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.; И.М. Куликов – академик РАН, д.эконом.н., проф.; В. Ф. Пивоваров – академик РАН, д.с.–х.н., проф.; М. С. Гинс – член–корреспондент РАН, д.б.н., проф.; Н. В. Тютюма – д.с.–х.н., член–корреспондент РАН; В. Г. Плющиков – д.с.–х.н., проф.; С. Н. Еланский – д.б.н.; М. М. Оконов – член–корр. РАЕН, д.с.–х.н., проф.; Ю. В. Трунов – д.с.–х.н., проф.; 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.; Н. Н. Скитер – д.э.н., проф.; Т. В. Папаскири – д.э.н., проф.; М.И. Сложенкина – д.б.н., проф. РАН, проф.; В. Ф. Гороховский – д.с.-х.н., проф.; Аль-Азауи Нагам Маджид Хамид, проф.; М.Ф. Григорьев – 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.; I.M. Kulikov – RAS memb; V. F. Pivovarov – RAS memb.; M. S. Gins – RAS cor.m.; N. V. Tyutyuma – RAS cor.m.; V. G. Plyushchikov – Dr.Sc.agr.; S. N. Elanskij – Dr.Sc.biol.; M. M. Okonov – RAEN cor.m; Yu. V. Trunov – 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.; N. N. Skiter – Dr.Sc.econ.; T. V. Papaskiri – Dr.Sc.econ.; M.I. Slozhenkina – Dr.Sc. biol.; V. F. Gorokhovsky – Dr.Sc.agr.; Nagham Majeed Hameed; M. F. Grigoriev – Dr.Sc.agr

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ *и* ПРИКЛАДНЫЕ
ПРОБЛЕМЫ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

№2(68) 2026

DOI: 10.32935/2221-7312-2026-68-2

Содержание

Селекция, семеноводство и биотехнология растений

Н. Н. Иванова, А. Д. Капсамун, Е. Н. Павлючик, Д. А. Вагунин
Оценка гибридов кукурузы на осушаемых землях Верхневолжья 3

Г. В. Тищенко, Н. В. Федосова, Е. В. Гинтер
Результативность отбора перспективных образцов в питомнике гибридов первого года в зависимости от типа скрещивания 9

Общее земледелие, растениеводство

Э. Тчуда Лопеш Мам, Е. В. Романова, М. С. Гинс, В. К. Гинс, П. Кезимана, Г. А. А. Канчана
Динамика изменения энергии прорастания и лабораторной всхожести семян *Chrysanthemum coronarium* L. сорта «Узорчатая» при различных сроках хранения 18

Фелисия Туссен, Эбрё Франсуа
Изучение практики пчеловодства в условиях изменения климата: пример муниципалитета Бонбон, Гаити 24

Фелисия Туссен, Луи Бланшар
Кофе, агролесоводство и устойчивость общин: вызовы и перспективы в Деспане, Жереми, Республика Гаити 31

Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры

М. И. Дулов
Биохимический состав и потребительские качества плодов яблони и груши в Среднем Поволжье 35

М. И. Дулов
Биохимический состав и потребительские качества плодов сливы домашней и алычи гибридной в Среднем Поволжье.....40

Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных

Г. Я. Брызгалов, Е.А. Витомскова, Е. В. Гинтер
Генетическая характеристика оленей эвенской породы как основа селекционно-племенной работы по созданию генофондного хозяйства 45

Т. В. Трифонова, Е. О. Рысцова, А. В. Шмидт
Исследование влияния энтеросорбента «Экосил» на продуктивность цыплят бройлеров.....52

Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология

С. Б. Селезнев, А. М. Кривошапов, Г. А. Ветошкина
Оперативные доступы к долям печени и желчному пузырю у домашних кошек 60

С. Б. Селезнев, Е. А. Степашкин, Г. А. Ветошкина
Оперативные доступы к определенным частям желудка у домашних кошек.....65

А. С. Карамян, Ж. Баннуд, А. Н. Ибрагимова
Методика введения лекарственных средств при имплантации у животных с применением биодеградируемых покрытий.....69

Редактор
Н. А. Зайцева

Оформление и верстка
В. В. Земсков

Адрес редакции:
105318, г. Москва,
Измайловское шоссе, д. 20-1Н

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.о. город Йошкар-Ола,
г. Йошкар-Ола, ул. Малое Чигашево, 4

THEORETICAL & APPLIED PROBLEMS OF AGRO-INDUSTRY

№2(68) 2026

Contents

Selection and Seed Farming of Agricultural Plants

N. N. Ivanova, A. D. Kapsamun, E. N. Pavlyuchik, D. A. Vagunin
Evaluation of Corn Hybrids on Drained Lands of the Upper Volga Region 3

G. V. Tishchenko, N. V. Fedosova, E. V. Ginter
Efficiency of Selection of Promising Samples in a First-Year Hybrid Nursery Depending on the Crossing Type 9

General Agriculture, Crop Production

Erickson T. Lopes Mam, E. V. Romanova, M. S. Gins, V. K. Gins, P. Kezimana, G. A. A. Kanchana
Dynamics of Changes in Germination Energy and Laboratory Germination of *Chrysanthemum Coronarium* L. cv. Uzorchataya under Different Storage Periods 18

Felicia Toussaint, Hébreu François
Exploring Beekeeping Practices in the Context of Climate Change: A Case Study of the Municipality of Bonbon, Haiti 24

Felicia Toussaint, Blanchard Louis
Coffee Agroforestry and Community Resilience: Challenges and Prospects in Despagne, Jérémie, Republic of Haiti 31

Gardening, Vegetable, Viticulture and Medicinal Crops

M. I. Dulov
Biochemical Composition and Consumer Qualities of Apple and Pear Fruits in the Middle Volga Region.....35

M. I. Dulov
Biochemical Composition and Consumer Qualities of Domestic Plum and Hybrid Cherry Plum Fruits in the Middle Volga Region 40

Farm Animal Breeding and Genetics

G. Y. Bryzgalov, E. A. Vitomskova, E. V. Ginter
Genetic Characteristics of Even Breed Reindeer as a Basis for Selection and Breeding Work to Create a Gene Fund 45

T. V. Trifonova, E. O. Rystsova, A. V. Shmidt
Study of the Effect of the Enterosorbent «Ecosil» on the Productivity of Broiler Chickens 52

Pathology of Animals, Morphology, Physiology, Pharmacology and Toxicology

S. B. Seleznev, A. M. Krivoshapov, G. A. Vetoshkina
Surgical Approaches to the Liver Lobes and Gallbladder in Domestic Cats 60

S. B. Seleznev, E. A. Stepashkin, G. A. Vetoshkina
Surgical Approaches to Specific Parts of the Stomach in Domestic Cats 65

A. S. Karamyan, George Bannoud, A.N. Ibragimova
Method of Drug Administration during Implantation in Animals Using Biodegradable Coatings 69

Оценка гибридов кукурузы на осушаемых землях Верхневолжья

УДК 633.15:631.62
DOI: 10.32935/2221-7312-2026-68-2-3-8

Н. Н. Иванова (к.с.–х.н.), **А. Д. Капсамун** (д.с.–х.н.), **Е. Н. Павлючик** (к.с.–х.н.), **Д. А. Вагунин** (к.с.–х.н.)
Всероссийский научно–исследовательский институт мелиорированных земель – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального исследовательского центра «Почвенный институт имени В. В. Докучаева», 2016vniimz–noo@list.ru

Опыт проводился на мелиоративном объекте Губино Тверской области в 2023–2025 гг. Цель исследования – определить эффективный гибрид кукурузы для условий Верхневолжья. Данная работа посвящена изучению трех гибридов кукурузы (Zea mais L) при возделывании их на осушаемой почве Верхневолжья. Объектами исследований являлись три гибрида кукурузы универсального назначения: ультраранний – Северина, (ФАО 140), раннеспелый – Берта, (ФАО 150), и раннеспелый – Родник 179 СВ, (ФАО 180). ФАО – группа спелости у гибрида, чем выше ФАО, тем больше срок созревания и больше накапливается зеленой массы. Кукуруза проходит несколько фаз развития, и у гибрида Северина фаза полных всходов наступает на день раньше, чем у других. Важным показателем при выращивании кукурузы на силос является рост стебля. До образования 3-го листа рост растений был незначительным (6,1–6,8 см), но затем приросты резко увеличивались, оставаясь высокими до фазы выбрасывания нитей. Гибрид Родник показал наибольшую активность роста (220–260 см), опережая Берту и Северину на 10–40 см. По густоте стояния Родник также лидировал (65 тыс. шт./га), в то время как Берта – 47 тыс. шт./га. Все гибриды продемонстрировали высокий уровень содержания початков в урожае. Северина – 57,8%, Берта – 55,5%, Родник 179СВ – 54,3%. Гибрид Берта имел самый высокий, вес початков с обертками – 960 г, большее количество зерен в ряду – 40–43 штуки и количество зерен в початке – 560–688 шт. Озерненность гибридов: Северины 462–525 шт., Родника – 495–576 шт. Большее количество зеленой массы накоплено гибридом Родник – 64,7 т/га. Для получения высоких урожаев кормовой массы кукурузы необходимо использовать лучшие гибриды и сорта, что позволит расширить площади её возделывания в менее благоприятных климатических и почвенных условиях.

Ключевые слова: осушаемые дерново-подзолистые почвы, кукуруза, гибрид, Северина, Берта, Родник 179 СВ, урожайность.

Введение

В современный период в России важным элементом в кормовой и пищевой промышленности является кукуруза (Zea mais L). Несмотря на исторические трудности культура кукурузы является в настоящее время одной из самых высокорентабельных в России культур. В России кукуруза возделывается на площади 2,7–3,0 млн. га на силос и более 1 млн. га на зерно [1, 11].

Каждая культура по–своему незаменима, и в хозяйственном значении культуры дополняют друг друга. Важная роль в реализации почвенно–климатического потенциала территорий принадлежит сортам и гибридам нового поколения, устойчивым к неблагоприятным факторам среды, включая почвенные условия (кислотность, уплотнение и др.) [5, 8].

В агроклиматических и почвенных условиях гумидной зоны реализация биологического потенциала кормовых культур лимитируется дефицитом температурного режима, избытком почвенной влаги и легкоусвояемых питательных веществ. Для эффективного ведения кормопроизводства на мелиорированных землях Нечерноземной зоны для получения различных видов кормов следует предусматривать создание не только пастбищных, сенокосных травостоев, но и посев силосных культур в том числе кукурузы и т.д. Важным источником для силосования в Верхневолжье может стать кукуруза. Ценность ее заключается в том, что она относится к числу высокопродуктивных кормовых культур, дающих сравнительно дешевый силос хорошего качества. Ее уникальность состоит в высокой потенциальной урожайности и универсальности использования [2, 13].

Показатель ФАО характеризует длину вегетационного периода кукурузы. Шесть групп спелости встречаются в России, которые неодинаковы в разных климатических условиях: раннеспелые с ФАО 100–199, среднеранние — 200–299, среднеспелые — 300–399, среднепоздние — 400–499, позднеспелые — 500–599 [4, 9, 10].

Практиками-кукурузоводами отмечено, что высокий урожай и качество кукурузы — это правильный выбор гибрида для конкретных почвенно-климатических условий и цель использования на зерно, силос, зеленый корм. Наиболее дешевым и доступным средством повышения урожайности кукурузы, многие ученые видят в подборе ее сортов и гибридов. Наиболее распространенным видом корма в зимнее-стойловый период, в силу простоты приготовления и хранения, является силос. Доля его в рационах крупного рогатого скота значи-

тельна и достигает 30–50%. Широкое распространение кукуруза получает, благодаря комплексу положительных качеств, основными из которых являются высокая продуктивность и пластичность к условиям внешней среды. Наличие в ее зеленой массе большого количества углеводов (в среднем для разных фаз — 150 г на 1 кг сухого вещества) благоприятно сказывается на развитии молочнокислых бактерий и силосуемости сырья [14].

Уборку силосной массы кукурузы лучше осуществлять в стадии молочно–восковой спелости, когда 15–20% растений с початками молочной спелости, а остальные початки уже имеют восковую спелость. В 100 кг кукурузы (стебли, початки) убранной в фазу молочной спелости содержится кормовых единиц в среднем 20 кг, в фазу молочно–восковой спелости — 24 кг, в восковой — 25,5 кг, соответственно и переваримого протеина 1,2; 1,22; 1,31 кг [7].

Мнение о том, что посевы кукурузы на силос следует высевать с большей густотой, чем на зерно неправильное. Можно увеличить общий сбор силосной массы с единицы площади, но силос при этом будет не полноценным, из–за отсутствия початков и не будет представлять кормовой ценности для животных [6, 12].

Кукуруза обладает рядом биологических особенностей, которые необходимо учитывать при возделывании ее на осушаемых землях. Из особенностей, которые следует учитывать при возделывании ее в конкретных почвенно–климатических условиях, первоочередное значение имеет отношения ее к теплу, питанию, влаге. Условия роста и развития растений на мелиорированных землях значительно отличаются от условий на обычных землях. Выбор той или иной технологии возделывания кукурузы должен предусматривать возможность создания оптимальных условий для ее роста и развития в конкретных почвенно–климатических условиях, получение в конечном итоге, наивысшего урожая с высокой кормовой ценностью [12].

Гребневая технология возделывания кукурузы создает более благоприятные условия для регулирования водного, воздушного, теплового и пищевого режимов, а на избыточно увлажненных почвах и в годы с продолжительной и дождливой весной предохраняет семена, что позволяет приступить к полевым работам и провести сев кукурузы на 7–10 дней раньше, чем на ровной поверхности. При этом сокращается общее количество технологических операций, что способствует снижению себестоимости получаемого кормового сырья [3].

Материал и методы исследования

Объектами исследований являлись три гибрида кукурузы универсального назначения: ультраранний — Северина, (ФАО 140), раннеспелый — Берта, (ФАО 150), и раннеспелый — Родник 179 СВ, (ФАО 180). ФАО — группа спелости у гибрида, чем выше ФАО, тем больше срок созревания и больше накапливается зеленой массы. Хороший силосный гибрид — это хороший зерновой гибрид.

Гибрид Северина характеризуется высокой холодостойкостью и устойчивостью к поражению пыльной и пузырчатой головней. Посев его возможен в Северо-Западном, Центральном, Волго-Вятском, Центрально-Черноземном, Восточно-Сибирском регионах.

Гибрид Берта приспособлен к раннему севу, способен давать второй урожай в пожнивных посевах на орошаемых участках в южных регионах. Очень надежный гибрид со стабильной урожайностью, устойчив к повреждению кукурузным стеблевым мотыльком. Рекомендуется для выращивания в Северо-Западном, Центральном, Волго-Вятском, Западно-Сибирском, Уральском, Дальневосточном регионах России.

Гибрид Родник 179 СВ, характеризует хорошая облиственность, пластичность возделывания в разных условиях, надежный гибрид со стабильной урожайностью. Родник относится к гибридам с эффектом Stay-green, при котором рано созревает початок, а листостебельная масса созревает медленно. Рекомендуется для возделывания в Северо-Западном, Уральском, Центральном, Волго-Вятском, Западно-Сибирском регионах России и Республике Беларусь.

Цель исследования — определить эффективный гибрид кукурузы для условий Верхневолжья.

Опыт заложен на осушаемой гончарным дренажом, дерново-подзолистой почве при содержании в пахотном слое: гумуса 2,53%, обменного калия — 311 мг/кг, доступного фосфора 268 мг/га почвы. pH – 4,6.

Предшественником исследуемых гибридов кукурузы была озимая рожь. Посев гибридов проводился в 2023–2025 гг. Норма высева семян: Северины — 21 кг/га, Берты — 25 кг/га, Родник 179 СВ — 23 кг/га.

Опыт заложен в четырех кратной повторности. Размер делянки 150 м^2. Все учеты, наблюдения в опыте проводились согласно методикам, апробированным в кормопроизводстве и земледелие.

Для защиты от сорной растительности, посевы кукурузы обрабатывали гербицидами — Примадонна — 0,6 л/га с совместным применением Кассиус — 0,05 кг/га на 300 л воды. Посредством опрыскивания посевов ОПШ.

В фазу развития растений — 3–4 листа для лучшего развития, проведена подкормка посевов аммиачной селитрой — 1,5 ц/га.

В рамках исследования анализировались фенологические наблюдения, биометрические показатели, элементы структуры урожайности, урожайность силосной массы и данные кормового достоинства урожая.

Результаты исследования и их обсуждение

Получение высоких урожаев кукурузы зависит от складывающихся погодных условий, гибрида, роста

Табл. 1. Биометрические показатели роста и развития гибридов кукурузы, (средние за три года)

Гибрид	Густота стояния растений, шт./м²	Высота растений, см	Количество листьев, шт.	Облиственность, %
Северина	2,9	233	10–11	10,1
Берта	4,7	245	9–12	9,8
Родник 179 СВ	6,5	252	8–9	8,0

кукурузы, густоты стояния растений, фотосинтетической активности листовой поверхности и показателей, составляющих початок (длина початка, длина невыполненной части початка, количество рядов зерен в початке, количество зерен в ряду, озерненность початка, масса початка, масса зерна с початка). Уборку зеленой массы кукурузы проводили в фазу молочно-восковой спелости всех гибридов.

В погодных условиях в годы исследований наблюдался активный рост гибридов кукурузы. При возделывании кукурузы на силос, когда используется не только зерновая часть растения, но и стебли и листья, важное значение приобретает рост стебля. До образования 3-го листа темпы роста растений кукурузы были незначительными, высота растений составляла всего 6,1–6,8 см. В следующие фазы развития среднесуточные приросты резко возрастали и оставались довольно высокими до фазы выбрасывания нитей.

Наибольшей активностью роста в годы наблюдений отличался гибрид Родник — 220–260 см, средним линейным ростом обладал гибрид Берта 240–250 см и наименьшим гибрид Северина 200–220 см.

По своим биологическим особенностям кукуруза является растением относительно разреженных посевов. В загущенных посевах несколько снижается процентное содержание сухого вещества, при неблагоприятных погодных условиях может быть полегание растений.

По показателю густоты стояния растений: на первом месте гибрид Родник – 65 тыс. шт./га, на втором месте гибрид Берта 47 тыс. шт./га, что является оптимальным для нормального роста и развития кукурузы. Наименьшей густота стояния отличался гибрид Северина — 29 тыс. шт./га². Прослеживается зависимость густоты стояния растений от гибрида. Снижение ее в посеве гибрида Северина, по нашему мнению, связана с посевными качествами семян данного гибрида.

Ко времени проведения уборки урожая наибольшее количество листьев сформировалось у Северины — 10–11 штук при облиственности — 10,1%, среднее положение занимает гибрид Берта — 9–12 штук с облиственностью — 9,8% и наименьшее у гибрида Родник — 8–9 штук, облиственность составляет – 8%. Следует отметить, что Родник 179 СВ отличается наиболее длинными междоузлиями *(табл. 1)*.

Размер листовой поверхности имеет большое значение для посевов кукурузы, т.к. в значительной степени определяет величину урожая. Нарастание ассимиляционного аппарата листьев гибридов кукурузы достигало максимальной величины у гибрида Берта — 3453,6 см², средней площадью листьев отличался гибрид Северина 3279,5 см² и минимальной гибрид Родник — 2729,3 см². Отмечается, что нарастание листовой поверхности более интенсивно проходило в фазы девятого–десятого листа – выметывания, затухая к фазе формирования зерна. У гибрида Северина наблюдалось даже уменьшение листовой поверхности из–за усыхания и отмирания нижних листьев растений.

По нашим наблюдениям, в сложившихся погодных условиях наибольшую площадью листьев сформировал гибрид Родник — 17,7 тыс. м²/га, что отразилось на высокой продуктивности гибрида. В сравнении с гибридом Родник, Берта имеет данный показатель несколько ниже — 16,2 м²/га, а у Северины наименьшая площадь листьев в отличие от сравниваемых гибридов — 9,5 м²/га, что связано с низкой густотой растений.

Урожайность зерна кукурузы складывалась в зависимости от элементов строения и размеров растения: длина початка варьировала между наблюдаемыми гибридами: Родник — 29 см, Северина — 28 см и Берта — 26 см. Следует отметить, что наибольшим количеством початков на одном растении обладал гибрид Берта — 4 початка, в сравнении у Родника и Северины данное значение не превышало 2,0–2,5 шт. *(табл. 2)*.

Табл. 3. Урожайность гибридов кукурузы (средняя за три года)

Гибрид	Содержание сухого вещества, %	Урожайность зеленой массы, т /га
Северина	22,3	31,6
Берта	21,2	57,8
Родник 179 СВ	21,9	64,7
$НСР_{05}$	0,47	

Табл. 2. Элементы формирования початков гибридов кукурузы

Гибрид	Количество початков на растении, шт.	Вес початков с обертками, г	Количество зерен в ряду, шт.	Количество рядов в початке, шт.	Содержание початков в урожае, %
Северина	2,0	630	33–35	14–15	57,8
Берта	4,0	960	40–43	14–16	55,5
Родник 179 СВ	2,5	540	33–36	15–16	54,3

Табл. 4. Химический состав гибридов кукурузы, зеленая масса, %

Гибрид	Сухое вещество	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая зола	Сырая клетчатка	Гигровлага
Северина	22,3	9,75	1,28	6,28	31,98	6,17
Берта	21,2	12,56	0,83	6,36	33,08	6,16
Родник 179 СВ	21,9	17,50	0,45	6,18	31,30	5,77

Процент содержания початков в урожае Северины — 57,8%, Берты — 55,5%, Родника — 54,3%. Исследуемые гибриды показали отличный уровень содержания початков. Так как процент содержания початков в общей массе урожая на уровне 35% считается хорошим, выше 40% отличным.

Гибрид Берта имел самый высокий вес початков с обертками — 960 г, большее количество зерен в ряду — 40–43 штуки и количество зерен в початке — 560–688 штук. Озерненность гибридов Северины 462–525 шт., Родника — 495–576 штук.

Наибольшее количество рядов в початке по полученным данным показал Родник — 15–16, немного меньше рядов имели початки Северины (14–15) и Берты (14–16). Количеством зерен в ряду отличился гибрид Берта — 40–43 штук, что на 7–8 зерен больше других наблюдаемых гибридов. Наименьшее количество зерен в початке у гибрида Северины — 462–525, Наибольшее у Берты — 560–688 и у Родника — 495–576 штук.

Учет урожая зеленой массы проводился при влажности зерна 36,9–43,9%. Большее количество зеленой массы накоплено гибридом Родник — 64,7 т/га. Средними показателями урожайности отличался гибрид Берта — 57,8 т/га. Минимальная урожайность сформирована гибридом Северина — 31,6 т/га зеленой массы. Разница в содержании сухого вещества в зеленой массе гибридов кукурузы различалась незначительно, гибрид Северина — 22,3%, Берта — 21,3%, Родник – 21,9% *(табл. 3)*.

Ценность кукурузы заключается в том, что она относится к числу высокоурожайных культур, дающих сравнительно дешевый силос хорошего качества. По данным ВНИИ кормов, в 100 кг зеленой массы в фазе цветения содержится 12 корм. ед., в фазе молочной и молочно–восковой спелости соответственно 16 и 2 корм. ед. Кукурузный силос содержит около 12% сахара, 7–8% протеина, богат каротином и витамином С.

Таким образом, наибольшая густота стояния, высота растений и площадь листьев гибрида Родник 179 СВ позволили ему сформировать, в условиях осушаемых земель, максимальный урожай — 64,7 т/га зеленый массы с хорошими зоотехническими показателями. Содержание сырого протеина – 17,5%, что на 4,94–7,75 выше, а сырой клетчатки (31,3%) ниже на 0,68–1,78% других исследуемых гибридов. Данный гибрид кукурузы, на осушаемой дерново–подзолистой почве зарекомендовал себя, как высокоурожайный и высококачественный гибрид для производства силоса, в сравнении с гибридами Северина и Берта 9 *(табл. 4)*.

