали у оленей всех популяций, можно предположить, что для чукотской породы спектр из 5 ампликонов длиной 180–210 п.о., 240–330 п.о., 350–430 п.о., 440–520 п.о. и 520–570 п.о. является типичным и обеспечивает адаптивность к условиям ареала. Наиболее информативно 60,0–88,9% локусов с частотой 5% и более. Изменчивость ISSR-маркеров в популяциях свидетельствует о значительном сходстве между ними по большинству аллельных частот, что подтверждает общность происхождения, хозяйственного и племенного использования оленей чукотской породы. Изученные популяции оленей отличаются достаточно высокой степенью гетерогенности. Уровень гетерозиготности межмикросателлитной ДНК в среднем составляет 0,865 и свидетельствует о генетическом разнообразии выявленных локусов генома оленей. Высокий уровень гетерозиготности дает преимущество животным по адаптивным признакам и обеспечивает устойчивость популяций. На структуру популяций значительное влияние оказывает обмен аллелофондом между стадами, хозяйствами и районами разведения. Полученная информация подтверждает актуальность генетического мониторинга чукотской породы.

Литература

1. Голубчиков, Ю.Н. География Чукотского автономного округа. [Учебник] / Ю.Н. Голубчиков. Правительство Чукотского АО, Главное управление образования Чукотского АО. – 2003. – 318 с.
2. Природа и ресурсы Чукотки. Труды НИЦ «Чукотка»; Вып. 5 / Магадан: СВНЦ ДВО РАН. – 1997. – 236 с.
3. Отчет департамента сельского хозяйства и продовольствия Чукотского АО за 2019 г. Анадырь, 2020.
4. Зиновьева, Н.А. Методические рекомендации по использованию метода полимеразной цепной реакции в животноводстве / Н.А. Зиновьева, А.Н. Попов, Л.К. Эрнст [и др.]. Дубровицы: ВИЖ. – 1988. – 47 с.
5. Zietkiewicz, E. Genome fingerprinting by sequence repeat (SSR) anchored polymerase chain reaction amplification / E. Zietkiewicz, A. Rafalski, D. Labuda // *Genomics*. – 1994. – 20. – P.176-183.
6. Вейр, Б. Анализ генетических данных / Б. Вейр. – М.: Мир. – 1995. – 319 с.
7. Животовский, Л.А. Статистические методы анализа частот генов в природных популяциях / Л.А. Животовский // *Итоги науки и техники: Общая генетика*. – М. – 1983. – Т. 8. – С. 76-104.
8. Меркурьева, Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных / Е.К. Меркурьева. – М. – «Колос» – 1970. – 422 с.
9. Меркурьева, Е.К. Генетические основы селекции в скотоводстве / Е.К. Меркурьева. – М., «Колос». – 1977. – 239 с.
10. Nei, M. Genetic distance between populations / M. Nei // *Amer. Natur.* – 1972. – 106. – № 949. – 283-292.
11. Полежаев, А.Н. Оленеводство на севере Дальнего Востока России / А.Н. Полежаев // *Наука – оленеводству: сб. статей №3 / РАСХН, Сиб. отд-ние. ЯкутНИИСХ*. – Якутск. – 2005. – С. 32-37.
12. Система ведения оленеводства в Магаданской области. Новосибирск. – 1986. – 252 с.
13. Забродин, В.А. Северное оленеводство РФ: состояние, перспективы развития, научное обеспечение / В.А. Забродин, А.В. Комаров // *Северное оленеводство: современное состояние, перспективы развития, новая концепция ветеринарного обслуживания: Материалы научно-практической конференции*. Санкт-Петербург. – Пушкин. – 2012. – С. 3-12.
14. Южаков, А.А. Особенности наследования живой массы у домашних северных оленей / А.А. Южаков // *Зоотехния*. – 2005. – №6. – С. 11-12.