Выводы

Для получения высоких показателей урожайности кукурузы необходимо учитывать погодные условия, характеристики гибрида, длину растений, густоту стояния, площадь листовой поверхности и морфологические показатели початков. При образовании третьего листа темпы роста кукурузы были незначительные (6,1–6,8 см), после чего отмечалось резкое увеличение прироста достигая максимумов до фазы выбрасывания нитей. Среди изучаемых гибридов наибольшая длинна побегов наблюдалась у Родника (220–260 см), средний показатель — у Берты (240–250 см), наименьший — у Северины (200–220 см). Наиболее ценным по кормовым качествам и урожайности выявлен гибрид кукурузы, Родник 179 СВ.

Рост посевных площадей различных гибридов кукурузы будет способствовать улучшению кормовой базы в агропромышленном комплексе многих регионов России, т.к. кукуруза является важной составляющей рациона сельскохозяйственных животных.

Литература

1. Азаров, В.Б. Выбор технологии возделывания кукурузы на силос в ЦЧЗ / В.Б. Азаров, В.Д. Соловиченко, А.В. Акинчин // Достижения науки и техники АПК. – 2004. – №1. – С. 19–21.
2. Володарский, Н.И. Биологические основы возделывания кукурузы / Н.И. Володарский. – М.: Агпропромиздат, 1986. – 189 с.
3. Дмитриенко, С. А. Изменение показателей плодородия чернозёма при различных технологиях возделывания кукурузы / С. А. Дмитриенко, В. В. Лоткова, В. Б. Азаров // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2023. – № 3(39). – С. 47–50.
4. Дронов А.В. Продуктивный потенциал, структура урожая зерна при возделывании раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы на юго–западе Центрального Нечерноземья / А. В. Дронов, С. А. Бельченко, В. В. Мамеев [и др.] // Вестник Брянской ГСХА. – 2023. – № 4(98). – С. 3–9.
5. Новоселов Ю. К. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. / сост. Ю. К. Новоселов, В.Н. Киреев, Г.П. Кутузов и др. – М.: РАСХН, 1997. – 155 с.

6. Самыкин, В.Н. Влияние элементов агротехники на продуктивность и качество кукурузы на силос / В.Н. Самыкин, В.Д. Соловиченко // Земледелие. – 2009. – №6. – С.29–31.
7. Смирнов В.Н. Состояние аграрного сектора сельского хозяйства России / В.Н. Смирнов, А.В.Левашов // Бюллетень науки и практики. – 2021. – Т7 №4. – С.73–77.
8. Соколова, Е.А. Урожайность и качество зеленой массы кукурузы при возделывании на дерново–подзолистой почве / Е.А. Соколова, В.М. Изместьев, А.К. Свечников // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. –2017. – № 19. – С. 58–61.
9. Усанова, З.И. Влияние фона минерального питания и густоты стояния на урожайность и качество урожая раннеспелого гибрида кукурузы в Верхневолжье / З.И. Усанова, И.В. Шальнов// Кормопроизводство. – 2013. –№2. – С. 21–23.
10. Усанова, З.И. Реализация биологического потенциала различных гибридов кукурузы отечественной и зарубежной селекции / З.И. Усанова, Ю.Т. Фаринюк, М.Н. Павлов, Ф.Л. Блинов // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. – 2018. – № 1. – С. 183–193.
11. Усанова, З.И. Резервы интенсификации производства кукурузы на силос в условиях Верхневолжья / З.И. Усанова, Ю.Т. Фаринюк, М.Н. Павлов // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2018. – № 1 (34). – С. 79–83.
12. Усанова, З.И. Технология возделывания кукурузы на силос с початками в молочно–восковой спелости в условиях Верхневолжья: учебное пособие под общей редакцией З.И. Усановой / З.И. Усанова, Ю.Т. Фаринюк, М.Н. Павлов – Тверь: Редакционно – издательский центр ТвГТУ. – 2018. – 111 с.
13. Шмидт В. Производство силоса/ В. Шмидт, Г. Веттерау. – М.: Колос, 1975. – 345 с.
14. Шульц, П. Кукуруза на силос, определяем срок уборки / П. Шульц // Наше сельское хозяйство. – 2016. – №13. – С. 45–47.

References

1. Azarov, V.B. Selection of technology for cultivating corn for silage in the Central Chernozem Region / V.B. Azarov, V.D. Solovichenko, A.V. Akinchin // Achievements of science and technology in the agro–industrial complex. – 2004. – No. 1. – Pp. 19–21.
2. Voldarsky, N.I. Biological foundations of corn cultivation / N.I. Voldarsky. – Moscow: Agropromizdat, 1986. – 189 p.
3. Dmitrienko, S. A. Changes in chernozem fertility indicators with various corn cultivation technologies / S. A. Dmitrienko, V.V. Lotkova, V.B. Azarov // Innovations in the agro–industrial complex: problems and prospects. – 2023. – No. 3 (39). – P. 47–50.
4. Dronov A.V. Productive potential, grain yield structure during cultivation of early and mid–early corn hybrids in the southwest of the Central Non–Black Earth Region / A.V. Dronov, S.A. Belchenko, V.V. Mameev [et al.] // Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy. – 2023. – No. 4 (98). – P. 3–9.
5. Novoselov Yu.K. Methodological guidelines for conducting field experiments with forage crops. / compiled by Yu.K. Novoselov, V.N. Kireev, G.P. Kutuzov et al. – Moscow: Russian Academy of Agricultural Sciences, 1997. – 155 p.
6. Samykin, V. N. Influence of agricultural technology elements on the productivity and quality of corn for silage / V. N. Samykin, V. D. Solovichenko // Agriculture. – 2009. – No. 6. – P. 29–31.
7. Smirnov V.N. State of the agricultural sector of agriculture in Russia / VN Smirnov, A.V. Levashov // Bulletin of science and practice. – 2021. – T7 No. 4. – Pp. 73–77.
8. Sokolova, E. A. Yield and quality of green mass of corn when cultivated on sod–podzolic soil / E. A. Sokolova, V. M. Izmestiev, A. K. Svechnikov // Current issues of improving the technology of production and processing of agricultural products. – 2017. – No. 19. – P. 58–61.
9. Usanova, Z.I. Influence of mineral nutrition background and planting density on the yield and quality of the early–maturing corn hybrid in the Upper Volga region / Z.I. Usanova, I.V. Shalnov // Forage production. – 2013. – №2. – Pp. 21–23.
10. Usanova, Z. I. Realization of the biological potential of various corn hybrids of domestic and foreign selection / Z. I. Usanova, Yu. T. Farinyuk, M. N. Pavlov, F. L. Blinov // Bulletin of Tver State University. Series: Biology and Ecology. – 2018. – No. 1. – P. 183–193.
11. Usanova, Z.I. Reserves for intensifying the production of corn for silage in the conditions of the Upper Volga region / Z.I. Usanova, Yu.T. Farinyuk, M.N. Pavlov // Economy, labor, management in agriculture. – 2018. – No. 1 (34). – P. 79–83.
12. Usanova, Z.I. Technology of cultivation of corn for silage with cobs in the milky–wax ripeness stage in the conditions of the Upper Volga region: a textbook edited by Z. I. Usanova / Z. I. Usanova, Yu. T. Farinyuk, M. N. Pavlov – Tver: Editorial and publishing center of Tver State Technical University. – 2018. – 111 p.
13. Schmidt, V. Silage production / V. Schmidt, G. Wetterau. – Moscow: Kolos, 1975. – 345 p.
14. Schultz, P. Corn for silage, determining the harvesting date / P. Schultz // Our agriculture. – 2016. – No. 13. – P. 45–47.

N. N. Ivanova, A. D. Kapsamun, E. N. Pavlyuchik, D. A. Vagunin

All–Russian Research Institute of Reclaimed Lands – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution, Federal Research Center «V.V. Dokuchaev Soil Science Institute»

2016vniimz–noo@list.ru

EVALUATION OF CORN HYBRIDS ON DRAINED LANDS OF THE UPPER VOLGA REGION

The experiment was conducted at the Gubino reclamation site in Tver Oblast from 2023 to 2025. The objective of the study was to identify an effective corn hybrid for the conditions of the Upper Volga region. This work examines three corn hybrids (Zea mais L.) grown on drained soils of the Upper Volga region. The subjects of the study were three general–purpose corn hybrids: the ultra–early Severina (FAO 140), the early–maturing Berta (FAO 150), and the early–maturing Rodnik 179 SV (FAO 180). Maturity group (MAG) refers to the hybrid's maturity level; the higher the MAG, the longer the maturation period and the greater the accumulation of green mass. Corn goes through several development phases, and the Severina hybrid reaches full germination a day earlier than the others. Stem growth is an important indicator when growing corn for silage. Plant growth was insignificant (6.1–6.8 cm) before the formation of the third leaf, but then growth increased sharply, remaining high until the thread ejection phase. The Rodnik hybrid demonstrated the highest growth activity (220–260 cm), ahead of Berta and Severina by 10–40 cm. Rodnik was also in the lead in terms of plant density (65 thousand pcs./ha), while Berta had 47 thousand pcs./ha. All hybrids demonstrated a high content of cobs in the yield. Severina – 57.8%, Berta – 55.5%, Rodnik 179SV – 54.3%. The Berta hybrid had the highest weight of cobs with husks – 960 grams, a greater number of kernels in a row – 40–43 pieces, and the number of kernels on an ear – 560–688 pieces. Grain content of hybrids: Severina – 462–525 pieces, Rodnik – 495–576 pieces. A greater amount of green mass was accumulated by the Rodnik hybrid – 64.7 t/ha. To achieve high yields of forage corn, it is necessary to use the best hybrids and varieties, which will allow for expanded cultivation areas in less favorable climatic and soil conditions.

Key words: drained sod–podzolic soils, corn, hybrid, Severina, Berta, Rodnik 179 SV, yield.

Результативность отбора перспективных образцов в питомнике гибридов первого года в зависимости от типа скрещивания

УДК 635.21:631.527
DOI: 10.32935/2221-7312-2026-68-2-9-17

Г. В. Тищенко, Н. В. Федосова, Е. В. Гинтер
Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова,
galinataiga@mail.ru

Магаданская область характеризуется экстремальными агроклиматическими условиями произрастания сельскохозяйственных растений. Недостаток тепла (среднесуточная температура июля не превышает 11,0–13,5°С) позволяет местным аграриям возделывать в открытом грунте только холодостойкие, способные за короткий период вегетации, сформировать полноценный урожай культуры, важнейшая из которых — картофель [11]. Развитие картофелеводства, обеспечение стабильного валового производства в отрасли возможно на основе использования сортовых ресурсов, которые отличались бы стабильно высоким потенциалом продуктивности. В связи с этим выведение сортов, отличающихся повышенной устойчивостью к основным фитопатогенам, биотическим и абиотическим факторам и обладающих более высоким адаптивным потенциалом к определенным условиям произрастания, имеет особую актуальность и практическую значимость, которая определяется получением высоких урожаев картофеля. В работе представлены результаты оценки и отбора перспективных селекционных образцов картофеля в питомнике первого года. Исследования проводились в 2023–2025 гг. с целью выделения перспективных гибридных комбинации картофеля, характеризующихся высокой частотой отбора и продуктивностью в условиях Магаданской области. Было изучено более 1170 одноклубневых гибридов 45 гибридных комбинаций. Погодные условия в годы исследований существенно различались по температурно-влажностному режиму. В результате проведенных исследований установлено, что частота отбора перспективных образцов и их продуктивность в условиях Магаданской области существенно зависят от типа родительских форм, участвующих в скрещивании. Наиболее перспективными являются комбинации, представленные ранними и среднеранними сортами, у которых отмечена высокая частота отбора и продуктивность полученных гибридов (Коломба х Крепыш, Арктика х Эльбейда, Удача х Белларoза, Чароит х Белларoза). При благоприятных условиях хороший потенциал отмечен у гибридов, чьи родительские формы представлены также и среднепоздними сортами. Однако, как показывает практика, исследование по таким гибридам обычно заканчивается на этапе предварительного испытания. Связано это с существенным снижением урожайности в дальнейшем и плохой вызреваемости клубней.

Ключевые слова: картофель, селекция, гибридные комбинации, частота отбора, продуктивность, клоны.

Введение

В региональном аспекте аграрный сектор экономики имеет важное значение для развития субъектов страны. Сельское хозяйство не только производит необходимое продовольствие, гарантирующее продовольственную безопасность, но и служит фактором закрепления населения на обширных территориях, путем создания условий для проживания сельского населения, выступает важной подсистемой жизнедеятельности общества [4]. Самообеспечение сельскохозяйственной продукцией растениеводства в каждом регионе требует комплексного подхода для решения вопросов формирования товарного производства основных продуктов питания, в том числе картофеля. Ценность картофеля в условиях Севера, учитывая ограниченные возможности доставки, большие затраты и значительные потери во время транспортировки трудно переоценить. В связи с этим создание устойчивой базы по производству картофеля и полное обеспечение им местного населения относится к числу важнейших проблем экономики сельскохозяйственного производства в Магаданской области [12].

Основная роль при этом принадлежит созданию адаптивных, высокопродуктивных сортов, способных максимально реализовывать свой генетический потенциал, особенно в экстремальных природно-климатических условиях. Специфическая адаптивная способность – это свойство растения максимально утилизировать благоприятные условия среды (солнечную радиацию, длину дня, влагу и др.) и противостоять существующим в данной местности стрессам (болезням, вредителям, засухе, повышенной или пониженной температуре и др.). Наряду со специфической, сорта должны обладать и общей адаптивной способностью — реализовать потенциальную продуктивность при ежегодных изменениях погоды [1]. Сорт — главное звено в технологической цепочке возделывания картофеля, доля влияния которого в формировании урожая достигает 50–70%. Сорта местной селекции наиболее соответствуют климатическим условиям региона и технологическим возможностям производителей, поэтому вопросы

создания экологически пластичных сортов картофеля, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам среды, имеют особую актуальность и остаются главной задачей всех селекционных программ [2, 3, 5–9].

Основным критерием при отборах в селекционных питомниках является продуктивность и ее элементы, скороспелость, качество клубней, устойчивость к наиболее распространенным и вредоносным патогенам. Природно-климатические условия Магаданской области предусматривают возделывание здесь преимущественно раннеспелых и среднеранних сортов картофеля. Такие сорта успевают сформировать достаточно высокий урожай клубней до наступления осенних заморозков и способны обеспечить население области продукцией собственного производства в ранние сроки. Поэтому основным направлением в селекции картофеля на Севере Дальнего Востока является создание преимущественно ранних и среднеранних сортов, успевающих сформировать высокий урожай в условиях короткого северного лета [10].

Цель исследований — выделить на начальных этапах исследований гибридные комбинации, характеризующиеся высокой частотой отбора и продуктивностью, перспективные для ведения селекционных исследований по картофелю в условиях Магаданской области.

Материал и методы исследования

Исследования проводились на опытном поле Магаданского НИИСХ – филиала ВИР.

Почвы преимущественно среднекислые, pH солевой вытяжки 4,6–5,22. Содержание азота аммиачного 0,54–0,79 мг/100 г почвы, нитратного 0,65-0,96 мг/100 г почвы, калия 8,13–18,36 мг/100 г почвы, фосфора 93,0–148,5 мг/100 г почвы.

Агротехника: в третьей декаде мая проведена отвальная вспашка на глубину 18–20 см и нарезка борозд трактором МТЗ-80. Посадка в предварительно нарезанные борозды по схеме 40×70 см на глубину 5-6 см вручную. В фазе полных всходов проведена культивация, через 14 дней окучивание трактором МТЗ-80. Минеральные удобрения внесены локально при посадке ($N_{60}P_{60}K_{60}$) и перед окучиванием поделяночно под куст ($N_{60}P_{60}K_{60}$) вручную. Против личинок мертвоеда гладкого проведена обработка препаратом Инта-Вир, против сорняков провели довсходовую обработку гербицидом Лазурит. Каждый гибрид был представлен одним клубнем, гибриды объединены по комбинациям (семьям).

Погодные условия в годы исследований существенно различались по температурно-влажностному режиму.

В 2023 г. начало вегетационного периода характеризовалось более низким по сравнению со средними многолетними показателями температурным режимом. Весна была холодная и затяжная, а осадков в период всходов картофеля практически не было, всего за июнь выпало 1,2 мм осадков, что почти в 28 раз меньше средних многолетних значений. Тем не менее, запасов продуктивной влаги, полученной от таяния снега, оказалось вполне достаточно для появления дружных всходов *(табл. 1)*.

Температура воздуха в июле-августе превышала средние показатели на 1-3 градуса, влаги в период формирования и роста клубней оказалось достаточно, всё это способствовало хорошему накоплению урожая. Обильные осадки в конце августа хотя и усложнили процесс уборки урожая, но существенно не отразились на лёжкости клубней, однако привели к их сильному растрескиванию у отдельных гибридов.

В целом вегетационный период был благоприятным для роста и развития растений и формирования высокого урожая клубней.

Вегетационный период 2024 года был довольно сложным. В период закладки опытов (III декада мая) температурно-влажностные условия были довольно благоприятными, температура воздуха была выше средних многолетних на 3,6°, почва достаточно увлажнена, несмотря на незначительное количество осадков в этот период. На глубине посадки клубней почва прогрелась до 9–11°С. В дальнейшем отмечались резкие колебания по влажностному режиму. Так в первой декаде июня осадков выпало в пять раз больше среднемноголетних, а в период массовых всходов (вторая декада июня) в 10 раз меньше среднемноголетних показателей *(см. табл. 1)*.

В июле на фоне более высокой температуры воздуха, превышающей средние многолетние показатели в среднем на 1,4°, осадков выпало значительно меньше, особенно во II и III декадах, что привело к острому недостатку влаги в почве. Это спровоцировало потерю тургора у растений и стало причиной массового полегания ботвы картофеля, и, как результат, существенной задержке формирования урожая и снижению продуктивности растений в конечном итоге. Температурно-влажностный режим августа был близок к средним многолетним показателям. Однако в ночь с 4 на 5 и с 15 на 16 августа отмечалось снижение температуры воздуха до –3…–4°С, что привело к подморозке ботвы картофеля, а именно макушек растений, бутонов и соцветий.

Период уборки картофеля (третья декада августа) совпал с обильными дождями, затруднившими проведение полевых работ. Клубни картофеля были влажными, тем не менее, по итогам прохождения лечебного хранения загнивающих клубней выявлено не было.

Вегетационный период 2025 года был на 0,6–1,6° теплее среднемноголетних показателей. Посадка питомников проводилась 28–30 мая, при оптимальных показателях температурно-влажностного режима. В период всходов (конец второй декады – начало третьей июня) также было теплее обычного и влаги было достаточно, что благоприятно повлияло на дружность всходов *(см. табл. 1)*.

Табл. 1. Метеорологические данные за 2023-2025 гг. (метеостанция Ола)

Месяц	Год	Температура воздуха, С°				Отклонение от среднемноголетних показателей
		Среднедекадная			Среднемесячная	
		I	II	III		
Май	2023 г.	–1,0	2,3	5,5	2,4	–0,2
	2024 г.	1,4	2,7	7,7	4,0	+1,4
	2025 г.	–	–	3,0	–	–
	Среднее многолетнее	1,1	2,5	4,1	2,6	–
Июнь	2023 г.	8,7	7,6	12,3	9,5	+1,5
	2024 г.	5,3	8,3	9,2	7,6	–0,4
	2025 г.	7,9	8,8	10,3	9,0	+1,0
	Среднее многолетнее	6,2	7,8	10,0	8,0	–
Июль	2023 г.	14,8	13,9	14,5	14,4	+2,2
	2024 г.	12,2	13,9	14,7	13,6	+1,4
	2025 г.	13,5	11,3	13,5	12,8	+0,6
	Среднее многолетнее	11,4	12,4	12,8	12,2	–
Август	2023 г.	14,5	13,6	12,9	13,6	+1,1
	2024 г.	12,5	10,9	11,8	11,7	–0,7
	2025 г.	15,9	13,8	12,5	14,1	+1,6
	Среднее многолетнее	13,2	12,9	11,4	12,5	–
Сумма осадков, мм						
Месяц	Год	Сумма осадков, мм				Отклонение от среднемноголетних показателей
		Среднедекадная			За месяц	
		I	II	III		
Май	2023 г.	0,0	26,0	7,0	33,0	+11,0
	2024 г.	0,8	9,6	1,7	12,1	–12,9
	2025 г.	–	–	0,4	–	–
	Среднее многолетнее	6,0	7,0	9,0	22,0	–
Июнь	2023 г.	0,4	0,5	0,3	1,2	–32,8
	2024 г.	54,2	1,4	35,0	90,6	+49,6
	2025 г.	6,5	4,1	54,6	65,2	+24,2
	Среднее многолетнее	10,0	14,0	17,0	34,0	–
Июль	2023 г.	28,5	3,8	57,8	90,1	+29,1
	2024 г.	18,3	5,4	3,3	27,0	–34,0
	2025 г.	4,5	13,6	16,9	35,0	–68,6
	Среднее многолетнее	14,0	22,0	25,0	61,0	–
Август	2023 г.	4,5	6,0	44,5	55,0	–26,0
	2024 г.	35,0	11,0	30,7	76,7	–4,3
	2025 г.	3,5	136,8	5,5	145,8	+64,8
	Среднее многолетнее	27,0	24,0	30,0	81,0	–

В дальнейшем в течение всего периода вегетации температура воздуха была выше средних многолетних, что в целом способствовало хорошему росту и развитию растений. Однако, существенный недостаток влаги в период формирования и начального роста клубней (II-II декады июля и особенно I декада августа) существенно отразился на величине раннего урожая. А последовавшие за тем во второй декаде августа проливные дожди, осадков выпало почти в шесть раз больше средних многолетних значений, привели к интенсивному наливу клубней и, как следствие, их массовому растрескиванию. Это существенно отразилось на товарных качествах клубней.

Существенных заморозков в период вегетации в текущем году отмечено не было. Лишь в начале августа зафиксировано лёгкое подмерзание верхушек ботвы картофеля заморозком, что не отразилось на дальнейшем росте и развитии, но повредило бутоны у отдельных гибридов. В целом год был благоприятным для роста и развития растений картофеля и формирования высоких урожаев.

В период уборки погодные условия благоприятствовали проведению агротехнических работ, осадков выпало меньше многолетних значений и питомники были убраны при сухой погоде *(см. табл. 1)*.

Результаты исследования и их обсуждение

В 2023 г. в питомнике клонов первого года изучались 614 гибридов 22 гибридных комбинаций, полу-

ченных из ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» и гибриды Магаданского НИИСХ – филиал ВИР.

Посадка питомника проведена 30 мая. Первые всходы появились 20-21 июня, массовые через 3-4 дня. В начальный период вегетации по мощности и интенсивности развития гибриды Магаданского НИИСХ – филиал ВИР опережали гибриды ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки». Однако к концу сезона эта разница существенно уменьшилась и ко времени уборки гибриды, полученные в разных природно-климатических условиях региона, существенно не отличались по своему развитию.

Во время уборки было отмечено, что у растений селекции Магаданского НИИСХ масса клубней в гнезде была существенно выше, клубни крупнее. В тоже время некоторые гибриды ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», хотя и не отличались крупностью клубней, но их количество в гнезде было высоким. В процессе отбора здесь было отобрано много образцов с фиолетовой и чёрной окраской кожуры и мякоти. Хотя данные гибриды не отличались высокой продуктивностью, они представляют интерес для создания сорта с высоким содержанием антоциана. Большое количество образцов с синей, фиолетовой, красной и тёмно-фиолетовой мякотью выделено в комбинациях Кармен × ВР 808, ВР 808 × Кармен, Индиго × Камчатка и Индиго × ВР 808. Частота отбора здесь связана не столько с продуктивностью растений, сколько с окраской кожуры и мякоти.

Не все гибриды, полученные в ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», смогли сформировать высокий урожай клубней в экстремальных условиях севера. Так, не удалось отобрать ни одного продуктивного образца в популяциях Удача × Манифест (раннеспелый × ср. ранний) и Зольский × Камчатка (ср. поздний × ср. ранний). Самыми лучшими, с наивысшими показателями продуктивности одного растения здесь оказались гибриды популяций Белларoза × Кармен (ранний × раннеспелый), Кармен × ВР 808 (раннеспелый × среднеранний), Невский м Свитанок Киевский (ср.ранний × ср. ранний), где максимальный вес образца составил 1950 г, 1870 г и 1710 г соответственно *(табл. 2)*.

В целом наивысшая частота отбора наблюдалась в комбинациях, представленных ранними сортами — 35,3%, Коломба × Крепыш, Удача × Белларoза, Чароит х Белларoза либо раннеспелыми и среднеранними сортами, такими как, Арктика х Эльбейда, Невский × Кармен, Кармен × ВР 808, ВР 808 × Кармен, Невский × Солнышко. У них же отмечена и максимальная продуктивность одного растения: Коломба × Крепыш - до

Табл. 2. Частота отбора и продуктивность перспективных образцов в 2023 г.

Гибридная комбинация	Тип скрещивания	Высажено в поле, шт.	Отобрано в поле, шт.	Частота отбора, %	Пределы продуктивности отобранных клонов, г/куст
Гибриды Магаданского НИИСХ – филиала ВИР					
Арктика × Крепыш	Среднеранний × ранний	30	7	23,3	850–1470
Арктика × Белларoза	Среднеранний × ранний	43	7	16,3	890–1300
Арктика × Гала	Среднеранний × скороспелый	47	4	8,6	985–1420
Арктика × Эльбейда	Среднеранний × ранний	19	6	31,6	1055–1825
Беттина × Гала	Среднеранний × скороспелый	16	3	18,8	860–1355
Коломба × Крепыш	Очень ранний × ранний	72	26	36,1	510–2010
Кроне × Белларoза	Среднеранний × ранний	25	7	28,0	885–1440
Кроне × Лабадиа	Среднеранний × среднеранний	16	3	18,8	1100–1580
Метеор × Гала	Ультраранний × скороспелый	20	5	25,0	970–1420
Удача × Белларoза	Раннеспелый × ранний	61	19	31,1	1090–1820
Чароит × Белларoза	Ультраранний × ранний	25	12	48,0	910–1800
Гибриды ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»					
Белларoза × Кармен	Ранний × раннеспелый	6	3	50,0	590–1950
ВР 808 × Кармен	Среднеранний × раннеспелый	33	12	36,4	455–1205
Зарево × Свитанок Киевский	Среднепоздний × среднеранний	9	1	11,1	445
Зольский × Камчатка	Среднепоздний × среднеранний	9	0	0	0
Индиго × ВР 808	Среднеранний × среднеранний	24	7	29,2	360–1390
Индиго × Камчатка	Среднеранний × среднеранний	36	7	19,4	320–1680
Кармен × ВР 808	Раннеспелый × среднеранний	40	12	30,0	320–1870
Невский × Кармен	Среднеранний × раннеспелый	7	3	42,9	1200–1400
Невский × Свитанок Киевский	Среднеранний × среднеранний	18	5	27,8	840–1710
Невский × Солнышко	Среднеранний × среднеранний	13	4	30,8	605–1050
Удача × Манифест	Раннеспелый × среднеранний	5	0	0	0
Всего		614			

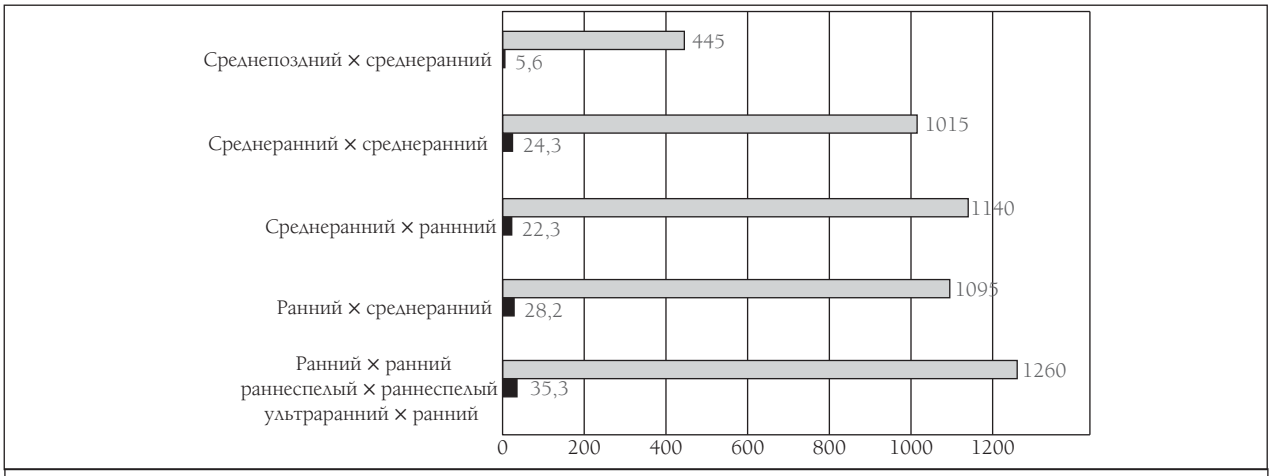

Рис. 1. Частота отбора (■, г/куст) и средняя продуктивность (□, %) гибридов в зависимости от типа скрещивания в 2023 г.

2010 г, Арктика х Эльбейда – до 1825 г, Кармен × ВР 808 – до 1870 г, Удача × Белларoза – 1820 г, Белларoза × Кармен – до 1950 г. Минимальная частота отбора у гибридов, где одна из родительских форм является среднепоздней, здесь также очень невысокая продуктивность одного растения *(рис. 1)*.

В 2024 г. в питомнике изучались гибриды Магаданского НИИСХ – филиал ВИР, отобранные в предыдущем году в питомнике сеянцев в виде одноклубнёвок. Было исследовано 446 одноклубневых гибридов 12 гибридных популяций. Большинство исследуемых гибридных популяций представлены комбинацией раннеспелых и среднеспелых/среднеранних сортов.

Питомник был посажен 27 мая, первые всходы отмечены 16 июня, массовые 21 июня. Общее состояние посадок оценивалось по фазам развития по 5-балльной шкале. У большинства гибридных комбинаций отмечено хорошее состояние растений, до пяти баллов во все периоды развития и отсутствие болезней. Ко времени уборки лишь у гибридов популяций Лабадиа × Рикарда и Чароит × Белларoза общая оценка была снижена до четырёх баллов, вследствие их отставания в развитии. Визуально лучшей по мощности развития выделялись гибриды популяции Рикарда × Гала (среднеранний х среднеранний), по типу куста большинство гибридов здесь, скорее всего, среднеспелые или позднеспелые, тем не менее, здесь отмечена высокая частота отбора перспективных клонов — 25,9% от количества высаженных в поле и их высокая продуктивность, достигающая у лучших образцов 805–1190 г/куст *(табл. 3)*.

Высокая продуктивность у отобранных клонов, превышающая 1200 г/куст, отмечена в популяциях Терра × Белларoза (ранний × ранний), Бетина м Белларoза (среднеранний × ранний), Кроне × Лабадиа (среднеранний × среднеранний), Флорице × Гала (раннеспелый × среднеранний) и Озирис × Гала (ультраранний × среднеранний). Все они представлены комбинацией ранних и среднеранних и среднеспелых сортов, что говорит о том, что в условиях Севера Дальнего Востока наиболее перспективным является селекция на основе

Табл. 3. Частота отбора и продуктивность перспективных образцов в 2024 г.

Гибридная популяция	Тип скрещивания	Высажено в поле, шт.	Отобрано для исследования, шт.	Частота отбора, % от высаженных в поле	Пределы продуктивности отобранных клонов, г/куст
Балтикроуз × Гала	Среднеспелый × среднеранний	32	10	31,3	610–1140
Бетина × Белларoза	Среднеранний × ранний	40	6	15,0	715–1215
Бетина × Гала	Среднеранний × среднеранний	40	7	17,5	795–1100
Джувел × Лабадиа	Сверхранний м среднеранний	23	7	30,4	580–1025
Кроне × Белларoза	Среднеранний × ранний	9	3	33,3	615–755
Кроне × Лабадиа	Среднеранний × среднеранний	33	7	21,2	650–1285
Лабадиа × Рикарда	Среднеранний × среднеранний	38	4	10,5	720–1100
Озирис × Гала	Ультраранний × среднеранний	59	12	20,3	630–1245
Рикарда м Гала	Среднеранний × среднеранний	58	15	25,9	805–1190
Терра × Белларoза	Ранний × ранний	42	10	23,8	785–1290
Флорице × Гала	Раннеспелый × среднеранний	48	10	20,8	720–1205
Чароит × Белларoза	Ультраранний × ранний	24	7	29,2	640–1030
Всего		446	98		

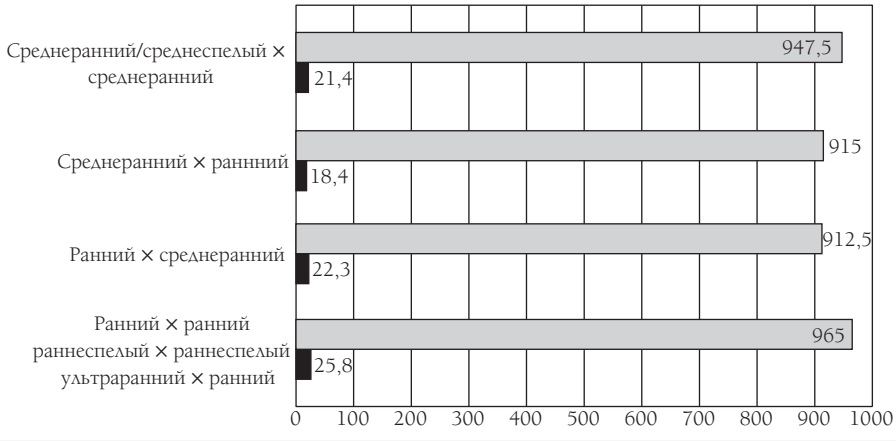

Рис. 2. Частота отбора (■, г/куст) и средняя продуктивность (□, %) гибридов в зависимости от типа скрещивания в 2024 г.

комбинаций, созданных по такому типу. Отмечено что продуктивность выше там, где хотя бы один из родителей представлен ранним сортом.

Сложные погодные условия повлияли как на частоту отбора в питомнике, так и на продуктивность одного растения. Как и в предыдущем году, высокая частота отбора отмечена у гибридов, представленных комбинацией ранних сортов — 25,8%, но максимальная — у гибридов, представленных комбинацией среднеспелых и среднеранних сортов — 31,3%. Частота отбора выше 30% отмечена в комбинациях, представленных ранними и среднеранними сортами, такими как Кроне × Белларoза (среднеранний × ранний), Джувел × Лабадиа (сверхранний × среднеранний) и Балтикроуз × Гала (среднеспелый × среднеранний) *(см. табл. 3)*.

По величине максимальной продуктивности гибриды различных типов скрещивания находились примерно на одном уровне, составляющем немногим более 1200 г. И только в группе, представленной комбинацией среднеспелых и среднеранних сортов, максимальная продуктивность была ниже и составила 1140 г. *(рис. 2)*.

В 2025 г. в питомнике изучались одноклубневые гибриды, полученные из ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки». В питомнике проходили исследование 110 одноклубневых гибридов 11 гибридных популяций. Посадка питомника проведена 30 мая. Первые всходы отмечены 16 июня. В большинстве гибридных популяций рост и развитие растений на начальных этапах было дружным и активным. Исключение составили гибриды популяций Барин х Регги и Танай х Люкс, где растения отличались более слабым развитием на начальных этапах. Однако к фазе цветения (I декада августа) растения выровнялись, хорошо и активно развивались. По мощности роста и развития выделены также гибриды популяций Чародей × Манифест (среднеранний × среднеранний), Барин × Регги (среднеспелый × раннеспелый), Барин × Люкс (среднеспелый × раннеспелый), Удача × Люкс (раннеспелый × раннеспелый).

В течение всего периода вегетации наблюдались единичные слаборазвитые растения в большинстве гибридных популяций, не достигшие ко времени уборки фазы цветения. Все они были отбракованы по признакам отставания в развитии. Наибольшее количество отстающих в развитии растений отмечалось в популяции Матушка х Солнышко (раннеспелый х среднеранний) — до 1/3 от высаженных гибридов.

Частота отбора перспективных гибридов в 2025 г. была довольно высокой, несмотря на то, что лишь в комбинациях Colette м Дарница (сверхранний × среднепоздний), Танай × Люкс (среднеранний × раннеспелый) и Чародей × Манифест (среднеранний × среднеранний) удалось выделить образцы с продуктивностью выше 1000 г/куст.

Погодные условия текущего года способствовали хорошему формированию клубней, но продуктивность была высокой лишь у отдельных гибридов. Максимальная масса клубней с одного растения, достигшая 1875 г, отмечена у гибрида популяции Colette × Дарница, представленного комбинацией сверхраннего и среднепоздного сортов *(табл. 4)*.

На частоту отбора некоторых популяций в текущем году повлияла не столько продуктивность растений, сколько высокие товарные качества и наличие интенсивной антоциановой окраски мякоти клубней. В основном это были комбинации, представленные среднепоздними сортами, как например, Bora Velley × BP 808, где отбор проводили преимущественно по признаку интенсивности антоциановой окраски мякоти клубней. Среди популяций, где отбор вели по максимальной продуктивности, наивысшая частота отбора отмечена в комбинациях среднеранних и ранних сортов.

Среди популяций, где отбор вели по максимальной продуктивности, наивысшая частота отбора (75%) отмечена в комбинациях среднеранних/ среднеспелых и

Табл. 4. Продуктивность и частота отбора перспективных гибридов в 2025 г.

Происхождение гибридов	Тип скрещивания	Высажено в поле, шт.	Отобрано для исследований, шт.	Частота отбора, %	Пределы продуктивности, г/куст
Bora Velley × BP 808	Среднепоздний × среднеранний	10	9	90,0	210–970
Colette × Дарница	Сверхранний × среднепоздний	4	3	75,0	440–1875
Азарт × Солнышко	Среднеранний × среднеранний	4	0	0	–
Барин × Люкс	Среднеспелый × раннийспелый	7	5	71,4	295–735
Барин × Регги	Среднеспелый × раннийспелый	2	2	100,0	380–750
Горняк × Дарница	Среднеранний × среднепоздний	7	5	71,4	460–745
Ирбитский × Дарница	Среднеспелый × среднепоздний	2	1	50,0	540
Матушка × Солнышко	Раннеспелый × среднеранний	52	17	32,1	360–875
Танай × Люкс	Среднеранний × ранспелый	4	3	75,0	575–1155
Удача × Люкс	Раннеспелый × ранспелый	13	4	30,8	490–710
Чародей × Манифест	Среднеранний × среднеранний	5	2	40,0	620–1320
Всего		110	51		

ранних, а также сверхраннего и среднепозднего сортов. Высокая, более 1000 г, продуктивность куста наблюдалась и в комбинациях среднеранних и среднеранних сортов, однако количество отобранных образцов здесь было почти в 3,5 раза меньше.

Низкой продуктивностью при невысокой для текущего года частоте отбора — менее 1/2 от максимальных значений, отличались популяции, полученные от скрещивания ранних/ультраранних и ранних/среднеранних сортов.

В комбинациях со среднепоздними сортами в целом отмечался высокий процент отобранных для дальнейших исследований образцов — 67–90% (учитывая и растения, выделенные по признаку интенсивности антоцианової окраски мякоти клубня). В этой группе выявлена и наиболее высокопродуктивная в 2025 г. комбинация Colette × Дарница (сверхранний × среднепоздний). Однако, когда среднепоздний сорт использовался в виде материнской формы, продуктивность образцов существенно снижалась, в два раза и более *(рис. 3)*.

Результаты трёхлетних исследований показывают, что больше всего перспективных образцов на начальных этапах исследований можно отобрать в комбинациях, представленных раннеспелыми сортами, в среднем за три года здесь отобрано около трети образцов. Практически одинаковое количество образцов, около четверти от исследуемых отобрано в комбинациях от скрещивания раннеспелых и среднеспелых сортов, а меньше всего от комбинации среднеспелых сортов.

Высокая частота отбора образцов в комбинациях, представленных среднепоздними сортами, объясняется использованием в скрещивании сверхраннего сорта, что способствует повышению продуктивности гибридов, а также отбором в данной группе образцов преимущественно по признакам качества клубней, например интенсивности антоцианової окраски мякоти *(рис. 4)*.

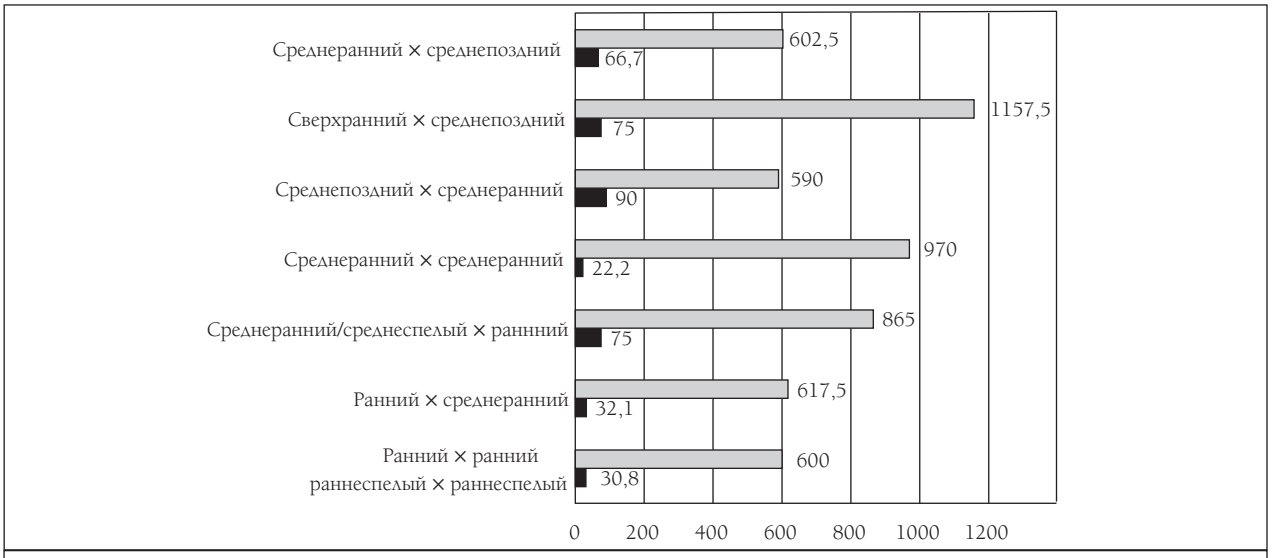

Рис. 3. Частота отбора (■, г/куст) и продуктивность (□, %) гибридов в зависимости от типа скрещивания в 2025 г.

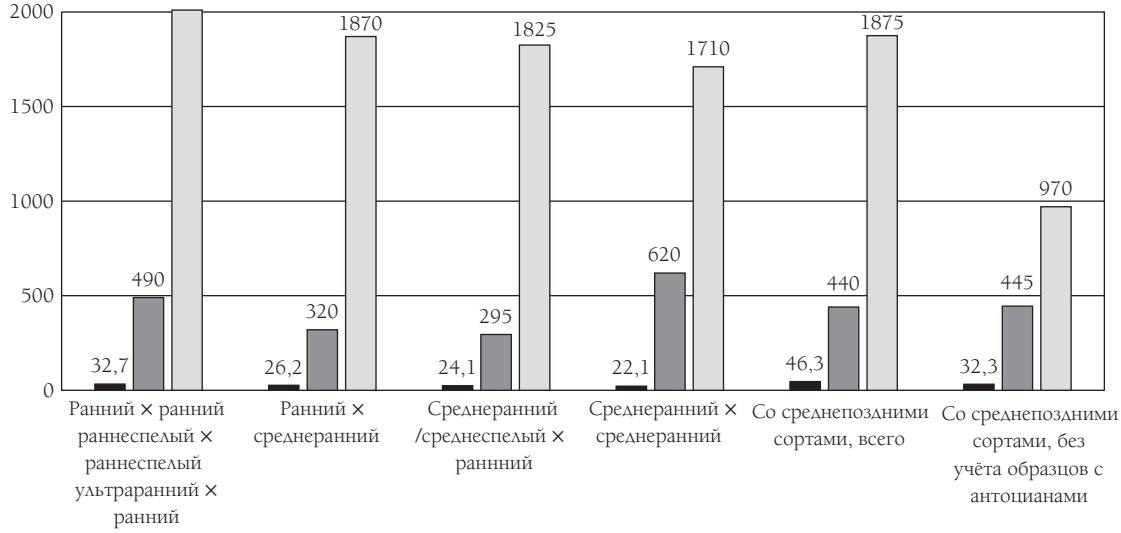

Рис. 4. Частота отбора (■, г/куст), минимальная (▩) и максимальная (□) продуктивность (%) гибридов в зависимости от типа скрещивания в среднем за три года

Выводы

Частота отбора перспективных образцов и их продуктивность в условиях Магаданской области существенно зависят от типа родительских форм, участвующих в скрещивании. Наиболее перспективными являются комбинации, представленные ранними и среднеранними сортами, такие как Коломба × Крепыш, Арктика × Эльбейда, Удача × Белларoза, Чароит × Белларoза. Здесь отмечена высокая частота отбора и продуктивность полученных гибридов.

При благоприятных условиях хороший потенциал отмечен у гибридов, чьи родительские формы представлены также и среднепоздними сортами. Однако, как показывает практика, исследование по таким гибридам обычно заканчивается на этапе предварительного испытания. Связано это с существенным снижение урожайности в дальнейшем и плохой вызреваемости клубней.

Литература

1. Аникина, О.В. Создание и оценка новых генотипов картофеля с применением методов традиционной селекции / О.В. Аникина, И.В. Ким // Дальневосточный аграрный вестник. – 2024. – Том 18. – № 1. – С. 5–15.
2. Башлакова, О.Н. Оценка перспективных селекционных образцов картофеля в условиях Кировской области / О.Н. Башлакова, Н.Ф. Синцова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – №8 (178). – С. 23-28.
3. Башлакова, О.Н. Оценка перспективных селекционных образцов картофеля в условиях Кировской области / О.Н. Башлакова, Е.А. Будина, Н.Ф. Синцова // Аграрный вестник Юго-Востока. -2018. – № 3. – С. 11-14.
4. Гинтер, Е.В. Современное состояние и перспективы развития картофелеводства в Магаданской области / Е.В. Гинтер // Теоретические и прикладные проблемы АПК. – 2021. – №1(47). – С. 43-47.
5. Попова, Л.А. Результаты оценки гибридов картофеля в питомниках селекционного процесса в условиях Архангельской области / Л.А. Попова, А.А. Шаманин, Л.Н. Головина, О.Ю. Павловская // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 102–109.
6. Попова Л.А., Головина Л.Н., Шаманин А.А. Изучение сортономеров картофеля в селекционном процессе в северных регионах России./ Л.А. Попова, Л.Н. Головина, А.А. Шаманин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2024. – №54(2). –С. 40-47.
7. Попова, Л.А. Оценка адаптивности сортообразцов картофеля в условиях северных территорий Архангельской области / Л.А. Попова, Л.Н. Головина, В.В. Гинтов, А.А. Шаманин // Картофель и овощи. – 2021. – № 1. – С. 34-37.
8. Рафальский, С.В. Итоги практической селекции культуры картофеля в Приамурье/ С.В. Рафальский, О.М. Рафальская // Дальневосточный аграрный вестник. – 2009. – № 4. – С. 18-20.
9. Синицына, С.М. Роль сорта и агротехнических факторов в формировании урожайности картофеля в условиях Европейского Севера России / С.М. Синицына, Т.А. Данилова, О.В. Тюпышева, Л.А. Попова // Вестник защиты растений. – 2007. – № 3. – С. 56–64.
10. Тищенко, Г.В. Оценка гибридных комбинаций на раннеспелость и продуктивность в питомнике сеянцев / Г.В. Тищенко // Теоретические и прикладные проблемы АПК. – 2023. – №4(58). С. 40-45
11. Тищенко, Г.В. Результаты эколого-географического испытания сортов картофеля селекции Камчатского НИИСХ в условиях Магаданской области / Г.В. Тищенко, Г.Ю. Казаченко, Е.В. Гинтер // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2025. – №3. – С. 44-48.