15. Брызгалов, Г.Я. Влияние экзогенных факторов на фенотип оленя / Г.Я. Брызгалов // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы: сборник статей V Международной научно-практической конференции // МНИЦ ПГСХА. – Пенза: РИО ПГСХА. – 2009. – С. 135-138.
16. Романенко, Т.М. Генетическая структура популяции северных оленей о. Колгуев Ненецкого автономного округа / Т.М. Романенко, Л.А. Калашникова, Г.И. Филиппова, К.А. Лайшев // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 4. – С. 68-70.
17. Cote, S.D. Microsatellite DNA evidence for genetic drift and philopatry in Svalbard reindeer / S.D. Cote, J.F. Dallas, F. Marshall, R.J. Irvine, R. Langvatn, S.D. Albon // Mol. Ecol. – 2002. – V. 11. – № 10. – С. 1923-1930.
18. Cronin, V.A. Mitochondrial DNA and with wild caribou (*Rangifer tarandus granti*, *Rangifer tarandus groenlandicus*, and *Rangifer tarandus caribou*) / V.A. Cronin, J.C. Patton, M.D. Macneil, C. John // J. Heredity. – 2006. – V. 97. – №5. – С. 525-530.
19. Левонтин, Р. Генетические основы эволюции / Р. Левонтин. – М.: Мир, 1978. – 352 с.
20. Южаков, А.А. Особенности пороодообразования в северном оленеводстве / А.А. Южаков // Наука – оленеводству: сб. науч. тр. / РАСХН, Сиб. отд-ние. Якут. НИИСХ. – Вып. 3. – Якутск, 2005. – С. 105-114.
21. Южаков, А.А. Хозяйственное использование и экотипы северных оленей ненецкой породы / А.А. Южаков, А.Д. Мухачев, П.Н. Шубин // Сибирский вестник с.-х. науки. – 1994. – №1-2. – С.53-58.
22. Шубин П.Н., Ефимцева Э.А. Биохимическая и популяционная генетика северного оленя / П.Н.Шубин, Э.А. Ефимцева. – А.: Наука. – 1988. – 103 с.
23. Помишин С.Б. Проблема породы и ее совершенствования в оленеводстве / С.Б. Помишин // Якутск: Кн. изд-во. – 1981. – 180 с.

References

1. Golubchikov, Yu.N. Geografiya Chukotskogo avtonomnogo okruga. [Uchebnik] / Yu.N. Golubchikov. Pravitel'stvo Chukotskogo AO, Glavnoe upravlenie obrazovaniya Chukotskogo AO. –2003. – 318 s.
2. Priroda i resursy Chukotki. Trudy NICz "Chukotka"; Vy'p. 5 / Magadan: SVNCz DVO RAN. – 1997. – 236 s.
3. Otchet departamenta sel'skogo khozyajstva i prodovol'stviya Chukotskogo AO za 2019 g. Anady'r', 2020.
4. Zinov'eva, N.A. Metodicheskie rekomendacii po ispol'zovaniyu metoda polimeraznoj cepnoj reakcii v zhivotnovodstve / N.A. Zinov'eva, A.N. Popov, L.K. Ernst [i dr.]. Dubrovicy: VIZh. – 1988. – 47 s.
5. Zietkievicz, E. Genome fingerprinting by sequence repeat (SSR) anchored polymerase chain reaction amplification / E. Zietkievicz, A. Rafalski, D. Labuda // Genomics. – 1994. –20. – P.176-183.
6. Vejr, B. Analiz geneticheskix dannyx / B. Vejr. – M.: Mir. – 1995. – 319 s.
7. Zhivotovskij, L.A. Statisticheskie metody analiza chastot genov v prirodny'x populyacijax / L.A. Zhivotovskij // Itogi nauki i tekhniki: Obshhaya genetika. – M. – 1983. – T. 8. – S. 76-104.
8. Merkur'eva, E.K. Biometriya v selekcii i genetike sel'skoxozyajstvenny'x zhivotny'x / E.K. Merkur'eva. -M. – «Kolos» – 1970. – 422 s.
9. Merkur'eva, E.K. Geneticheskie osnovy selekcii v skotovodstve / E.K. Merkur'eva. -M., «Kolos». – 1977. – 239 s.
10. Nei, M. Genetic distance between populations / M. Nei // «Amer. Natur». – 1972. – 106. – № 949. – 283-292.
11. Polezhaev, A.N. Olenevodstvo na severe Dal'nego Vostoka Rossii / A.N. Polezhaev // Nauka – olenevodstvu: sb. statej №3 / RASXN, Sib. otd-nie. YakutNIISX. – Yakutsk. – 2005. – S. 32-37.
12. Sistema vedeniya olenevodstva v Magadanskoj oblasti. Novosibirsk. – 1986. – 252 s.
13. Zabrodin, V.A. Severnoe olenevodstvo RF: sostoyanie, perspektivy razvitiya, nauchnoe obespechenie / V.A. Zabrodin, A.V. Komarov // Severnoe olenevodstvo: sovremennoe sostoyanie, perspektivy razvitiya, novaya koncepciya veterinarnogo obsluzhivaniya: Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii. Sankt-Peterburg. – Pushkin. – 2012. –S. 3-12.
14. Yuzhakov, A.A. Osobennosti nasledovaniya zhivoj massy u domashnix severny'x oleney / A.A. Yuzhakov // Zootexniya. – 2005. – №6. – S. 11-12.
15. Bry'zgalov, G.Ya. Vliyeniye e'kzogenny'x faktorov na fenotip olenya / G.Ya. Bry'zgalov // Agropromy'shenny'j kompleks: sostoyaniye, problemy, perspektivy: sbornik statej V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii // MNICh PGSXA. – Penza: RIO PGSXA. – 2009. – S. 135-138.
16. Romanenko, T.M. Geneticheskaya struktura populyacii severny'x oleney o. Kolguev Neneckzskogo avtonomnogo okruga / T.M. Romanenko, L.A. Kalashnikova, G.I. Filippova, K.A. Lajshev // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2014. – № 4. – S. 68-70.
17. Cote, S.D. Microsatellite DNA evidence for genetic drift and philopatry in Svalbard reindeer / S.D. Cote, J.F. Dallas, F. Marshall, R.J. Irvine, R. Langvatn, S.D. Albon // Mol. Ecol. – 2002. – V. 11. – № 10. – С. 1923-1930.
18. Cronin, V.A. Mitochondrial DNA and with wild caribou (*Rangifer tarandus granti*, *Rangifer tarandus groenlandicus*, and *Rangifer tarandus caribou*) / V.A. Cronin, J.C. Patton, M.D. Macneil, C. John // J. Heredity. – 2006. – V. 97. – №5 –С. 525-530.
19. Levontin, R. Geneticheskie osnovy e'vol'yucii / R. Levontin. - M.: Mir, 1978.- 352 S.
20. Yuzhakov, A.A. Osobennosti porodoobrazovaniya v severnom olenevodstve / A.A. Yuzhakov // Nauka - olenevodstvu: sb. nauch. tr. / RASXN, Sib. otd-nie. Yakut. NIISX. – Vy'p. 3. – Yakutsk, 2005. – S. 105-114.
21. Yuzhakov, A.A. Khozyajstvennoye ispol'zovaniye i e'kotipy severny'x oleney neneckzkoj porody / A.A. Yuzhakov, A.D. Muxachev, P.N. Shubin // Sibirskij vestnik s.-x. nauki. – 1994. – №1-2. – S.53-58.