12. Фандеева, Я.Д. Особенности возделывания картофеля в Магаданской области и перспективы его развития / Я.Д. Фандеева // Молодой ученый. – 2013. – № 3 (50). – С. 536-538.

References

1. Anikin, O. V. Creation and evaluation of new potato genotypes using traditional breeding methods / O. V. Anikin, I. V. Kim // Far Eastern Agrarian Bulletin. – 2024. – Vol. 18. – No. 1. – P. 5–15.
2. Bashlakova, O. N. Evaluation of promising potato breeding samples in the Kirov region / O. N. Bashlakova, N. F. Sintsova // Bulletin of the Altai State Agrarian University. – 2019. – No. 8 (178). – P. 23-28.
3. Bashlakova, O. N. Evaluation of promising potato breeding samples in the Kirov region / O. N. Bashlakova, E. A. Budina, N. F. Sintsova // Agrarian Bulletin of the South-East. – 2018. – No. 3. – P. 11-14.
4. Ginter, E. V. Current state and prospects for the development of potato growing in the Magadan region / E. V. Ginter // Theoretical and applied problems of the agro-industrial complex. – 2021. – No. 1 (47). – P. 43-47
5. Popova, L. A. Results of evaluating potato hybrids in nurseries of the breeding process in the Arkhangelsk region / L. A. Popova, A. A. Shamanin, L. N. Golovina, O. Yu. Pavlovskaya // Bulletin of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences". – 2024. – No. 7 (73). – P. 102-109.
6. Popova L. A., Golovina L. N., Shamanin A. A. Study of potato variety numbers in the breeding process in the northern regions of Russia. / L.A. Popova, L.N. Golovina, A.A. Shamanin // Siberian Bulletin of Agricultural Science. -2024. -№54(2). –P. 40-47.
7. Popova, L.A. Evaluation of the adaptability of potato variety accessions in the conditions of the northern territories of the Arkhangelsk region / L.A. Popova, L.N. Golovina, V.V. Gintov, A.A. Shamanin // Potatoes and vegetables. – 2021. – No. 1. – P. 34-37.
8. Rafal'skiy, S.V. Results of practical selection of potato crops in the Amur region / S.V. Rafal'skiy, O.M. Rafal'skaya // Far Eastern Agrarian Bulletin. – 2009. – No. 4. – Pp. 18-20.
9. Sinitsyna, S.M. The role of variety and agrotechnical factors in the formation of potato yield in the conditions of the European North of Russia / S.M. Sinitsyna, T.A. Danilova, O.V. Tyupysheva, L.A. Popova // Bulletin of Plant Protection. – 2007. – No. 3. – P. 56–64.
10. Tishchenko, G.V. Evaluation of hybrid combinations for early maturity and productivity in a seedling nursery / G.V. Tishchenko // Theoretical and applied problems of the agro-industrial complex. – 2023. – No. 4 (58). P. 40–45.
11. Tishchenko, G.V. Results of the ecological and geographical testing of potato varieties bred at the Kamchatka Research Institute of Agriculture in the conditions of the Magadan Region / G.V. Tishchenko, G.Yu. Kazachenko, E.V. Ginter // Theoretical and applied problems of the agro-industrial complex. – 2025. – No. 3. – P. 44-48.
12. Fandeeva, Ya.D. Features of potato cultivation in the Magadan Region and prospects for its development / Ya.D. Fandeeva // Young scientist. – 2013. – No. 3 (50). – P. 536-538.

G. V. Tishchenko, N. V. Fedosova, E. V. Ginter

Magadan Scientific Research Institute of Agriculture – branch of the Federal State Budgetary Institution of the N. I. Vavilov All–Russian Institute of Plant Genetic Resources

galinataiga@mail.ru

EFFICIENCY OF SELECTION OF PROMISING SAMPLES IN A FIRST–YEAR HYBRID NURSERY DEPENDING ON THE CROSSING TYPE

The Magadan Region is characterized by extreme agroclimatic conditions for agricultural crop growth. The lack of warmth (the average daily temperature in July does not exceed 11.0–13.5°C) allows local farmers to cultivate only cold–resistant crops in open ground, the most important of which is potatoes [1]. The development of potato cultivation and the maintenance of stable gross production in the industry are possible through the use of varietal resources that are characterized by consistently high productivity potential. Therefore, the development of varieties with increased resistance to key phytopathogens, biotic and abiotic factors, and with greater adaptive potential to specific growing conditions is particularly relevant and has practical significance, which is determined by obtaining high potato yields. This paper presents the results of the evaluation and selection of promising potato breeding samples in a first–year nursery. The research was conducted from 2023 to 2025 to identify promising hybrid potato combinations characterized by a high selection frequency and productivity in the Magadan Region. More than 1,170 single–tuber hybrids from 45 hybrid combinations were studied. Weather conditions during the study years varied significantly in temperature and humidity. The research revealed that the frequency of selection of promising samples and their productivity in the Magadan Region depend significantly on the type of parental forms involved in the crossing. The most promising combinations are those represented by early and mid–early varieties, which have a high selection frequency and productivity of the resulting hybrids (Colomba x Krepysh, Arktika x Elbeida, Udacha x Bellarosa, Charoit x Bellarosa). Under favorable conditions, good potential was noted in hybrids whose parental forms are also represented by mid–late varieties. However, as practice shows, research on such hybrids usually ends at the preliminary testing stage. This is due to a significant reduction in subsequent yield and poor tuber maturity.

Key words: potato, breeding, hybrid combinations, selection frequency, productivity, clones.

Динамика изменения энергии прорастания и лабораторной всхожести семян Chrysanthemum coronarium L. сорта «Узорчатая» при различных сроках хранения

УДК 631.53.01
DOI: 10.32935/2221-7312-2026-68-2-18-23

Э. Тчуда Лопеш Мам[1], Е. В. Романова[1] (к.с.–х.н.)**, М. С. Гинс[1,2]** (д.б.н.)**, В. К. Гинс[2]** (д.б.н.)**, П. Кезимана[1]** (к.б.н.)**, Г. А. А. Канчана[1]**
[1]Российский университет дружбы народов,
[2]Федеральный научный центр овощеводства,
romanova–ev@rudn.ru

Актуальность исследования обусловлена недостаточной изученностью динамики посевных качеств семян хризантемы овощной (Chrysanthemum coronarium L.) при длительном хранении. Цель работы – оценить влияние срока хранения (0, 1 и 2 года) на энергию прорастания, лабораторную всхожесть и морфометрические показатели проростков семян сорта «Узорчатая», а также установить практически значимые пороговые периоды хранения. Исследование проводилось в 2022–2024 гг. на базе РУДН. Опыт закладывали в трёхкратной повторности (3 репликации по 100 семян); проращивание вели в термостате при +26°С с учётом на 2, 3, 5, 7 и 11-е сутки. В результате свежие семена (2022 г.) показали энергию прорастания 46,7% и лабораторную всхожесть 87%, а после года хранения (2023 г.) значения составляли 40 и 75%, соответственно, при этом снижение не превышало $НСР_{05}$ = 14,5 п.п. и является практически незначимым. После двух лет хранения (2024 г.) зафиксировано достоверное снижение: энергия прорастания – 32,0%, лабораторная всхожесть – 60% (ANOVA: $F = 1235,2$; $p < 0,001$). На протяжении всего периода наблюдений длина первичного корня на 11-е сутки последовательно уменьшалась – от 4,5 см у свежих семян до 3,5 см у семян двухлетнего хранения. Аналогичная тенденция выявлена и для высоты проростка – 7,9 и 6,7 см, соответственно. Регрессионный анализ показал, что убыль лабораторной всхожести подчиняется линейной зависимости: $y = 87,5 – 13,5x$ при высоком коэффициенте детерминации ($R^2 = 0,996$, $p = 0,041$). Таким образом установлено, что семена хризантемы овощной сохраняют посевные кондиции и пригодны к использованию без дополнительных ограничений только в первый год хранения.

Ключевые слова: хризантема овощная (*Chrysanthemum coronarium* L.), посевные качества семян, энергия прорастания, лабораторная всхожесть, морфометрия проростков, срок хранения семян.

Введение

Хризантема овощная (*Chrysanthemum coronarium* L.), традиционно возделывается в странах Восточной и Юго-Восточной Азии как листовой овощ и лекарственное растение. В последние годы интерес к ней заметно вырос и за пределами исторического ареала распространения – прежде всего в связи с высоким содержанием биологически активных соединений: флавоноидов, хлорогеновых кислот и каротиноидов, обусловливающих её антиоксидантные и противовоспалительные свойства [3]. В России культура проходит стадию интродукции: в частности, сорт «Узорчатая», созданный при участии ФНЦО и включённый в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации, открывает реальные перспективы для промышленного возделывания.

Несмотря на возрастающий интерес к ней как к функциональному продукту питания, данные о сохранении посевных качеств семян при длительном хранении, особенно для отечественных сортов, в литературе практически отсутствуют. Более того, эффективность семенного размножения и экономическая ценность семян напрямую зависят от их посевных качеств, ключевыми показателями которых являются энергия прорастания и лабораторная всхожесть [8].

Для нетрадиционных овощных культур, к которым относится хризантема овощная, фундаментальные данные о динамике изменения жизнеспособности семян в процессе послеуборочного хранения часто ограничены [2]. Между тем, установление оптимальных сроков хранения имеет первостепенное практическое значение для семеноводства, позволяя минимизировать потери и гарантировать получение выровненных всходов [4]. Вопрос сохранения кондиционности семян во времени особенно актуален для новых и малораспространённых сортов, таких как «Узорчатая».

Настоящее исследование впервые характеризует многолетнюю динамику жизнеспособности семян сорта «Узорчатая» с применением современных статистических методов и устанавливает «критический» срок хранения, после которого происходит достоверное снижение посевных качеств. Полученные результаты имеют прикладное значение для семеноводства [5].

Цель работы — оценить влияние различных сроков хранения на энергию прорастания, лабораторную

всхожесть семян хризантемы овощной сорта «Узорчатая» (*Chrysanthemum coronarium* L.) и морфометрические показатели проростков.

Материал и методы исследования

Объект исследования: единая партия семян хризантемы овощной (*Chrysanthemum coronarium* L.) сорта «Узорчатая», урожая 2022 г. Оценку посевных качеств проводили в трёх временных точках: непосредственно после сбора урожая (2022 г., 0 лет хранения), через 1 год (2023 г.) и через 2 года (2024 г.). Хранение осуществляли в темноте при температуре +5 ± 1°C и относительной влажности воздуха 45–50%.

В каждом годовом цикле опыт закладывали в трёхкратной повторности (3 репликации × 100 семян = 300 семян в год). Проращивание вели в термостате при +26°C. Учёт проросших семян (критерий – длина корешка ≥ 2 мм), длины корня и высоты проростка проводили на 2, 3, 5, 7 и 11-е сутки согласно общепринятым методикам [1].

Энергию прорастания (3-и сутки) и лабораторную всхожесть (11-е сутки) рассчитывали по стандартным формулам [6]. Достоверность различий проверяли однофакторным дисперсионным анализом (ANOVA) с апостериорным критерием Тьюки. Линейную регрессию всхожести на срок хранения вычисляли методом наименьших квадратов. Все расчёты выполнены в Past 4.03 [5].

Результаты исследования и их обсуждение

Динамика накопленной всхожести по всем пяти точкам учёта представлена на *рис. 1*. Во все три года наблюдался характерный S-образный профиль прорас-

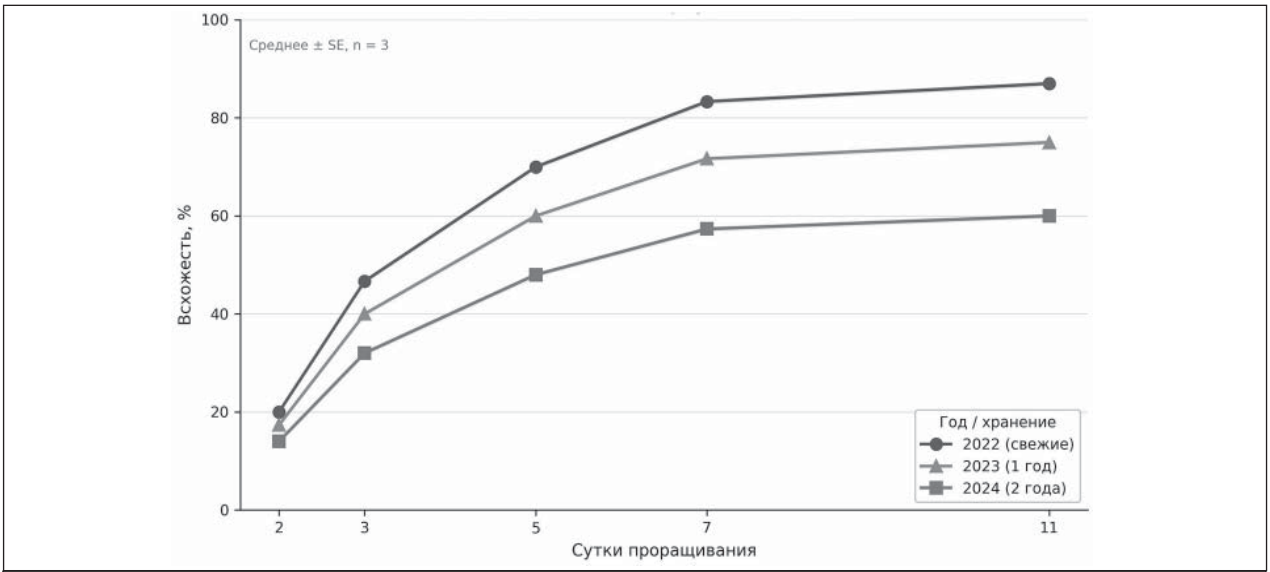

Рис. 1. Динамика прорастания семян *Chrysanthemum coronarium* L. сорта «Узорчатая» при различных сроках хранения

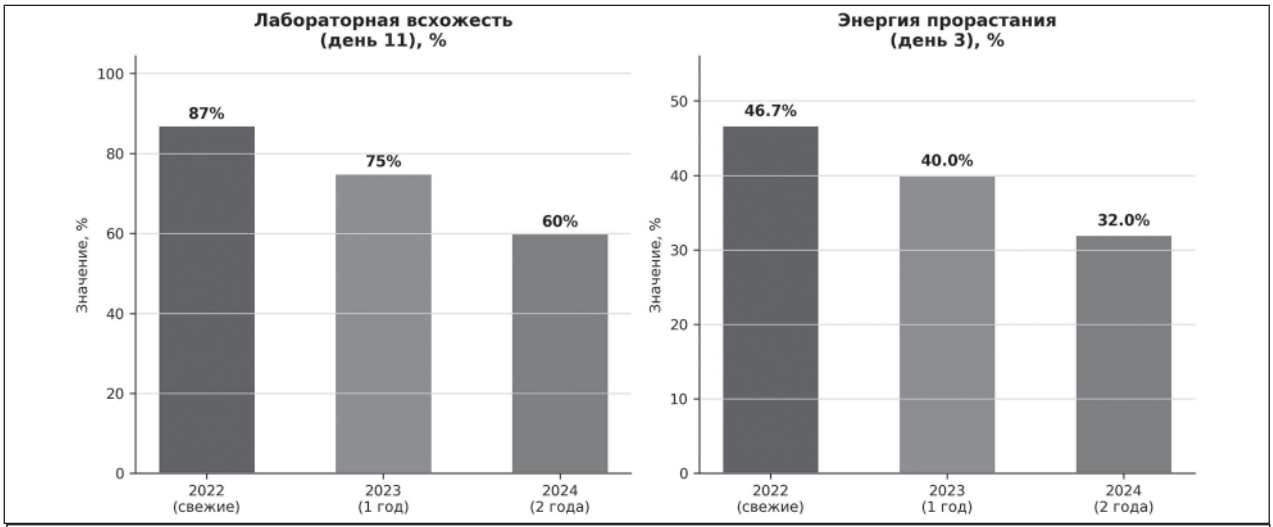

Рис. 2. Лабораторная всхожесть (день 11) и энергия прорастания (день 3) семян сорта «Узорчатая» в зависимости от срока хранения (среднее по трем репликациям)

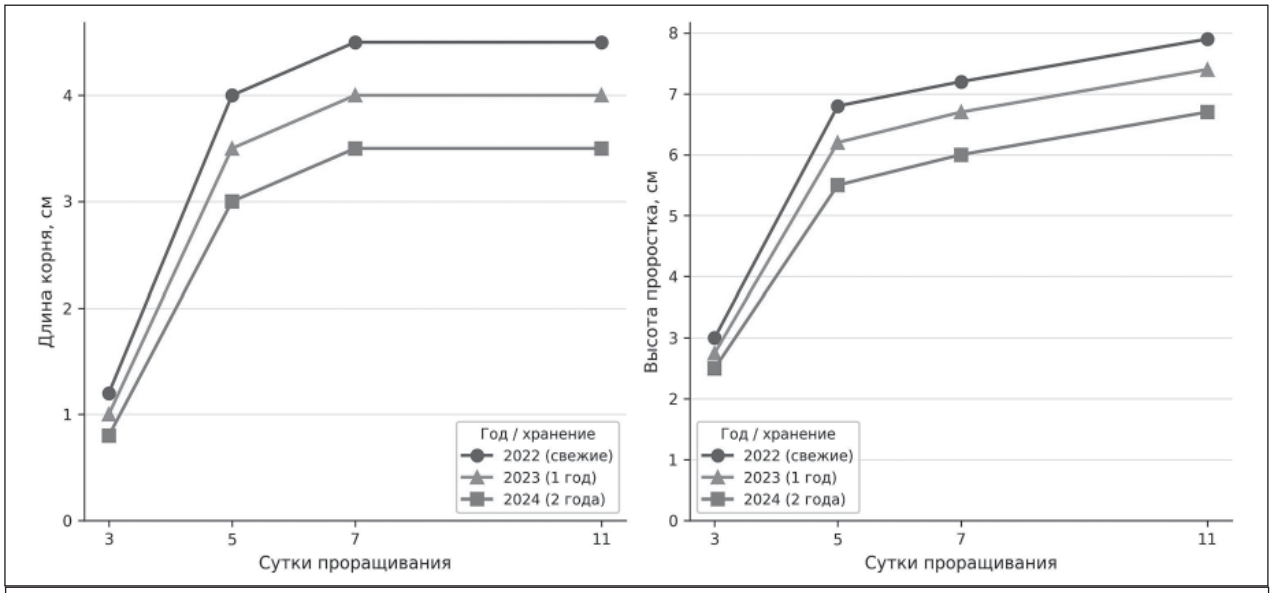

Рис. 3. Динамика морфометрических показателей проростков Chrysanthemum coronarium L. сорта «Узорчатая» при различных сроках хранения (среднее по трем репликациям)

тания: наиболее интенсивный прирост отмечался между 2-ми и 7-ми сутками, после чего кривая постепенно выходила на плато к 11-м суткам. Наклон кривых и их конечные значения закономерно снижались с увеличением срока хранения.

Итоговые показатели — энергия прорастания (3-и сутки) и лабораторная всхожесть (11-е сутки) — по годам наблюдений представлены на *рис. 2*. Свежие семена (2022 г.) показали наилучшие результаты: лабораторная всхожесть – 87%, энергия прорастания — 46,7%. После одного года хранения (2023 г.) показатели составили 75% и 40% соответственно. После двух лет хранения (2024 г.) они снизились до 60% и 32%.

Морфометрические показатели проростков по годам и срокам учёта представлены на *рис. 3*. В отличие от предыдущих экспериментов, морфометрия демонстрирует чёткую зависимость от срока хранения: длина корня на 11-е сутки уменьшилась с 4,5 см (2022 г.) до 4,0 см (2023 г.) и 3,5 см (2024 г.); высота проростка — с 7,9 до 7,3 и 6,7 см соответственно.

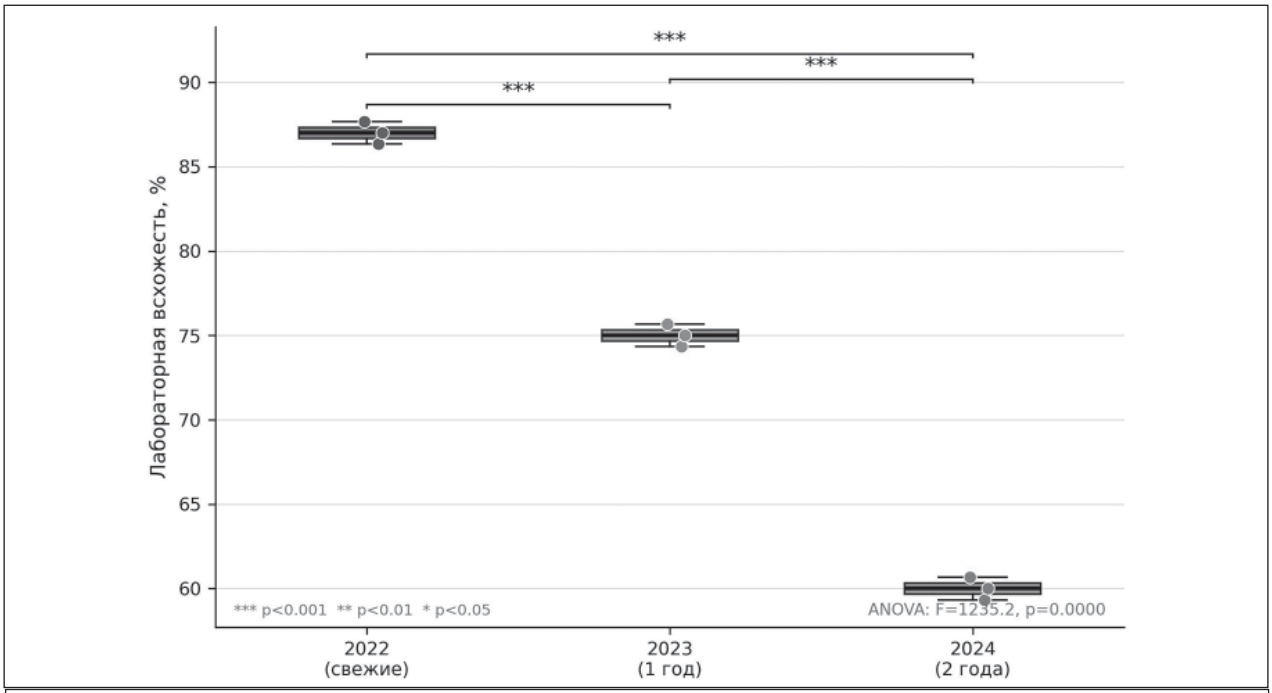

Рис. 4. Сравнение лабораторной всхожести семян сорта «Узорчатая» (день 11) при различных сроках хранения (p <0,001; ANOVA: F = 1235,2, p <0,001)

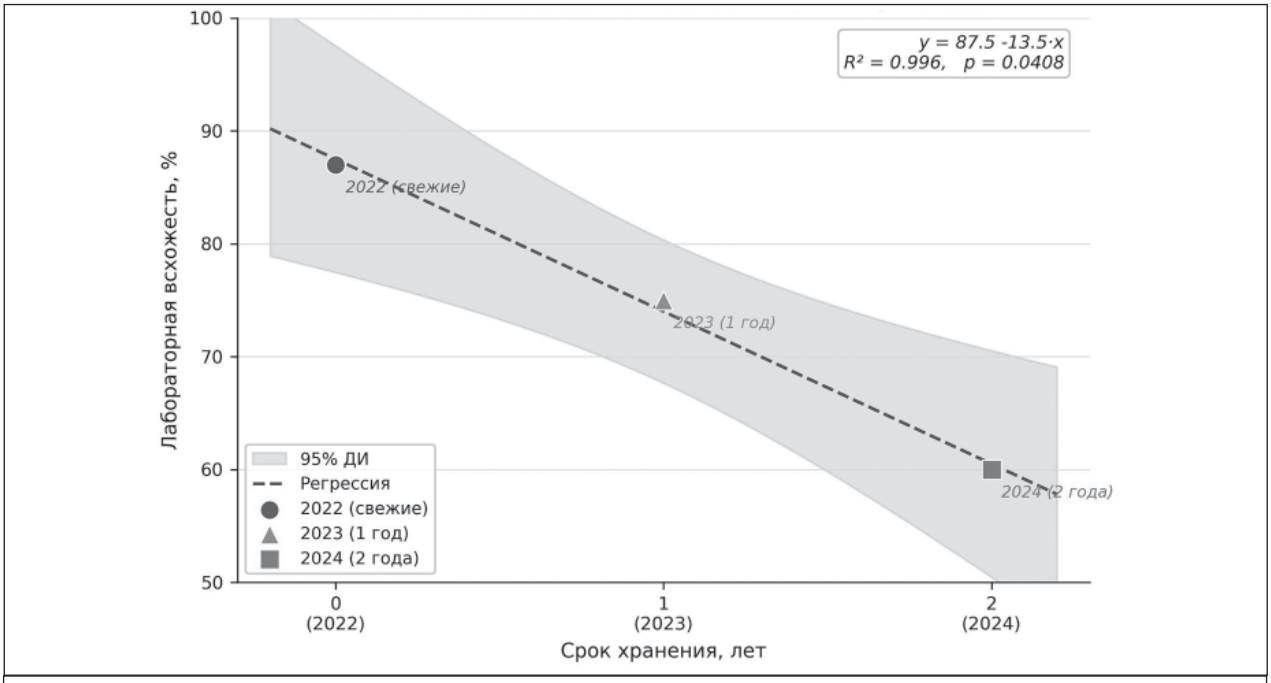

Рис. 5. Зависимость лабораторной всхожести семян сорта «Узорчатая» от срока хранения (линейная регрессия y = 87,5 – 13,5x; R2 = 0,996; p = 0,041; 95% ДИ – серая область)

Результаты статистического сравнения лабораторной всхожести между тремя годами хранения представлены на *рис. 4*. Все попарные различия достоверны на уровне p <0,001. ANOVA выявил высоко значимый эффект срока хранения: F = 1235,2; p < 0,001. Разница 2022–2023 гг. (12 п.п.) не превышает $НСР_{05}$ = 14,5 п.п., тогда как разница 2022–2024 гг. (27 п.п.) является и статистически, и практически значимой.

Линейная регрессия лабораторной всхожести на срок хранения *(рис. 5)* описывается уравнением y = 87,5 – 13,5·x (R^2 = 0,996; p = 0,041). Это означает убыль всхожести примерно на 13,5 п.п. за каждый год хранения. Высокий коэффициент детерминации (R^2 = 0,996) подтверждает линейный характер зависимости в исследованном диапазоне.

Полученные данные согласуются с общебиологической закономерностью постепенной потери жизнеспособности семян при хранении, в основе которой лежат процессы окислительного стресса и программируемой клеточной смерти [7].

Важным практическим результатом является не просто констатация тренда снижения, но и точное определение «критического» порогового срока для данного сорта: первый год хранения в контролируемых условиях не приводит к практически значимому ухудшению посевных качеств, тогда как второй год хранения влечёт за собой их достоверное снижение.

Также необходимо отметить параллельное снижение морфометрических показателей проростков по мере увеличения срока хранения. Уменьшение длины корня с 4,5 до 3,5 см и высоты надземной части с 7,9 до 6,7 см к 11-м суткам свидетельствует о том, что хранение оказывает негативное воздействие не только на пропорцию прорастающих семян, но и на ростовую активность уже запустившихся проростков. Такие угнетённые проростки формируют более слабую корневую систему, что снижает стрессоустойчивость растений в начальный период вегетации и может негативно сказаться на конечной урожайности даже при достаточной полевой всхожести.

Выводы

Семена хризантемы овощной сорта «Узорчатая» урожая 2022 года обладают высокими исходными посевными качествами: энергия прорастания – 46,7% (3-и сутки), лабораторная всхожесть – 87% (11-е сутки).

Хранение в течение одного года при +5 ± 1°C и влажности 45–50% не приводит к практически значимому снижению посевных качеств (лабораторная всхожесть 75%, разница 12,0 п.п. <$НСР_{05}$ = 14,5 п.п.), что позволяет рекомендовать семена первого года хранения для производственных посевов.

Двухлетнее хранение семян сопровождается существенным падением посевных качеств, выходящим за пределы агрономически допустимой нормы: лабораторная всхожесть опустилась до 60% (снижение на 27 п.п. относительно исходного уровня), энергия прорастания – до 32% (на 14,7 п.п.); различия между вариантами достоверны (ANOVA: F = 1235,2; p < 0,001). Партии семян данного срока хранения перед использованием в производстве подлежат обязательному контрольному анализу всхожести.

Угнетение ростовых процессов при хранении затрагивает не только долю прорастающих семян, но и физиологическую полноценность формирующихся проростков. У семян двухлетнего хранения длина первичного корня на 11-е сутки составила 3,5 см против 4,5 см у свежих семян, высота надземной части – 6,7 против 7,9 см. Подобное угнетение ростовой активности свидетельствует о накоплении субклеточных повреждений, не препятствующих прорастанию как таковому, однако заметно снижающих стартовый потенциал проростка.

Между лабораторной всхожестью и сроком хранения установлена тесная линейная зависимость, описываемая уравнением $y = 87{,}5 – 13{,}5x$ ($R^2 = 0{,}996$; $p = 0{,}041$): каждый год хранения сопряжён с убылью всхожести примерно на 13,5 п.п. Практическая ценность полученного уравнения состоит в возможности его непосредственного применения для прогноза посевных качеств партии и научно обоснованного пересчёта нормы высева без проведения повторного лабораторного анализа.

Литература

1. Гавриленко, В. Ф. Большой практикум по физиологии растений: учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений/ В.Ф. Гавриленко, Т.А. Ладыгина, Л.М. Хандобина. – М.: Издательский центр «Академия», 2019. – 432 с.
2. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – Взамен ГОСТ 12038–66; Введ. 1986-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1984. – 60 с.
3. Киру, С.Д. Особенности семеноведения малораспространенных овощных культур/ С.Д. Киру, Н.В. Агафонов // Овощи России. – 2021. – № 2. – С. 12–16.
4. Леунов, В.И. Новые и нетрадиционные овощные растения: учебное пособие/ В.И. Леунов, Г.И. Тараканов. – М.: РУДН, 2018. – 232 с.
5. Петренко, Н. В. Научные основы хранения семян сельскохозяйственных культур / Н. В. Петренко // Вестник РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. – 2020. – № 3. – С. 124–135.
6. Решетова, О.В. Статистические методы в биологических и сельскохозяйственных исследованиях с использованием R и Excel/ О. В. Решетова, В.П. Бессчетнов. – СПб.: Лань, 2021. – 332 с.
7. El-Maarouf-Bouteau, H. DNA alteration and programmed cell death during ageing of sunflower seed/ H. El-Maarouf-Bouteau, C. Mazuy, F. Corbineau, C. Bailly // Journal of Experimental Botany. – 2011. – Vol. 62, № 14. – P. 5003–5011.
8. International Seed Testing Association (ISTA). International Rules for Seed Testing. – Bassersdorf, Switzerland: The Association, 2023. – 296 p.

References

1. Gavrilenko, V. F. Bol`shoj praktikum po fiziologii rastenij: ucheb. posobie dlya stud. vy`ssh. ucheb. Zavedenij/ V.F. Gavrilenko, T.A. Lady`gina, L.M. Xandobina. – M.: Izdatel`skij centr «Akademiya», 2019. – 432 s.
2. GOST 12038–84. Semena sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur. Metody` opredeleniya vsxozhesti. – Vzamen GOST 12038–66; Vved. 1986-01-01. – M.: Izdatel`stvo standartov, 1984. – 60 s.
3. Kiru, S.D. Osobennosti semenovedeniya malorasprostranenny`x ovoshhny`x kul`tur/ S.D. Kiru, N.V. Agafonov // Ovoshhi Rossii. – 2021. – № 2. – S. 12–16.
4. Leunov, V.I. Novy`e i netradicionny`e ovoshhny`e rasteniya: uchebnoe posobie/ V.I. Leunov, G.I. Tarakanov. – M.: RUDN, 2018. – 232 s.
5. Petrenko, N. V. Nauchny`e osnovy` xraneniya semyan sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur / N. V. Petrenko // Vestnik RGAU-MSXA imeni K. A. Timiryazeva. – 2020. – № 3. – S. 124–135.
6. Reshetova, O.V. Statisticheskie metody` v biologicheskix i sel`skoxozyajstvenny`x issledovaniyax s ispol`zovaniem R i Excel/ O. V. Reshetova, V.P. Besschetnov. – SPb.: Lan`, 2021. – 332 s.
7. El-Maarouf-Bouteau, H. DNA alteration and programmed cell death during ageing of sunflower seed/ H. El-Maarouf-Bouteau, C. Mazuy, F. Corbineau, C. Bailly // Journal of Experimental Botany. – 2011. – Vol. 62, № 14. – P. 5003–5011.
8. International Seed Testing Association (ISTA). International Rules for Seed Testing. – Bassersdorf, Switzerland: The Association, 2023. – 296 p.

Erickson T. Lopes Mam[1], E.V. Romanova[1], M.S. Gins[1,2], V.K. Gins[2], P.Kezimana[1], G.A. A. Kanchana[1]

[1]Peoples' Friendship University of Russia ,
[2]Federal Scientific Center for Vegetable Growing
romanova–ev@rudn.ru

DYNAMICS OF CHANGES IN GERMINATION ENERGY AND LABORATORY GERMINATION OF CHRYSANTHEMUM CORONARIUM L. CV. UZORCHATAYA UNDER DIFFERENT STORAGE PERIODS

The relevance of this study is determined by the insufficient knowledge of seed quality dynamics in vegetable chrysanthemum (Chrysanthemum coronarium L.) during long–term storage. The aim of the work was to assess the effect of storage duration (0, 1, and 2 years) on germination energy, laboratory germination, and seedling morphometric parameters of the cultivar 'Uzorchataya', and to establish practically significant threshold storage periods. The study was conducted in 2022–2024 at RUDN University. Experiments were set up in three replications of 100 seeds each; germination was carried out in a thermostat at +26 °C with assessments on days 2, 3, 5, 7, and 11. Freshly harvested seeds (2022) showed a germination energy of 46.7% and a laboratory germination of 87%. After one year of storage (2023), values were 40% and 75% respectively – the decline did not exceed LSD_{05} = 14.5 percentage points and was practically insignificant. After two years of storage (2024), a statistically significant decrease was recorded: germination energy – 32%, laboratory germination – 60% (ANOVA: $F = 1235.2$; $p < 0.001$). Throughout the observation period, primary root length at day 11 declined consistently – from 4.5 cm in freshly harvested seeds to 3.5 cm after two years of storage; a similar trend was observed for shoot height (7.9 and 6.7 cm, respectively). Regression analysis revealed that the decline in laboratory germination follows a linear pattern: $y = 87.5 - 13.5 \cdot x$, with a high coefficient of determination ($R^2 = 0.996$; $p = 0.041$). Accordingly, seeds stored for up to one year retain their sowing quality and may be used without additional restrictions.

Key words: vegetable chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium* L.), seed sowing quality, germination energy, laboratory germination, seedling morphometrics, seed storage period.

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 TIFF, 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.

Exploring Beekeeping Practices in the Context of Climate Change: A Case Study of the Municipality of Bonbon, Haiti

УДК 638.1
DOI: 10.32935/2221-7312-2026-68-2-24-30

Felicia Toussaint, Hébreu François
MInstitut des Sciences, des Technologies et des Etudes Avancées d'Haïti (ISTEAH),
felicitou@yahoo.fr

Beekeeping plays a fundamental role in food security and biodiversity conservation, particularly in rural areas of Haiti. However, this activity is increasingly affected by the impacts of climate change. This study, conducted in the commune of Bonbon (Grand'Anse Department), aims to examine local beekeeping practices, identify the main impacts of climate change on apiculture, and analyze the adaptation mechanisms developed by beekeepers. The methodology adopted is based on a mixed approach combining a questionnaire administered to 17 beekeepers, semi-structured interviews, and field observations. The results indicate that 65% of beekeepers observed a decrease in flowering, 59% reported off-season blooming, and 82% noted an intensification of climatic hazards, particularly prolonged droughts and more severe storms. These disruptions result in reduced honey production, decreased bee populations, and increased colony aggressiveness. In response to these challenges, most beekeepers have adopted various adaptation strategies, such as planting drought-resistant melliferous species, providing supplementary feeding to colonies, and relocating hives to more favorable areas. Nevertheless, constraints remain, including a lack of appropriate beekeeping equipment and insufficient specialized training on bee diseases. The study highlights the need to strengthen the technical and institutional capacities of beekeepers and to integrate climate resilience into rural development policies to promote sustainable beekeeping that is better adapted to current environmental realities.

Ключевые слова: beekeeping, resilience, honeybee, beekeepers, adaptation.

Introduction

Climate change represents one of the most pressing environmental challenges of the 21st century, exerting multiple impacts on agroecological systems, particularly in developing countries. According to the Intergovernmental Panel on Climate Change [8], rising average temperatures, increased precipitation variability, and the growing frequency of extreme weather events are compromising ecosystem stability and undermining the livelihoods of rural populations. These changes profoundly affect global food security by exacerbating the vulnerability of traditional agricultural production systems [7, 4].

Among the agricultural sectors particularly exposed to these disruptions is beekeeping, an activity intimately linked to ecological cycles and floral biodiversity [15]. The productivity and health of bee colonies depend closely on the availability of melliferous plants, favorable climatic conditions, and the natural regulation of diseases and parasites [10]. In many tropical regions, beekeepers are already observing tangible effects of climate disruption: changes in flowering phenology, reduced honey yields, increased colony mortality, and altered bee behavior [11, 4].

As Sada Sy et al. (2022) note, "beekeepers, whose techniques rely on ancestral knowledge and traditional materials, today express the need for easier access to practical knowledge and material resources better suited to ongoing climate changes." This perspective highlights the importance of local innovation and the transmission of endogenous knowledge in building resilient beekeeping systems.

In Haiti, beekeeping holds a significant place in rural economies and contributes to the diversification of agricultural income, particularly in mountainous and forested areas [9]. The Grand'Anse region, recognized for its rich biodiversity and strong beekeeping potential, is, however, severely affected by climate change: prolonged droughts, torrential rains, recurring cyclones, declining melliferous species, and parasite proliferation [13, 4]. These disruptions compromise the sustainability of beekeeping and undermine the living conditions of rural households dependent on this sector.

To better structure this reflection, chapter 2 outlines the research methodology, describing the study area, data collection tools, and analytical techniques used. Chapter 3 groups results and analyses highlighting the profile of beekeepers, their perceptions of climate change, and the adaptation strategies observed. Chapter 4, dedicated to discussion, offers a critical interpretation of the results considering the conceptual framework and previous studies. Chapter 5 presents the limitations of the study, emphasizing methodological constraints and prospects for improvement. Finally, the conclusion summarizes the key findings, draws implications for public policies, and proposes pathways for strengthening beekeeping resilience in Haiti.

Materials and methods

This section presents the scientific approach adopted for carrying out the study on the impacts of climate change on beekeeping in the commune of Bonbon. It describes all the steps, tools, and techniques mobilized for data collection and analysis.

First (2.1), the study outlines the general methodological approach guiding the entire research process. The second part (2.2) describes the study area, highlighting its geographical, climatic, and socioeconomic characteristics. The third section (2.3) specifies the target population and the sampling method used to select the beekeepers interviewed. Next (2.4), the data collection methods will be presented, detailing the types of information sought and the techniques employed. The fifth subsection (2.5) describes the collection of tools such as questionnaires, interview guides, and observation sheets used in the field. The sixth part (2.6) explains the qualitative and quantitative data analysis methods retained for interpreting the results. Finally (2.7), this section addresses ethical considerations, including respect for informed consent, confidentiality of information, and the scientific integrity of the research.

This research is based on a mixed approach combining qualitative and quantitative methods, to better understand the complexity of interactions between climate change, beekeeping practices, and local adaptation strategies. This approach rests on the paradigm of socioecological constructivism, which considers rural knowledge and practices as social constructions arising from experience, context, and local dynamics [3, 1].

The methodological objective is twofold: to describe the perceived effects of climate change on beekeeping activity in Bonbon, and to analyze the adaptive responses of beekeepers, identifying the knowledge, innovations, and constraints that structure their resilience.

Study area. The study was conducted in the commune of Bonbon, Grand'Anse Department, located in southwestern Haiti. This territory, characterized by a humid tropical climate and an average annual rainfall exceeding 1,800 mm, harbors a diverse melliferous flora (fruit trees, forest plants, and herbaceous species) [12, 17]. The region is, however, highly exposed to extreme climatic events, such as Hurricane Matthew, which struck the southwest of the country on October 4, 2016 [5], as well as recurring drought phenomena [12].

Bonbon presents a typical agricultural profile of coastal mountain zones: a strong dependence on subsistence polyculture, limited access to modern inputs, and a community structure founded on producer organizations. Beekeeping is practiced semi-intensively there, mainly by small farmers with 5 to 20 traditional or modern hives.

Population and sampling. The target population consists of all active beekeepers in the commune of Bonbon. A sample of 17 beekeepers was surveyed, of whom 15 provided complete and usable data. The sample was selected according to three criteria:

– Ownership of at least one active hive;

– Participation in a local beekeeping association or group;

– Availability to participate in interviews and discussion workshops.

The sample comprises 15 men and 2 women, which allows for a gender analysis to be integrated, identifying differences in access to resources, practices, and perceptions related to climate change. These respondents are distributed across various localities within the section, including Desormeaux, Jean-Louis, Bingo, nan Ga, nan Michonn, and Binquette.

Data collection methods. Data collection relied on a mixed approach, combining:

– Structured questionnaire: administered to 17 beekeepers, enabling the collection of quantitative information on beekeeping practices, perceived climate impacts, and adaptation strategies.

– Semi-structured interviews: conducted with approximately ten more experienced beekeepers, to deepen the understanding of local knowledge and challenges encountered.

– Direct observation and hive visits: conducted in the field to document arrangements, hive types, colony behaviors, and surrounding floral conditions.

– Focus group: organized with members Bonbon municipal beekeepers' organization (OAB), to gather a collective perception of climate change and community responses.

Collection tools. The tools mobilized include interview guides, observation sheets, a structured questionnaire via KoBoToolbox, a field notebook, and an Android phone.

Data analysis. Quantitative analysis: questionnaire responses were entered and analyzed using Excel and Jamovi software. Descriptive statistics (means, frequencies, percentages) were used to identify key trends.

Qualitative analysis: interviews and group discussions were transcribed and subjected to thematic analysis, to identify local representations of climate change and adaptation strategies.

Ethical considerations. Participants gave their free and informed consent before participating in the study. Data was anonymized to ensure confidentiality. Finally, a restitution of results was planned with the local community to promote knowledge sharing.

The integration of both components (quantitative and qualitative) made it possible to triangulate results and strengthen the internal validity of the study [2].

Results and analysis

This section presents and interprets the main results from the survey conducted among beekeepers of the commune of Bonbon.

First (3.1), the study describes the socio-economic profile of the beekeepers surveyed, highlighting their age, experience, labor capacity, and income sources. The second part (3.2) examines beekeeping practices and hive management, to better understand the techniques used and their link to the sustainability of operations. The third subsection (3.3) analyzes local perceptions of climate change, as expressed by beekeepers based on their direct observations and experiences. The fourth (3.4) presents the impacts of extreme climatic events on bee colonies, production, and floral resources. The fifth part (3.5) explores the adaptation strategies implemented by beekeepers to maintain their activities in the face of climatic hazards. And (3.6), the study highlights the main difficulties and needs expressed by beekeepers to strengthen their resilience and improve beekeeping productivity.

Finally (3.7), a gender reading and community dynamics analysis examines the role of women in the sector, their level of involvement, and the social interactions that influence the collective functioning of the beekeeping sector.

Socio-economic profile of the beekeepers surveyed. The survey conducted among 17 beekeepers of the commune of Bonbon reveals a strong male predominance (82%), compared to 18% of women engaged in beekeeping. This gender imbalance reflects a traditional division of roles within rural communities, where men primarily handle fieldwork, while women are more involved in the processing and marketing of honey.

The age of respondents ranges from 28 to 65 years, with an average of approximately 46 years. The results show a strong concentration of beekeepers in the 30-40 age group (60%). This category represents most of the beekeeping population of Bonbon, underscoring that beekeeping is an activity practiced primarily by adults of productive age, who have both the labor capacity and possibly some economic stability. This finding is positive for the sustainability of the sector.

The presence of 26.7% of beekeepers aged 40 and over attests to the intergenerational continuity of the sector. These experienced beekeepers constitute a living memory of traditional practices and local ecological dynamics. These actors, in positions of influence within their communities, could become agents of change in climate adaptation initiatives and participatory beekeeping governance. Conversely, the relatively low proportion of young people aged 25–30 (13.3%) reflects limited involvement of new generations in beekeeping. Several factors may explain this:

Table 1. Frequencies of F- age group

F- Age group	Counts	% of Total	Cumulative %
25-30 ans	2	13.3	13.3
30-40	9	60.0	73.3
40 a plus	4	26.7	100.0

– The migration of rural youth to cities or other economic sectors (such as motorcycle taxis);

– Lack of access to modern beekeeping equipment, as well as training and information about the beekeeping sector;

– The low economic value of beekeeping activity in rural areas [9].

The analysis of *Table 1* reveals strong diversity in the seniority of beekeepers in the commune of Bonbon, illustrating the coexistence of different generations of actors within the sector.

The most represented category corresponds to beekeepers with 1 to 5 years of experience (33.3%). This result reflects a recent dynamic of entry into the profession, likely linked to the revitalization of beekeeping through technical support and economic revitalization projects initiated in the region by the FAO (2019-2020). These new beekeepers, often motivated by the search for alternative income to subsistence agriculture, benefit from occasional training but remain in a phase of technical learning. Their integration into networks of experienced peers is therefore a key issue for the sustainability of the sector.