22. Shubin P.N., Efimceva E. A. Bioximicheskaya i populyacionnaya genetika severnogo olenya / P.N.Shubin, E. A. Efimceva. – L.: Nauka. – 1988. – 103 s.
23. Pomishin S.B. Problema porody i ee sovershenstvovaniya v olenevodstve / S.B. Pomishin // Yakutsk: Kn. izd-vo. – 1981. – 180 s.

G. Y. Bryzgalov, L. S. Ignatovich

Magadan Agricultural Research Institute
agrarian@maglan.ru

DOMESTICATED REINDEER IN CHUKOTKA: THE CURRENT STATE OF THE GENE POOL

The number of deer in the Chukotka Autonomous Okrug is constantly decreasing, and it requires attention to the state of the gene pool. The research was carried out in agricultural enterprises for breeding reindeer in 2018–2020. The aim of the research was to study the gene pool of domesticated reindeer populations in the Chukotka Autonomous Okrug. The article describes the characteristics of the reindeer population by breeding areas, pasture areas, economic indicators of reindeer breeding, average live weight.

The genetic parameters of reindeer were studied using DNA microsatellites. The average number of alleles per locus was 8.75 with a variability of 7.71 ... 10.45, effective alleles – 7.54 and 6.41 ... 9.1, respectively.

Since individual DNA fragments were present in deer of all populations, it can be assumed that for the Chukchi breed a spectrum of 5 amplicons 180–210 bp, 240–330 bp, 350–430 bp, 440–520 bp and 520–570 bp in length is specific and provides adaptability to the conditions of the distribution area. 60.0–88.9% of loci with a frequency of 5% or more is the most informative. The variability of ISSR markers in populations indicates a significant similarity between them in most of the allelic frequencies, which confirms the common origin, economic and breeding use of the Chukchi reindeer. The populations are characterized by a fairly high degree of heterogeneity. The level of heterozygosity of intermicrosatellite DNA averaged 0.865, which indicates the genetic diversity of the identified loci of the reindeer genome. A high level of heterozygosity gives an advantage to animals in terms of adaptive traits and ensures the stability of populations. The structure of populations is significantly influenced by the exchange of allele pool between herds, farms and breeding areas.

The information obtained confirms the relevance of genetic monitoring of reindeer populations in the Chukotka Autonomous Okrug.

Key words: Chukotka Autonomous Okrug, pasture area, reindeer, population, gene pool, state.