The proportion of 20% of beekeepers with 5 to 10 years of experience indicates the existence of an intermediate core of stabilized practitioners, capable of combining empirical knowledge and innovations (use of modern hives, artificial feeding techniques, colony health management). These actors constitute a pivotal category in the dissemination of knowledge within local associations.

At the other end, beekeepers with more than 15 years of experience (26.7%) embody the technical and ecological memory of the territory. Their role goes beyond simple production: they hold in-depth knowledge of floral cycles, bee behaviors, and climatic hazards. These experienced producers often serve as community reference points or informal trainers for younger beekeepers, thereby contributing to the collective resilience of the sector.

Beginners (13.3%), in turn, reflect a social broadening of the beekeeping sector, attracting new profiles, sometimes non-agricultural, who are sensitive to the profitability and sustainability of this activity. However, their lack of material resources and practical knowledge makes them particularly vulnerable to climatic hazards and beekeeping diseases [11].

Cumulatively, nearly 53% of beekeepers in Bonbon have less than 10 years of experience, highlighting a young and transforming sector. This characteristic offers a potential for dynamism but also underscores an urgent

need for technical and organizational training to reinforce mastery of good beekeeping practices.

This distribution of experience highlights a generational dualism:

– On one side, older beekeeper rooted in tradition, guardians of local ecological knowledge;

– On the other, a newer generation is more open to innovation but still dependent on external support.

This mixed profile constitutes both a richness and a challenge for beekeeping resilience. According to Altieri (2018), the diversity of producer profiles promotes the coexistence of varied practices, strengthening the adaptability of the system in the face of climate change. However, this diversity can only become an asset if it is accompanied by a structured institutional framework capable of fostering intergenerational knowledge transmission and resource pooling.

In this context, beekeeping experience appears not only as individual technical capital, but also as an indicator of collective social capital [14], indispensable for the sustainable management of hives and the construction of ethical governance of natural resources *(Table 2)*.

On average, beekeepers own 21 hives with a standard deviation of 16.92, indicating significant disparity between small producers and those with larger apiaries. This statistical dispersion reflects a heterogeneous sector, where small-scale artisanal operations coexist with some semi-professional units equipped with more than 40 hives.

Regarding modern hives, the average is 10 hives per beekeeper, but both the median and mode are 3, showing that most respondents own only a few modern hives, while a minority possesses a much higher number. The high standard deviation (8.45) confirms this concentration: a small proportion of beekeepers hold most of the modern equipment, which accentuates technical inequalities within the group.

This distribution illustrates the incomplete transition from traditional to modernized beekeeping in Bonbon. The average presence of fewer than ten modern hives, while the average total number of hives owned is 21, suggests that most beekeepers continue to use primarily traditional hives (made of wood or hollow logs). Although less productive, these hives, often manufactured locally, remain adapted to local knowledge and economic constraints, and promote natural colony reproduction as a positive aspect for ecological sustainability.

Table 2. Frequences of G-Number of years of experience in beekeeping

G- Number of years of experience in beekeeping	Counts	% of Total	Cumulative, %
1-5 ans	5	33.3	33.3
5-10 ans	3	20.0	53.3
10-15 ans	1	6.7	60.0
15 et plus	4	26.7	86.7
Debutant	2	13.3	100.0

However, this partial modernization also reflects unequal access to equipment and financing. Beekeepers with a greater number of modern hives are generally those who have benefited from external support projects FAO or have their own resources to invest in. According to some respondents, organizations for the development of the communal section of desormeaux (OPDSCD) received financial support from the Fondation Digicel and ESPWA & the Haiti community foundation to support beekeepers in the commune of Bonbon in modernizing their beekeeping practices.

This situation echoes the findings of Jean-Baptiste (2019) on the structural weakness of beekeeping capital in Haiti and underscores the need for targeted institutional support to democratize access to modern beekeeping technologies.

The low proportion of modern hives limit adaptive capacity to extreme climatic conditions, since these models offer better ventilation, thermal insulation, and health management than traditional hives *(Table 3)*. Thus, reinforcing the modernization of apiaries while preserving traditional ecological practices appears as a strategic lever for increasing the resilience and productivity of the sector.

Moreover, the large variability observed in hive numbers reflects significant social heterogeneity: some beekeepers practice subsistence beekeeping, while others tend toward commercial beekeeping. This structural duality will need to be considered in future public beekeeping development policies to ensure equitable access to resources and economic opportunities [4, 15].

Beekeeping practices and hive management. During periods of floral scarcity, 64.7% of beekeepers feed their bees with sugar or sugarcane syrup, and 17.6% use other resources such as pineapple, mango, or natural juice mixtures. A minority (5.8%) reports not practicing supplementary feeding, due to lack of means. This dietary adaptation reflects a colony survival strategy during dry periods, consistent with FAO (2021) recommendations on the management of tropical apiaries.

In terms of bee health, all beekeepers identify at least one disease, and 88% specifically mention the wax moth and *Varroa destructor*, the main parasites observed in the region. Yet 35% of beekeepers claim to undertake no curative intervention, while another 35% resort to artisanal

Table 3. Descriptive statistics of beekeeping variables

Variable	Type	Valid sample size (n)	Mean	Median	Mode	Standard deviation
Number of modern hives owned	Quantitative	15	9,67	3,0	3,0	8,45
Total number of hives owned	Quantitative	15	21,60	17,0	–	16,92

methods (tobacco smoke, verbena leaves, neem, regular hive cleaning). The use of natural products remains limited (11.8%), highlighting the low dissemination of modern sanitary practices.

Honey harvesting periods extend mainly from December to March, with peaks observed in February and March. Some beekeepers also mention secondary harvests in July and August, when environmental conditions are favorable and local melliferous flora is abundant notably with species such as: *Inga vera*, *Leucaena leucocephala*, *Moringa oleifera*, *Cocos nucifera* L., and *Roystonea regia* (O.F. Cook).

Local perceptions of climate change. 88.2% of beekeepers report having observed climate changes over the past ten years. The main manifestations perceived are:

– Prolonged drought;

– Increased scarcity of certain melliferous species (64.7%);

– Off-season blooming (58.8%);

– Later blooming (52.9%);

– Rising temperatures.

These phenomena cause a shift in production cycles and a reduction in honey yields, confirming the observations of Louinet (2020) on the southern region of Haiti.

In terms of behavioral changes, 82.3% of beekeepers note a decline in honey production and a decrease in the bee population, while 52.9% report more aggressive bees. These reactions are interpreted by beekeepers as signs of thermal discomfort or ecological disorientation.

Impacts of extreme climatic events. Beekeepers associate the degradation of their apiaries with several extreme climatic events: prolonged droughts (82.3%); storms or cyclones (70.6%).

These hazards lead to colony losses, hive destruction, and a scarcity of melliferous plants. Some beekeepers also report the scorching of flowers due to excess heat, as well as the reduction of bee outings during violent wind episodes, which directly affects pollination. These observations are consistent with the projections of the sixth IPCC report, which highlights the high vulnerability of tropical beekeeping systems to the intensification of droughts and cyclones.

Adaptation strategies implemented. Faced with the climatic disruptions affecting beekeeping production, beekeepers of the commune of Bonbon have implemented several adaptation strategies combining traditional knowledge and local innovations. These responses reflect a desire to mitigate the effects of climate change on hive productivity and the availability of floral resources.

1. Diversification and restoration of melliferous flora. The most widespread strategy concerns the planting of new floral species (88.2%). This practice, often carried out collectively in certain localities such as Desormeaux and Jean-Louis, aims to enrich and stabilize the availability of nectar and pollen throughout the year. Beekeepers particularly favor trees with prolonged flowering such as *Inga vera*, *Leucaena leucocephala*, or *Moringa oleifera*, thereby contributing to strengthening the ecological resilience of apiaries.

2. Improvement of beekeeping infrastructure. Approximately 17.6% of beekeepers have undertaken the strengthening or thermal insulation of hives to reduce the effects of high temperatures. Additionally, some have relocated their apiaries to more shaded areas (11.8%), seeking to benefit from more stable microclimates less exposed to violent winds or sunlight.

3. Local innovations and resilience practices. Beyond these formal approaches, beekeepers develop endogenous initiatives based on their empirical knowledge. These include providing water points near hives to reduce hydric stress on colonies, and regular cleaning of surroundings to limit the proliferation of parasites and predators.

These practices demonstrate community and adaptive resilience, rooted in local dynamics of learning and solidarity. They confirm that beekeepers' adaptive capacity rests not only on external support, but also on their social capital and traditional knowledge [17].

In summary, the adaptation strategies developed by Bonbon's beekeepers include:

– Planting new floral species (88.2%): collective initiative in several localities (Desormeaux, Jean-Louis), notably with long-flowering trees;

– Strengthening of hives (17.6%): improvement of shelters to mitigate heat;

– Relocation of apiaries to more shaded areas (11.8%).

Beekeepers also mention local innovations, such as the availability of water near hives and regular cleaning to limit parasites. These adaptations attest to an endogenous resilience based on empirical and community knowledge [15].

Main difficulties and needs expressed. The survey results reveal that beekeepers of Bonbon face a set of structural, environmental, and technical constraints that directly affect the sustainability of their activities. Among the most frequently mentioned difficulties are the decrease in honey production, a direct consequence of the scarcity of floral resources and climatic disruptions, as well as the lack of flowering aggravated by the intense heat observed in recent years. Added to this is the recurring presence of parasites, notably the wax moth and *Varroa destructor*, which weaken colonies and compromise the productivity of apiaries. Furthermore, a significant proportion of beekeepers highlights the shortage of appropriate beekeeping equipment, including the lack of modern hives, embossed wax, and harvesting equipment, which limits their ability to adopt modern and resilient beekeeping practices.

Faced with these challenges, producers formulate several priority needs to strengthen sector resilience.

First, training on the management of beekeeping diseases, cited by nearly 70% of respondents, appears as an urgent necessity to limit colony losses and improve productivity. Second, beekeepers call for material support in the form of hives, technical tools, and basic resources, an indispensable condition for sector modernization. Finally, some suggest the creation of a local beekeeping research and experimentation center, which would serve as a training platform, scientific observation hub, and technical innovation space adapted to the environmental realities of the Grand'Anse.

These expressed needs fully align with the orientations proposed by the FAO (2021), which recommend strengthening local capacities, valorizing endogenous floral resources, and promoting cooperation between community actors and public institutions. Thus, the constraints identified not only reflect the fragility of the local beekeeping sector, but also reveal considerable improvement potential, provided that technical and institutional support is aligned with the real priorities of rural producers.

Gender analysis and community dynamics. Women beekeepers, though a minority in beekeeping activities at the commune level in Bonbon, represent key actors of social resilience, even though they encounter greater barriers to accessing equipment and training. This reality highlights the need for a gender-integrated approach to beekeeping development policies, in accordance with ecofeminist approaches [8, 16], which recognize the role of women in the preservation of biodiversity and the transmission of ecological knowledge.

Study limitations. As with any empirical research conducted within a localized context, this study presents several methodological and contextual limitations that should be acknowledged to qualify its scope and guide future research.

First, the relatively small sample size (17 beekeepers) limits the statistical representativeness of the findings. Although this sample allows for an in-depth understanding of local realities specific to the municipality of Bonbon, it does not permit generalization of the conclusions to the entire Grand'Anse Department or to other beekeeping regions in Haiti.

Second, the data are primarily based on self-reported perceptions collected through questionnaires and interviews. While such perceptions are essential for capturing the social and symbolic dimensions of climate change, they may involve subjective biases related to memory, beliefs, or respondents' expectations. Moreover, the absence of direct climatic or biological measurements (e.g., temperature records, rainfall data, precise honey yields, or colony mortality rates) limits the possibility of establishing strong empirical correlations between local observations and broader environmental trends.

Third, the short time frame of the study does not allow for monitoring seasonal or multi-year variations in the observed phenomena. Beekeeping dynamics and climate change effects require longitudinal observation to better identify structural trends and long-term patterns.

Fourth, certain contextual variables, such as floral resource availability, plant–pollinator interactions, and surrounding agricultural practices (e.g., pesticide use or deforestation), were not systematically integrated into the analysis due to technical and logistical constraints.

Finally, the limited representation of women beekeepers (11.8% of the sample) restricts the scope of the gender analysis. Although the ecofeminist perspective adopted in this study provides preliminary interpretative insights, further research specifically dedicated to women's experiences in the beekeeping sector would be necessary to deepen this dimension.

Despite these limitations, the study retains strong exploration and analytical value. It constitutes an initial step toward an integrated understanding of beekeeping resilience in a tropical island context and provides a solid foundation for more extensive future research.

Conclusions

The observations conducted in Bonbon are consistent with a broader regional trend documented in several tropical countries. Climate change is affecting not only the flowering cycles of melliferous plants but also colony health and honey productivity. Limited access to modern equipment, insufficient technical training, and the absence of well-adapted apicultural policies further exacerbates the sector's vulnerability.

The adaptation strategies observed demonstrate the resilience and local knowledge of beekeepers. These dynamics reflect socio-ecological resilience in the sense described by Folke (2006) and Altieri (2018), whereby rural communities develop learning mechanisms and adaptive capacities in response to climatic uncertainty. However, these local practices remain insufficient without strong institutional support. Training programs on bee diseases, sustainable apiary management, and the diversification of floral resources could significantly enhance the long-term sustainability of Haitian beekeeping.

The gender analysis also highlighted the essential role of women beekeepers, particularly in reforestation and honey processing activities, despite their marginalization in decision-making spaces. Their involvement reflects the principles of ecofeminism [6, 16], which link ecological sustainability to social justice and gender equity.

Overall, this study demonstrates the high exposure of beekeeping in the municipality of Bonbon to the impacts of climate change. Despite promising local adaptation strategies, beekeepers continue to face major structural challenges.

References

1. Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. Designing and conducting mixed methods research. – 3rd ed. – Thousand Oaks: Sage Publications, 2018.
2. Denzin, N. K. Triangulation 2.0 // Journal of Mixed Methods Research. – 2012. – Vol. 6, No. 2. – P. 80–88.
3. Descola, P. Par-delà nature et culture. – Paris : Gallimard, 2005.
4. FAO. Bees and sustainable livelihoods: FAO's work on pollinators. FAO, 20021.
5. Francois, H. Attribution climatique du cyclone Matthew en Haiti : vers une compréhension des impacts du changement climatique dans les Petits États insulaires en developpement (PEID) // Revue Haïtienne de l'Environnement. – 2025. – Vol. 1, No. 1. – P. 1–13. – Disponible sur: https://lescientifique.org/rhevolume1numero1
6. Gaard, G. Ecofeminism and climate change // Women's Studies International Forum. – 2015. – Vol. 49. – P. 20–33.
7. IPCC. Bilan 2007 des changements climatiques : rapport de synthèse. Contribution des groupes de travail I, II et III au quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. – Genève : GIEC, 2007.
8. IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. – Cambridge: Cambridge University Press, 2022.
9. Jean-Baptiste, F. L'apiculture haïtienne : potentialités et contraintes d'un secteur en mutation. – Port-au-Prince : Université d'État d'Haïti, 2019.
10. Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops // Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. – 2007. – Vol. 274, No. 1608. – P. 303–313.
11. Louinet, J. Effets du changement climatique sur la production apicole dans le Sud d'Haïti. – Jérémie : Université de Jérémie, 2020.
12. Ministère de l'Environnement (MDE). Rapport national sur la biodiversité et les changements climatiques en Haïti. – Port-au-Prince: MDE, 2021.
13. Pierre-Louis, M. Vulnérabilité des filières agricoles au changement climatique en Haïti : cas du secteur apicole. – Port-au-Prince: CNIGS, 2020.
14. Putnam, R. Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community. – New York: Simon & Schuster, 2000.
15. Sada Sy, M., Savard, M., Diatta, D., Diarra, C., Manga, É., Sinitambirivoutin, M., ... & Bernoux, M. Apiculture et changements climatiques : construire une filière résiliente. – Rome : FAO, 2022.
16. Shiva, V. Staying alive: Women, ecology, and development. – London: Zed Books, 2016.
17. Société d'ingénierie Territoriale (SIT). Plan communal de développement (PCD) de Bonbon. – Bonbon : Mairie de Bonbon, 2018.

Фелисия Туссен (к.с.-х.н)**, Эбрё Франсуа**

Институт наук, технологий и передовых исследований Гаити (ISTEAH)

felicitou@yahoo.fr

ИЗУЧЕНИЕ ПРАКТИКИ ПЧЕЛОВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА: ПРИМЕР МУНИЦИПАЛИТЕТА БОНБОН, ГАИТИ

Пчеловодство играет фундаментальную роль в обеспечении продовольственной безопасности и сохранении биоразнообразия, особенно в сельских районах Гаити. Однако эта деятельность всё больше подвергается воздействию изменений климата. Настоящее исследование, проведённое в муниципалитете Бонбон, направлено на изучение местных пчеловодческих практик, выявление основных воздействий изменения климата на пчеловодство и анализ механизмов адаптации, разработанных пчеловодами. Применяемая методология основана на смешанном подходе, включающем опрос 17 пчеловодов, полуструктурированные интервью и полевые наблюдения. Результаты показывают, что 65 % пчеловодов наблюдали сокращение цветения, 59 % отмечали цветение вне сезона, а 82 % сообщили об усилении климатических рисков, включая продолжительные засухи и более интенсивные штормы. Эти изменения приводят к снижению производства мёда, сокращению численности пчелиных семей и повышению агрессивности колоний. В ответ на эти измене-ния большинство пчеловодов применяют различные стратегии адаптации, такие как посадка более засухоустойчивых медоносных растений, дополнительное кормление пчелиных семей и перемещение ульев в более благоприятные районы. Тем не менее сохраняются ограничения, включая недостаток подходящего пчеловодческого оборудования и нехватку специализированного обучения по заболеваниям пчёл. Исследование подчёркивает необходимость укрепления технического и институционального потенциала пчеловодов и интеграции климатической устойчивости в политику развития сельских районов с целью продвижения устойчивого пчеловодства, лучше приспособленного к текущим экологическим реалиям.

Key words: пчеловодство, устойчивость, медоносная пчела, пчеловоды, адаптация.

Coffee Agroforestry and Community Resilience: Challenges and Prospects in Despagne, Jérémie, Republic of Haiti

УДК 663.93
DOI: 10.32935/2221-7312-2026-68-2-31-34

Felicia Toussaint, Blanchard Louis
MInstitut des Sciences, des Technologies et des Etudes Avancées d'Haïti (ISTEAH),
felicitou@yahoo.fr

This study examines the socio-economic and environmental impacts of coffee-based agroforestry systems (AFS) in the Despagne community, Haute Voldrogue, Jeremie, Republic of Haiti, an area highly vulnerable to climate change and environmental degradation. Using a mixed and participatory research approach that combines household surveys, focus group discussions, and field observations, the study highlights the critical role of diversified agroforestry systems in promoting ecological restoration, strengthening food security, and enhancing income diversification among rural households. Results indicate that farmers' monthly incomes range from 10,000 to 75,000 HTG, depending on land size, crop diversity, and market access. Agroforestry plots integrating coffee with bananas, yams, vegetables, and various fruit trees significantly contribute to soil fertility restoration, improved moisture retention, and biodiversity conservation. These diversified systems also reduce vulnerability to climate variability by stabilizing yields and providing multiple sources of food and income throughout the year. However, several structural challenges persist. The predominance of older producers aged between 40 and 65 years, limited youth involvement in agriculture, weak extension services, and geographical isolation continue to hinder long-term sustainability and access to profitable markets. In addition, climate instability, recurrent soil erosion, and the spread of coffee leaf rust disease further exacerbate production risks and threaten farmers' livelihoods. Despite these constraints, the community perceives coffee agroforestry as a transformative strategy for resilience, sustainable land management, and inclusive local development in vulnerable rural regions.

Ключевые слова: coffee agroforestry, rural resilience, food security, ecological restoration, income diversification, community participation.

Introduction

Coffee-based agroforestry systems are essential for strengthening the climate resilience of Haitian rural communities, as they effectively integrate agricultural production, natural resource conservation, and the diversification of farmer income. Rural communities generally face multiple vulnerabilities, including soil degradation, climate instability, and economic insecurity. These systems represent a promising alternative for reconciling local development with environmental sustainability [2, 3].

The choice of the Despagne community a locality in the 2nd communal section of Haute Voldrogue, Jérémie for this research is justified by the farmers' long-standing experience in experimenting with this approach. This community is characterized by a strong dependence on coffee production grown within traditional agroforestry systems that integrate various woody and food-bearing species. However, the real impacts of these systems on producers' living conditions and the local environment remain poorly documented.

The FNGA (Fondation Nouvelle Grand'Anse), which provides a crucial contribution to the development of this system in the Haute Voldrogue communities (including Despagne), seeks to demonstrate the benefits of introducing coffee agroforestry for ecological restoration, income diversification, and the improvement of living conditions for rural families, all while relying on a participatory approach that actively involves local actors.

This study aims to analyze the socio-economic and environmental effects of the coffee agroforestry system practiced in this community through a participatory and contextualized approach. It is based on field data collected from producers, combining quantitative indicators and local perceptions to shed light on the dynamics of resilience, sustainability, and agro-environmental justice at the community scale.

In Haute Voldrogue, coffee cultivation was once widespread, associated with fruit trees (notably citrus), forest trees such as the *sucrin* (*Inga vera W.*) for shade, and food crops. This production played a crucial role in the family economy of the area. Traditionally, farmers developed coffee cultivation according to the "Creole garden" (jardin creole) model near their homes. These gardens were consistently dominated by high biodiversity, guaranteeing the ecological and food resilience of farming families in Haute Voldrogue.

Starting in the 1990s, coffee production previously a vital source of income for residents living on the northern slopes of Macaya Park experienced a major decline due to climate change. This has turned this communal section into a marginal coffee production zone within the Grand'Anse department. Extreme events such as hurricanes, floods, and landslides have negatively impacted the coffee production system. Furthermore, rainfall variability has destabilized seasonal forecasts, causing shifts between

prolonged droughts and periods of excessive rain. This climate instability significantly hinders the flowering and ripening of coffee cherries in the area.

Other environmental factors considered in this study include:

– Loss of biodiversity due to excessive tree cutting, affecting plant pollination;

– Loss of the "buffer effect" due to the absence of shade and vegetative cover, which are essential for reducing climate stress and pest proliferation;

– Soil erosion, reducing water retention capacity;

– Coffee Leaf Rust (*Hemileia vastatrix*), a fungal disease spreading during the wet season;

– Knowledge gaps regarding the regeneration of aging coffee plants and a lack of "green technology" practices to improve soil productivity.

Regarding rural resilience and local challenges in Despagne, these issues are exacerbated by increasing pressure on available natural resources. Climate instability, ecosystem degradation, and weak socio-economic structures pose major risks to the transfer of agroforestry-based production systems to future generations without a thorough revision of social dynamics.

This work seeks to analyze the impact of the various ecosystem services provided by the coffee-based agroforestry system on farmers in the community of Despagne, 2nd section of Haute Voldrogue, Jérémie .

International coffee agroforestry. On a global scale, coffee agroforestry is recognized as a major strategy for biodiversity conservation and climate change adaptation. Somarriba et al. (2013) highlight that these systems provide essential ecosystem services, such as carbon sequestration and microclimate regulation, while diversifying income through the association of food crops and timber. However, literature points to a major limitation: a decrease in coffee productivity under dense shade compared to full-sun systems, requiring a delicate technical balance [6,1].

The Coffee Sector in Haiti and the Grand'Anse Context: In Haiti, coffee cultivation is historically rooted in the "Creole Garden" model, ensuring food resilience [5]. However, diagnostic studies (INCAH, 2022) reveal a deep crisis linked to coffee leaf rust and extreme weather events. In the Grand'Anse department, recovery is complicated by soil degradation and aging plantations [1, 4]. Existing research often focuses on technical production aspects, leaving a gap in documentation regarding the real socio-economic impact of agroforestry system (AFS) rehabilitation on rural households.

Materials and methods

Our research follows a case study approach focused on analyzing the effects of coffee-based agroforestry on family farming in Despagne. This approach, led by the FNGA in the area, seeks to strengthen socio-economic and environmental resilience by contributing to the ecological restoration of communities in the buffer zones of the northern slopes of Macaya Park through the revival of coffee production.

The methodological approach adopted for this study is a mixed-methods approach. To obtain a comprehensive understanding of coffee agroforestry systems in Despagne, we combine descriptive quantitative methods with qualitative insights from open-ended responses, direct observations, and institutional documents. This allows for the triangulation of data from structured surveys with contextual information and farmer perceptions.

Results and analysis

At the Despagne community level, plot distribution occurs across a topographic variability ranging from 870 to 1,075 m (Average altitude = 973 m). This altitudinal variation has fostered the creation of microclimates conducive to coffee-based agroforestry systems and ecological resilience. Furthermore, based on geographic coordinates collected across eight (8) communities in Haute Voldrogue, a geographic dispersion was observed, resulting in a homogeneous and representative coverage of the coffee-based agroforestry approach throughout the communities of the northern slopes of Macaya *(Fig. 1)*.

Despite the importance of this system for the second section of Haute Voldrogue, and in contrast to the involvement of women, youth engagement in the process remains a challenge to ensuring the future resilience of the system and innovation within the agricultural sector. The predominant age group involved in the development of coffee-based agroforestry systems in Haute Voldrogue is between 40 and 65 years old. This reality is concerning for the future of agriculture in the area and reflects a low level of commitment from young people toward agricultural activities. Concerns regarding the transmission of knowledge and the sustainability of the approach currently being developed are well founded *(Fig. 2)*.

The fact that farmers hold small estates means that the established plot sizes are subject to significant variation, ranging from 1300 to 5063 m^2. This helps

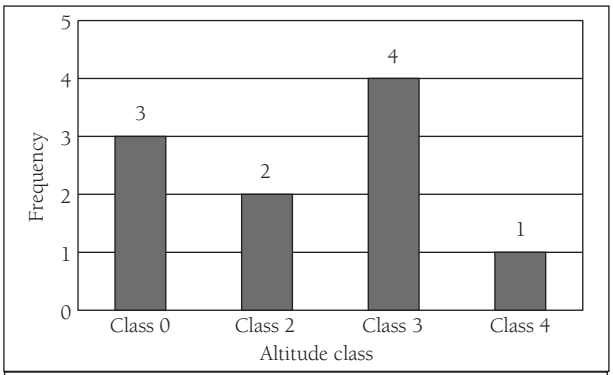

Fig. 1. Altitudinal distribution and geographical dispersion of coffee plots in Haute Voldrogue

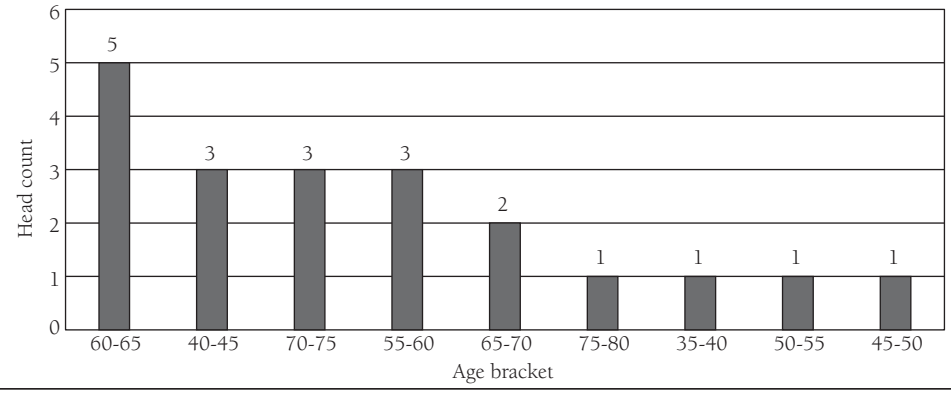

Fig. 2. Age structure of coffee producers and youth involvement in the Despagne community

us understand that the agriculture being developed in Despagne is small-scale, due to the land fragmentation that is dominant within this community. 95% of the plots are characterized by moderate shade. This absence of dense shade is explained by the influence of technical support received by farmers to improve coffee productivity and increase ecosystem services in the area *(Fig. 3)*.

However, in this context of climate change, which is accelerating the climate vulnerability of Haiti's agricultural sector, extreme events including hurricanes remain the most concerning environmental constraint for farmers, alongside the vulnerability of their plots to diseases and pests. To analyze the added value of the coffee-based agroforestry system on biodiversity in Haute Voldrogue, three main themes were prioritized: crop diversity, ground cover, and climatic conditions. The combination of direct observations and experience-sharing from agricultural practitioners in Despagne demonstrated a positive improvement of the established system in soil reconstitution, increased soil moisture, optimized plot yields, and diversification of income sources through crop association.

This positive perception of the system is explained by the intelligent association of banana trees (providing temporary shade for coffee plants and economic value) with yellow yam (*D. cayenensis*), vegetable crops, and fruit and forest trees. Sweet potatoes and squash (*giraumon*) are strategically introduced to ensure ground cover during the implementation phase of the system and to generate income. This diversity of associated crops constitutes an essential lever for the socio-economic and ecological resilience of the Despagne community, which shows strong community support for the approach.

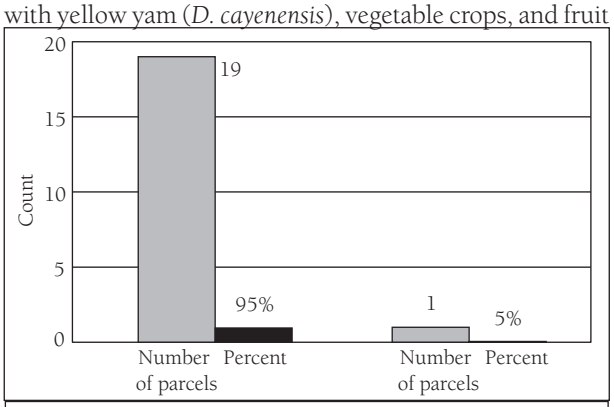

Fig. 3. Typology and shade levels of agroforestry farms in Despagne

However, optimizing yields in vegetable production is far from a reality due to climate variability. Since the growth phase of the system, certain crops, such as cabbage, for example, have not been tolerant due to shade levels and humidity. *Catimor*, *Typica*, and *Castillo* are the coffee varieties introduced into the farmers' plots for their adaptation capacities in the area and their resistance to different climatic conditions. Regarding the diversification of the vertical structure of the plots, 85% of the cases studied feature a tree layer, 80% feature a shrub layer combined with the tree layer, and 60% feature a herbaceous layer associated with the first two. This vertical configuration within the plots results in multiple ecological functions of the system and the resilience of this community's agriculture against various climatic hazards.

In relation to the massive scaling-up of the coffee-based agroforestry system in Haute Voldrogue over several years, the economic impacts of this system require further in-depth study. The data collected showed that the monthly income of farmers at the time of the study varied between 10,000 and 75,000 HTG. This disparity is linked to the land inequality existing in the area. Meanwhile, market access remains a major obstacle for all communities on the northern slopes of Macaya Park. This inaccessibility is linked to the isolation (*enclavement*) of these communities. We observed a consensus regarding this concern among all farmers interviewed, highlighting the urgent need to establish marketing support mechanisms and innovative market access for communities living in the Macaya buffer zones. Addressing this major structural obstacle is essential to valuing the production of the established system notably coffee, which is already in the production phase and improving farmer incomes.

Conclusions

The coffee-based agroforestry system developed in Despagne is driven by community engagement alongside the responsibility of the FNGA to revive coffee production within the communities of Haute Voldrogue. This strategy serves as a transformative vector for the local economy and the social dynamics of Despagne. However, structural issues must be addressed with rigor to ensure the long-term sustainability of this production approach. To maximize the impact of this initiative, youth engagement in the future of the approach is crucial. Based on the various monitoring activities and collected data, we recommend:

– Development of market access infrastructure for the farmers of Haute Voldrogue;

– A massive re-education plan across all Haute Voldrogue communities focusing on sustainable agricultural practices based on green technology;

– Valorization and documentation of the impacts of the coffee-based agroforestry system on the farming families of the Despagne community;

– Strengthening the integration of local knowledge with the various practices of the approach to ensure broader community resilience.

References

1. Cirad, Ird. Support for the revalorization of the coffee and cocoa agricultural sectors in the Grand'Anse department/ Cirad, Ird, et al.// CIRAD. – 2015. – P. 41-45.
2. Eitzinger, A. Predicting the impact of climate change on coffee and mango production areas in Haiti/A. Eitzinger, P. Läderach, S. Carmona, C. Navarro, L. Collet// CIAT. – 2013. – P. 12-28.
3. Fondation Nouvelle Grand'Anse (FNGA). (2021). Kafe Makaya Project: Towards a productive, inclusive coffee sector adapted to climate change.
4. National Coffee Institute of Haiti (INCAH) / PITAG. (2022). In-depth diagnosis of coffee-based Agroforestry Systems. INCAH. – 2022. – P. 40-51.
5. Ministry of Agriculture, Natural Resources and Rural Development (MARNDR), (2015). State of the Coffee Sector in Haiti. Consulted directly with the institution. MARNDR Official Documents. – 2015. – P. 54-60.
6. Somarriba, E. Biodiversity conservation in coffee landscapes. In P. Vandermeer (Ed.), Ecological Impacts of Coffee Farming. / E. Somarriba, et al.// Ecological Impacts of Coffee Farming. – 2013. – P. 204-210.

Фелисия Туссен (к.с.–х.н)**, Луи Бланшар**

Институт наук, технологий и передовых исследований Гаити (ISTEAH)

felicitou@yahoo.fr

КОФЕ, АГРОЛЕСОВОДСТВО И УСТОЙЧИВОСТЬ ОБЩИН: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ В ДЕСПАНЕ, ЖЕРЕМИ, РЕСПУБЛИКА ГАИТИ

Данное исследование рассматривает социально–экономические и экологические последствия агролесоводческих систем на основе кофе в сообществе Деспань, Верхняя Вольдрог, Жереми, Республика Гаити — регионе, характеризующемся высокой уязвимостью к изменению климата и экологической деградации. Используя смешанный и партисипативный исследовательский подход, включающий опросы домохозяйств, фокус–групповые обсуждения и полевые наблюдения, исследование подчеркивает ключевую роль диверсифицированных агролесоводческих систем в содействии экологическому восстановлению, укреплении продовольственной безопасности и диверсификации доходов сельских домохозяйств. Результаты показывают, что ежемесячные доходы фермеров варьируются от 10 000 до 75 000 гурдов в зависимости от размера земельных участков, разнообразия культур и доступа к рынкам. Агролесоводческие участки, интегрирующие кофе с бананами, ямсом, овощами и различными фруктовыми деревьями, существенно способствуют восстановлению плодородия почв, улучшению удержания влаги и сохранению биоразнообразия. Эти диверсифицированные системы также снижают уязвимость к климатической изменчивости за счет стабилизации урожайности и обеспечения нескольких источников продовольствия и доходов в течение года. Однако сохраняется ряд структурных проблем. Преобладание производителей старшего возраста (от 40 до 65 лет), ограниченное участие молодежи в сельском хозяйстве, слабое развитие консультационных служб и географическая изолированность продолжают препятствовать долгосрочной устойчивости и доступу к прибыльным рынкам. Кроме того, климатическая нестабильность, повторяющаяся эрозия почв и распространение болезни кофейных растений — ржавчины кофейного листа — дополнительно усиливают производственные риски и угрожают средствам к существованию фермеров. Несмотря на эти ограничения, сообщество рассматривает агролесоводство на основе кофе как трансформационную стратегию повышения устойчивости, устойчивого управления земельными ресурсами и инклюзивного местного развития в уязвимых сельских регионах.

Key words: кофейное агролесоводство, устойчивость сельских сообществ, продовольственная безопасность, экологическая реставрация, диверсификация доходов, участие сообщества.

Биохимический состав и потребительские качества плодов яблони и груши в Среднем Поволжье

УДК 664.11/13 : 581.192
DOI: 10.32935/2221-7312-2026-68-2-35-39

М. И. Дулов (д.с.–х.н.)
ГБУ Самарской области «Научно–исследовательский институт садоводства и лекарственных растений «Жигулевские сады»,
dulov–tehfak@mail.ru

Потребление плодов яблони и груши значительно улучшает общее состояние здоровья и физическую форму, повышает устойчивость организма человека к неблагоприятным факторам внешней среды. Биохимический состав плодов во многом зависит от генетических особенностей сорта, места выращивания и условий вегетационного периода. Цель исследования – провести оценку биохимического состава плодов новых и перспективных сортов яблони и груши, получивших хорошую характеристику по биологическим и хозяйственно-ценным признакам, с целью выделения лучших генотипов для промышленного выращивания и использования в селекции на улучшение химического состава плодов. Исследования проводили в период с 2021 по 2025 гг. на опытных участках ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». Объектом изучения служили плоды 10 сортов яблони и 12 сортов груши селекции ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады» и других организаций. Оценку биохимического состава плодов проводили в соответствии с общепринятыми методиками. В результате проведенных исследований установлено, что в условиях лесостепи Среднего Поволжья в зависимости от сорта и погодных условий вегетационного периода в плодах яблони более 12,0 % сахаров накапливают сорта Память Кедрина, Красноглинское, Куйбышевское, Синап самарский и Маяк Поволжья, в плодах груши более 10% – сорта Галиана, Волжанка, Волшебница и Дар Жигулей. Наибольшая гармоничность во вкусе яблок (СКИ=20-30 о.е.) характерна для плодов сорта Синап самарский. В плодах груши сортов Маршал Жуков, Волжанка, Волшебница, Мускатка, Даренка, Бергамот самарский, Желанная и Скромница сахарокислотный индекс (СКИ) превышает 50,0 о.е. и они имеют ярко выраженный сладкий вкус, особенно это характерно у плодов сортов Даренка, Желанная и Маршал Жуков.

Ключевые слова: яблоня, груша, сорт, сухие вещества, сахара, титруемая кислотность, сахарокислотный индекс, аскорбиновая кислота.

Введение

Потребление фруктов и овощей в достаточном количестве значительно улучшает общее состояние здоровья и физическую форму, повышает устойчивость организма человека к неблагоприятным факторам внешней среды, позволяет предотвратить сердечно-сосудистые заболевания и преждевременное старение организма [3, 9]. Согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения, для получения положительных результатов с точки зрения здоровья и питания необходимо потреблять не менее 400 г плодов и овощей в день. На долю плодов яблони от мирового производства всех фруктов приходится около 10% [4]. Ежегодное потребление плодов в среднем должно составлять не менее 75 кг, в том числе: яблок — 35–41 кг, груш — 3–5 кг.

В зависимости от сорта и условий выращивания свежие плоды яблони содержат 12,5–16,0% сухих веществ, 11,5–14,5% углеводов, 2–3% клетчатки, 0,1–0,25% минеральных веществ, 0,6–1,1% пектиновых веществ и до 1,2% различных кислот. Из макроэлементов в яблоках содержится калий (80–320 мг%), фосфор (9–23 мг%), кальций (3–16 мг%), кремний (2–5 мг%), магний (3–9 мг%), из микроэлементов – бор (210–240 мкг%), алюминий (80–110 мкг%), марганец (27–85 мкг%), медь (8–65 мкг%), цинк (35–140 мкг%). Содержание витамина B_1 в яблоках составляет 0,01–0,025 мг%, витамина B_2 — 0,007–0,015 мг%, витамина B_4 — 3,0–3,5 мг%, витамина B_5 — 0,10 мг%, витамина B_6 — 0,030–0,085 мг%, витамина B_9 — 4,5–17,5 мг%, витамина С (аскорбиновая кислота) — 2,6–31,0 мг%, витамина Е — 0,45–0,65 мг% [7].

Плоды груши по химическому составу близки к плодам яблони и высоко ценятся за вкусовые и технологические качества. Благодаря низкой кислотности имеют высокий (от 35 до 100) сахарокислотный индекс и на вкус кажутся более сладкими, несмотря на одинаковое или даже меньшее содержание сахаров. Плоды груши содержат много полезных для человека питательных и биологически активных природных веществ антиоксидантного действия [6]. Наличие в плодах груши арбутина, которого нет в других фруктах, делает их еще более ценными [1].

В зависимости от сорта и условий выращивания свежие плоды груш содержат 14,5-16,5% сухих веществ, 12,5–15,0% углеводов, 2,5–3,0% клетчатки, 0,25–0,35% минеральных веществ и 0,10–0,15% различных кислот. Из макроэлементов в грушах содержится калий (105–150 мг%), фосфор (11–17 мг%), кальций (10–18 мг%), кремний (3,0–5,5 мг%), магний (7–12 мг%), сера (5,5–6,5 мг%), из микроэлементов: бор (120–135 мкг%), алюминий (105–120 мкг%), марганец (50–65 мкг%), медь (80–120 мкг%), рубидий (42–48 мкг%), стронций (64–70 мкг%), кобальт (9,0–11,0 мкг%), ванадий (4,5–6,0 мкг%), никель (16–18 мкг%). Плоды груши не

представляют ценность как источник витаминов. Содержание аскорбиновой кислоты (витамин С) составляет 4,5–6,0 мг%, витамина B_4 — 4,0–5,5 мг%, витамина B_9 — 6,5–8,0 мкг%, витамина К — 4,0–5,0 мкг%. В плодах содержится 80–220 мг% дубильных веществ, которые придают грушам вяжущий и терпковатый вкус. При созревании дубильные вещества переходят в другие соединения, терпкость груш пропадает [2].

Оценка новых сортов яблони и груши по биохимическому составу плодов различного сортимента при выращивании в условиях лесостепи Среднего Поволжья является актуальной задачей, представляет, как научный, так и практический интерес, поскольку позволяет выбрать наиболее перспективные направления их селекционного использования.

Цель исследования – провести оценку биохимического состава плодов новых и перспективных сортов яблони и груши, получивших хорошую характеристику по биологическим и хозяйственно-ценным признакам, с целью выделения лучших генотипов для промышленного выращивания и использования в селекции на улучшение химического состава плодов.

Материал и методы исследования

Исследования проводились в период с 2021 по 2025 гг. на опытных участках по изучению семечковых культур в ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». Объектом изучения яблони служили плоды 8 сортов селекции ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады» (Кутузовец, Куйбышевское, Память Кедрина, Красноглинское, Спартанец, Скиф, Синап самарский, Маяк Поволжья) и 2 сортов ВНИИСПК (Подарок Учителю и Орлинка). Среди генотипов груши анализировали плоды 11 сортов селекции ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады» (Маршал Жуков, Галиана, Волжанка, Волшебница, Дар Жигулей, Мускатка, Даренка, Бергамот самарский, Желанная, Скромница, Кристина) и сорта Чижовская – селекции РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева.

Определение суммы сухих веществ проводили по ГОСТ 28561-90 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги», растворимых сухих веществ (РСВ) — по ГОСТ ISO 2173-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ», общей (титруемой) кислотности — по ГОСТ ISO 750-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности», аскорбиновой кислоты (витамин С) — по ГОСТ 24556-89 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С». Образцы плодов яблони и груши изучаемых сортов для определения их биохимического состава предоставлены к.с.-х. н., ведущим научным сотрудником А. А. Кузнецовым.

Результаты исследования и их обсуждение

Для промышленного выращивания яблони и получения идеального товарного сорта в европейской части России нужны сорта с содержание в мякоти плода сахаров более 10%, аскорбиновой кислоты — более 15 мг%, органических кислот — менее 1% [10]. При выращивании яблони в период с 2021 по 2025 гг. в ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады» в погодных условиях, сложившихся по периодам роста и развития растений, сумма сухих веществ в плодах изменялась в отдельные годы от 13,92% у сорта Скиф до 20,39 % у сорта Память Кедрина *(табл. 1)*. Наибольшее количество сухих веществ отмечается в плодах сортов Красноглинское, Спартанец, Синап самарский и Маяк Поволжья.

Содержание общего количества сахаров в 100 г сырой мякоти плодов яблони изменялось от 9,47% (сорт Подарок Учителю) до 14,42% (сорт Красноглинское). Более 10% сахаров в сырой мякоти плода, что требуется

Табл. 1. Биохимический состав плодов яблони при выращивании в условиях ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады» (период с 2021 по 2025 гг.)

Сорт	В сырой массе мякоти плода					
	Сумма сухих веществ, %	Растворимые сухие вещества, %	Общее количество сахара, %	Титруемая кислотность, %	Сахаро-кислотный индекс	Аскорбиновая кислота (витамин С), мг%
Подарок Учителю*	15,58–16,01	11,84–13,92	9,47–11,03	0,58–0,84	13,25–16,33	4,21–13,43
Орлинка*	16,02–18,02	13,29–16,04	10,63–12,83	0,30–0,44	29,16–35,43	10,27–12,78
Память Кедрина*	16,33–20,39	13,71–18,00	10,97–14,40	0,27–0,43	33,49–40,63	4,83–4,98
Красноглинское*	18,76–20,17	15,12–18,02	12,10–14,42	0,26–0,27	44,82–55,46	3,10–10,38
Куйбышевское*	17,25–18,18	14,33–16,49	11,46–13,19	0,30–0,36	31,83–43,97	6,48–11,47
Кутузовец*	16,44–17,79	13,86–13,97	11,09–11,18	0,51–0,68	16,44–21,75	3,68–8,86
Спартанец*	18,24–19,23	14,43–16,11	11,54–12,89	0,34	33,94–37,91	4,74–5,68
Скиф*	13,92–16,82	12,90–13,91	10,32–11,13	0,30	34,40–37,10	3,29–5,12
Синап самарский*	19,16–20,03	16,21–17,84	12,97–14,27	0,48–0,64	22,30–27,02	7,56–11,12
Маяк Поволжья**	17,79–19,48	15,71–16,87	12,57–13,50	0,25–0,40	33,65–50,28	8,40–11,11

* Данные за два года.
** Данные за три года

для идеального товарного сорта при промышленном выращивании яблони в Европейской части России, отмечено в плодах практически всех изучаемых сортов. Однако, наибольшее количество сахаров (12% и более), как правило, накапливается в плодах сортов Память Кедрина, Красноглинское, Куйбышевское, Синап самарский и Маяк Поволжья.

Одним из важных показателей качества плодов яблони является вкус. Вкусовые качества плодов яблони во многом определяются отношением сахара к кислоте (сахарокислотный индекс). По содержанию органических кислот сорта яблони могут различаться в 10 и более раз. Сорта яблони, которые по характеру вкуса плодов относятся к группе сладких или пресных, имеют в плодах в среднем 0,24% титруемых кислот. Плоды, определяемые органолептически как кисло-сладкие (с наиболее гармоничным соотношением сахара и кислоты) содержат в среднем 0,65% титруемых кислот, сладко-кислые (с преобладанием кислоты на вкус) — 0,94% и кислые имеют в среднем 1,12% титруемых кислот. В связи с этим, именно содержание органических кислот в плодах яблони в большей степени определяет сахарокислотный индекс и вкус плодов [8].

Наибольшую гармоничность во вкусе имеют, как правило, сорта яблони при сахарокислотном индексе 20–30 о.е. Сорта яблони с сахарокислотным индексом, значительно превышающим 30 о.е., обычно малоперспективны. Они имеют пресный вкус, получают низкую дегустационную оценку при потреблении в свежем виде и мало пригодны для технической переработки.

По содержанию в мякоти плода яблони органических кислот современным требованиям, предъявляемым в настоящее время к вновь создаваемым генотипам данной культуры (титруемая кислотность — менее 1%), соответствуют все рассматриваемые сорта яблони селекции ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». Для потребления плодов яблони в свежем виде (титруемая кислотность 0,3–0,5%) наиболее перспективными можно считать сорта Орлинка, Память Кедрина, Красноглинское, Куйбышевское, Спартанец, Скиф, Маяк Поволжья. Наибольшая гармоничность во вкусе (СКИ=20–30 о.е.) характерна для плодов сорта Синап самарский.

В плодах новых сортов груши сахаров должно содержаться 10–11%, органических кислот — 0,2–0,6%, аскорбиновой кислоты — 8–12 мг/100 г, Р-активных катехинов — 250–300 мг/100 г [5]. Результаты наших исследований по оценке биохимического состава плодов груши при выращивании в условиях лесостепи Среднего Поволжья сортов самарской селекции и других научных организаций показывают, что в отдельные годы содержание сухих веществ в плодах может варьировать от 14,18% (сорт Маршал Жуков) до 23,13% (сорт Галиана). Более 20% сухих веществ, как правило, содержат плоды груши сортов Галиана, Волшебница и Дар Жигулей *(табл. 2)*.

Повышенная температура и умеренные осадки в период роста и созревания плодов груши способствуют большему накоплению в них растворимых сухих веществ (РСВ). Наибольшее количество растворимых сухих веществ (14% и более) накапливают плоды груши сортов Галиана, Волжанка, Волшебница, Дар Жигулей, Даренка, Бергамот самарский, Желанная, Скромница, Кристина. Содержание общего количества сахаров в 100 г сырой мякоти плодов груши может изменяться от 7,12% (сорт Маршал Жуков) до 11,87% (сорт Волшебница). Количество сахаров в плодах груши на уровне 10% и более в отдельные годы синтезируют сорта Галиана, Волжанка, Волшебница и Дар Жигулей.

Табл. 2. Биохимический состав плодов груши при выращивании в условиях ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады» (период с 2021 по 2025 гг.)

Сорт	В сырой массе мякоти плода					
	Сумма сухих веществ, %	Растворимые сухие вещества, %	Общее количество сахаров, %	Титруемая кислотность, %	Сахаро-кислотный индекс	Аскорбиновая кислота (витамин С), мг%
Маршал Жуков**	14,18–18,96	11,86–16,76	7,12–10,06	0,11–0,15	64,73–67,07	3,40–6,68
Галиана*	22,76–23,13	18,18–19,22	10,91–11,53	0,29–0,39	27,97–39,76	6,74–8,70
Волжанка*	19,70–19,90	16,34–17,81	9,80–10,69	0,19–0,20	49,00–56,26	5,60–10,83
Волшебница*	20,74–22,70	16,44–19,79	9,86–11,87	0,19	51,89–62,47	5,90–5,96
Дар Жигулей**	19,16–20,90	13,64–17,39	8,18–10,43	0,31–0,73	13,34–30,68	3,16–5,80
Чижовская*	17,99–18,04	12,32–15,06	7,39–9,04	0,19–0,21	38,89–43,05	9,80–12,21
Мускатка*	16,21–18,44	13,59–14,20	8,15–8,52	0,14–0,16	50,94–60,86	3,21–10,07
Даренка*	16,13–17,88	14,20–14,23	8,52–8,54	0,08	106,50–106,75	5,68–5,84
Бергамот самарский*	16,94–17,28	14,70–15,69	8,82–9,41	0,14–0,16	55,12–67,21	3,20–4,50
Желанная*	18,76–19,38	13,84–15,84	8,30–9,50	0,09–0,15	63,33–74,70	6,90–12,88
Скромница*	17,55–20,84	15,42–15,80	9,25–9,48	0,16	57,81–59,25	9,02–12,37
Кристина*	19,74–19,96	12,47–15,76	7,48–9,46	0,17–0,18	44,00–52,56	3,40–5,02

* Данные за два года.
** Данные за три года

Все сорта груши по содержанию в мякоти плода органических кислот соответствуют требованиям, предъявляемым в настоящее время к вновь создаваемым генотипам данной культуры (титруемая кислотность — 0,2–0,6%). Чем выше отношение сахаров к кислотам (сахарокислотный индекс), тем органолептические достоинства плодов груши выше. По мере созревания плодов груши сахарокислотный индекс возрастает — в среднем в два раза. Соотношение сахара к кислоте (СКИ) в плодах груши в зависимости от сорта и условий выращивания может изменяться от 13,34 (сорт Дар Жигулей) до 106,75 о.е. (сорт Даренка).

При соотношении количества сахаров к кислотам более 50 о.е. плоды груши имеют сладкий вкус. В плодах сортов Маршал Жуков, Волжанка, Волшебница, Мускатка, Даренка, Бергамот самарский, Желанная и Скромница сахарокислотный индекс (СКИ) превышал 50 о.е. и они имеют ярко выраженный сладкий вкус, особенно это характерно у плодов сортов Даренка, Желанная и Маршал Жуков.

Выводы

При выращивании яблони в условиях лесостепи Среднего Поволжья в зависимости от сорта и погодных условий вегетационного периода в плодах накапливается 13,92–20,39% сухих веществ, 11,84–18,02% растворимых сухих веществ, 9,47–14,42% сахаров, 0,25–0,84% титруемых органических кислот, 3,1–13,43 мг% аскорбиновой кислоты. Наибольшее количество сахаров (12% и более), как правило, накапливается в плодах сортов Память Кедрина, Красноглинское, Куйбышевское, Синап самарский и Маяк Поволжья. Для потребления плодов яблони в свежем виде (титруемая кислотность 0,3–0,5%) наиболее перспективными являются сорта Орлинка, Память Кедрина, Красноглинское, Куйбышевское, Спартанец, Скиф, Маяк Поволжья. Наибольшая гармоничность во вкусе (СКИ=20–30 о.е.) характерна для плодов сорта Синап самарский.

В плодах груши в зависимости от сорта и погодных условий вегетационного периода содержание сухих веществ варьирует в пределах 14,18–23,13%, растворимых сухих веществ — 11,86–19,79%, сахаров — 7,12–11,87%, титруемых органических кислот — 0,08–0,73%, аскорбиновой кислоты — 3,26–12,88 мг%. Количество сахаров в плодах груши на уровне 10% и более в отдельные годы синтезируют сорта Галиана, Волжанка, Волшебница и Дар Жигулей. В плодах сортов Маршал Жуков, Волжанка, Волшебница, Мускатка, Даренка, Бергамот самарский, Желанная и Скромница сахарокислотный индекс (СКИ) превышает 50 о.е. и они имеют ярко выраженный сладкий вкус, особенно это характерно у плодов сортов Даренка, Желанная и Маршал Жуков.

Литература

1. Бабаева, Н. С. Оценка генотипов груши (Pyrus communis L.) по помологическим и биохимическим показателям в Азербайджане / Н. С. Бабаева // Успехи современного естествознания. – 2021. – № 1. – С. 5-12.
2. Дулов, М. И. Уборка урожая, хранение и переработка плодов груши / М. И. Дулов // Инновационное развитие науки и образования: монография. – Пенза: «Наука и Просвещение», 2021. – С. 147-157.
3. Дулов, М. И. Биохимический состав и производство яблок в странах мира / М. И. Дулов // Наукосфера. – 2022. – № 2-1. – С. 90-96.
4. Дулов, М. И. Площади плодовых насаждений, сбор урожая и урожайность яблок в странах мира / М. И. Дулов // Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития: монография. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2022. – С. 393-419.
5. Леонченко, В. Г. Оценка генофонда и селекционного материала плодовых культур на содержание биологически активных веществ / В. Г. Леонченко, Т. А. Черенкова, Л. Н. Иванова // Бюллетень научной информации ВНИИГиСПР. –Мичуринск, 1995. – Вып. 52. – С. 30-33.
6. Родионова, Л. Я. Груша как источник биологически активных веществ для продуктов функционального назначения / Л. Я. Родионова, Е. В. Казаринова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 105 (01). – С. 1035-1046.
7. Садоводство в Среднем Поволжье / А. Н. Минин, А. А. Кузнецов, М. И. Антипенко [и др.]. – Самара: ООО «Слово», 2021. – 635 с.
8. Седов, Е. Н. Биохимический состав и масса плодов в различных зонах выращивания яблони / Е. Н. Седов, М. А. Макаркина // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 5 (47). – С. 22-25.
9. ФАО. Овощи и фрукты - основа вашего рациона. Международный год овощей и фруктов, 2021, справочный документ. – 2021. - Рим. URL: https://doi.org/10.4060/cb2395ru (дата обращения: 12.05.2026).
10. Kulikov I. M., Burmenko J. V., Svistunova N. JU. [et al.]. Regionally Adapted Model of an Ideal Malus×domestica Borkh Apple Variety for Industrial-Scale Cultivation in European Russia // Agriculture. – 2022. – № 12 (12). – P. 2124.

References

1. Babayeva, N. S. Assessment of pear (Pyrus communis L.) genotypes by pomological and biochemical parameters in Azerbaijan / N. S. Babayeva // Successes of modern natural science. – 2021. – No. 1. – P. 5-12.
2. Dulov, M. I. Harvesting, storage and processing of pear fruits / M. I. Dulov // Innovative development of science and education: monograph. – Penza: Science and Enlightenment, 2021. – P. 147-157.
3. Dulov, M. I. Biochemical composition and production of apples in the countries of the world / M. I. Dulov // Science Sphere. – 2022. – No. 2-1. – P. 90-96.
4. Dulov, M. I. Areas of fruit plantations, harvesting and apple yield in the countries of the world / M. I. Dulov // Fundamental and applied science: state and development trends: monograph. – Petrozavodsk: International Center for Scientific Partnership "New Science", 2022. – P. 393-419.
5. Leonchenko, V. G. Assessment of the gene pool and breeding material of fruit crops for the content of biologically active substances / V. G. Leonchenko, T. A. Cherenkova, L. N. Ivanova // Bulletin of scientific information of VNIIGiSPR. – Michurinsk, 1995. – Issue 52. – P. 30-33.
6. Rodionova, L. Ya. Pear as a source of biologically active substances for functional products / L. Ya. Rodionova, E. V. Kazarinova // Polythematic online electronic Scientific Journal of Kuban State Agrarian University. – 2015. – № 105 (01). – P. 1035-1046.
7. Gardening in the Middle Volga region / A. N. Minin, A. A. Kuznetsov, M. I. Antipenko [et al.]. – Samara: Slovo LLC, 2021. – 635 p.
8. Sedov, E. N. Biochemical composition and weight of fruits in various apple growing areas / E. N. Sedov, M. A. Makarkina // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2008. – № 5 (47). – P. 22-25.
9. FAO. Vegetables and fruits are the mainstay of your diet. International Year of Vegetables and Fruits, 2021, reference document. – 2021. - Rome. URL: https://doi.org/10.4060/cb2395ru (date of request: 05/12/2026).
10. Kulikov I. M., Burmenko J. V., Svistunova N. JU. [et al.]. Regionally Adapted Model of an Ideal Malus×domestica Borkh Apple Variety for Industrial-Scale Cultivation in European Russia // Agriculture. – 2022. – № 12 (12). – P. 2124.

M. I. Dulov

State budgetary Institution of the Samara region «Scientific Research Institute of Horticulture and Medicinal Plants «Zhiguli gardens»
dulov–tehfak@mail.ru

BIOCHEMICAL COMPOSITION AND CONSUMER QUALITIES OF APPLE AND PEAR FRUITS IN THE MIDDLE VOLGA REGION

The consumption of apple and pear fruits significantly improves overall health and physical fitness, increases the human body's resistance to adverse environmental factors. The biochemical composition of fruits largely depends on the genetic characteristics of the variety, the place of cultivation and the conditions of the growing season. The purpose of the study is to evaluate the biochemical composition of fruits of new and promising apple and pear varieties that have received good characteristics in terms of biological and economically valuable characteristics, in order to identify the best genotypes for industrial cultivation and use in breeding to improve the biochemical composition of fruits. The research was carried out in the period from 2021 to 2025 at the experimental sites of GBU SB Research Institute «Zhiguli Gardens». The object of study was the fruits of 10 varieties of apple trees and 12 varieties of pears selected by GBU SB Research Institute «Zhiguli Gardens» and other organizations. The biochemical composition of the fruits was evaluated in accordance with generally accepted methods. As a result of the conducted research, it was found that in the conditions of the forest–steppe of the Middle Volga region, depending on the variety and weather conditions of the growing season, more than 12.0 % of sugars accumulate in apple fruits of the varieties Memory Kedrina, Krasnoglinsky, Kuibyshevskoye, Sinap Samarsky and Mayak of the Volga region, in pear fruits of more than 10.0 % – varieties Galiana, Volzhanka, Enchantress and Dar Zhiguli. The greatest harmony in the taste of apples (SKI = 20–30 o.e.) is characteristic of the fruits of the variety Sinap Samarsky. The fruits of the Marshal Zhukov, Volzhanka, Enchantress, Muscatka, Darenka, Samara Bergamot, Zhelannaya and Modesty pear varieties have a sugar acid index (SKI) exceeding 50 o.e. and they have a pronounced sweet taste, especially characteristic of the fruits of the Darenka, Zhelannaya and Marshal Zhukov varieties.

Key words: apple tree, pear, variety, dry substances, sugars, titrated acidity, sugar acid index, ascorbic acid.

Биохимический состав и потребительские качества плодов сливы домашней и алычи гибридной в Среднем Поволжье

УДК 634.22: 581.192
DOI: 10.32935/2221-7312-2026-68-2-40-44

М. И. Дулов (д.с.–х.н.)
ГБУ Самарской области «Научно–исследовательский институт садоводства и лекарственных растений «Жигулевские сады»,
dulov–tehfak@mail.ru

Плоды сливы обладают низкой калорийностью, содержат легкоусвояемые сахара и пользуются большой популярностью у потребителей благодаря привлекательному внешнему виду, контрастному вкусу и сочности. Биохимический их состав во многом зависит от генетических особенностей сорта, места выращивания и условий вегетационного периода. Цель исследования – провести оценку биохимического состава плодов новых и перспективных сортов сливы домашней и алычи гибридной, выделение лучших генотипов для дальнейшей селекции на улучшение качественного состава плодов. Исследования проводили в период с 2021 по 2025 годы на опытных участках ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». Объектом изучения служили плоды 7 сортов сливы домашней и 6 сортов алычи гибридной селекции ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады» и других организаций. Оценку биохимического состава плодов проводили в соответствии с общепринятыми методиками. В результате проведенных исследований установлено, что в условиях лесостепи Среднего Поволжья в зависимости от сорта и погодных условий вегетационного периода более 8,0 % всех сахаров в плодах сливы домашней накапливают сорта Евразия 21, Заречная ранняя, Индира, Дочь Евразии и Дачная, в плодах алычи гибридной – сорта Нарядная, Консервная и Долгожданная. Наиболее высокими вкусовыми качествами с сахарокислотным индексом более 6 о. е. характеризуются плоды сливы домашней сортов Дочь Евразии и Дачная, алычи гибридной у сорта Великанша и в отдельные годы у сорта Долгожданная.

Ключевые слова: слива домашняя, алыча гибридная, сорт, сухие вещества, сахара, титруемая кислотность, сахарокислотный индекс, аскорбиновая кислота.

Введение

В настоящее время в обществе существует проблема нарушения структуры питания, связанная с высоким потреблением продуктов, которые способствуют снижению защитных функций организма и увеличению рисков развития различных заболеваний. В реализации программы здорового питания населения нашей страны особое внимание должно уделяться отечественному производству плодов косточковых культур, отвечающих современным требованиям качества и безопасности [11]. Одной из наиболее распространенных косточковых культур является слива, плоды которой обладают низкой калорийностью и содержат легкоусвояемые сахара, органические кислоты, биологически активные компоненты и пользуются большой популярностью у потребителей благодаря своему привлекательному внешнему виду, контрастному вкусу и сочности [2]. В последнее время сливы также ценятся за свои нутрицевтические свойства и высокое содержание клетчатки и антиоксидантов [12].

В зависимости от сорта и условий выращивания свежие плоды сливы в основном содержат 11,3–16,5% сухих веществ, в том числе 10,2–14,9% растворимых в воде, 9,4–13,7% углеводов, 1,2–1,7% клетчатки, 0,34–0,48% минеральных веществ и 0,3–0,65 % различных органических кислот. Углеводы в плодах сливы в основном представлены моно- и дисахаридами, их количество изменяется от 7,8 до 12,1% [4].

За последние два десятилетия широкое распространение и достойное место среди косточковых культур заняла алыча гибридная (слива русская), которая отличается скороплодностью, высокой продуктивностью, неприхотливостью к условиям произрастания, высокой засухоустойчивостью и не поражаемостью грибными болезнями [10]. В настоящее время выведены достаточно зимостойкие сорта алычи гибридной, способные расти в Центральной части России и в Поволжье. У алычи гибридной есть несколько преимуществ перед сливой домашней: вступает в фазу плодоношения на 2–3-й год после посадки в сад; цветки выдерживают заморозки до –3°С; плодоносит ежегодно; в аномальные зимы, когда сливы полностью вымерзают, у алычи гибридной могут подмёрзнуть только ветви выше уровня снега, но она быстро восстанавливается и в следующем году цветёт и плодоносит [8].

Оценка новых сортов сливы домашней и алычи гибридной по биохимическому составу плодов различного сортимента при выращивании в условиях лесостепи Среднего Поволжья является актуальной задачей, представляет как научный, так и практический интерес, поскольку позволяет выбрать наиболее перспективные направления их селекционного использования.

Цель исследования — провести оценку биохимического состава плодов новых и перспективных сортов сливы домашней и алычи гибридной, выделение лучших генотипов для дальнейшей селекции на улучшение качественного состава плодов.

Материал и методы исследования

Исследования проводились в период с 2021 по 2025 гг. на опытных участках по изучению косточковых культур в ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». Объектом изучения сливы домашней служили плоды 7 сортов селекции ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады» (Индира, ранний срок созревания; Дочь Евразии, ранний срок созревания; Дачная, среднеранний срок созревания; Станционная, поздний срок созревания), ФГБНУ «ФНЦ им. И. В. Мичурина» (Заречная ранняя, ранний срок созревания; Стартовая, ранний срок созревания), ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ (Евразия 21, ранний срок созревания). Среди генотипов алычи гибридной анализировали плоды 4 сортов селекции ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады» (Великанша, средний срок созревания; Нарядная, поздний срок созревания; Консервная, поздний срок созревания; Долгожданная, поздний срок созревания) и 2 сортов селекции ФГБНУ «ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (Кубанская комета, ранний срок созревания; Найдена, ранний срок созревания).

Определение суммы сухих веществ проводили по ГОСТ 28561-90 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги», растворимых сухих веществ (РСВ) - по ГОСТ ISO 2173-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ», общей (титруемой) кислотности — по ГОСТ ISO 750-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности», аскорбиновой кислоты (витамин С) — по ГОСТ 24556-89 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С». Образцы плодов сливы домашней и алычи гибридной изучаемых сортов для определения их биохимического состава предоставлены к.с.-х.н., ведущим научным сотрудником А. Н. Мининым.

Результаты исследования и их обсуждение

При выращивании сортов сливы домашней в зоне Среднего Поволжья, в зависимости от сложившихся погодных условий по периодам роста и развития растений, сумма сухих веществ изменяется от 12,14% (сорт Станционная) до 16,5% (сорт Дочь Евразии), в плодах сливы русской (алыча гибридная) — от 11% (сорт Кубанская комета) до 17,3% (сорт Консервная). Наибольшее общее количество сухих веществ в мякоти плодов сливы домашней характерно для сортов Евразия 21 и Дочь Евразии, в мякоти плодов алычи гибридной отмечается у сортов Нарядная, Долгожданная и Консервная (*таблица*).

Согласно классификатору рода Prunus L., по количеству растворимых сухих веществ в сырой мякоти плодов, выделяются группы с низким (менее 15%), средним (15–20%) и высоким (20% и более) содержанием. Для получения продуктов питания высокого качества (компот, варенье, замороженная и маринован-

Биохимический состав плодов сливы домашней и алычи гибридной при выращивании в условиях ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады» (период с 2021 по 2025 гг.)

Сорт	В сырой массе мякоти плода					
	Сумма сухих веществ, %	Растворимые сухие вещества, %	Общее количество сахаров, %	Титруемая кислотность, %	Сахаро-кислотный индекс	Аскорбиновая кислота (витамин С), мг%
Слива домашняя						
Евразия 21*	15,96	11,76	8,23	2,58	3,19	6,95
Заречная ранняя*	14,30	11,89	8,32	1,92	4,33	7,35
Индира*	14,14	11,50	8,05	2,14	3,76	3,59
Дочь Евразии**	16,17–16,50	11,12–14,42	7,78–10,09	1,28–1,44	6,08–7,10	4,56–7,79
Дачная**	14,04–15,35	11,52–14,61	8,06–10,23	1,18	6,83	5,49–9,06
Станционная*	12,14	9,89	6,92	1,34	5,16	3,56
Стартовая*	12,74	10,60	7,21	1,98	3,64	7,76
Алыча гибридная (Слива русская)						
Кубанская комета**	11,00–12,13	9,11–10,75	6,19–7,31	1,39–1,44	4,30–5,26	6,94–8,20
Великанша*	11,86	11,22	7,63	1,04	7,34	6,60
Нарядная***	13,92–15,02	12,14–13,88	8,50–9,72	2,05–2,21	4,13–4,74	5,72–11,31
Консервная***	14,23–17,30	12,22–15,66	8,55–10,96	1,55–2,06	4,96–5,74	3,95–11,22
Долгожданная**	15,71–17,02	14,00–15,00	9,80–10,20	1,69–2,14	4,58–6,04	4,86–8,73
Найдена*	12,04	10,01	6,81	1,36	5,01	5,76

* Данные за один год.
** Данные за два года.
** Данные за три года

ная продукция, сок с мякотью, джем, повидло, пюре) в плодах сливы должно накапливаться не менее 16,0 % водорастворимых сухих веществ, а для производства чернослива нужны сорта с повышенным (20% и более) содержанием растворимых сухих веществ [7].

В условиях лесостепи Среднего Поволжья в мякоти плодов сливы домашней и алычи гибридной, как правило, накапливается низкое содержание растворимых сухих веществ. При изменяющихся по годам агрометеорологических условий количество растворимых сухих веществ в плодах сливы домашней варьирует от 9,89% (сорт Станционная) до 14,61% (сорт Дачная), в плодах алычи гибридной — от 9,11% (сорт Кубанская комета) до 15,66% (сорт Консервная). В отдельные годы сорта алычи гибридной Долгожданная и Консервная формируют в плодах среднее содержание растворимых сухих веществ.

Содержание общего количества сахаров в 100 г сырой мякоти плода сливы домашней варьирует от 6,92 до 10,23%, а в плодах алычи гибридной — от 6,19 до 10,96%. Более 8% всех сахаров в сырой мякоти плодов сливы домашней накапливают сорта Евразия 21, Заречная ранняя, Индира, Дочь Евразии и Дачная, в плодах алычи гибридной сорта Нарядная, Консервная и Долгожданная. Для получения продуктов питания высокого качества в плодах сливы должно накапливаться не менее 10% сахаров [3]. В отдельные годы сорта сливы домашней Дочь Евразии и Дачная, а также сорта алычи гибридной Консервная и Долгожданная по содержанию сахаров соответствуют требованиям, предъявляемым к плодам для получения продуктов питания высокого качества.

На вкус плодов сливы влияет содержание свободных (титруемых) кислот. Среднее содержание органических кислот в плодах сливы домашней с преобладанием яблочной кислоты составляет 1,76%, а в плодах сортов с поздними сроками созревания — около 2,1% [9]. Кислоты содержатся в плодах в свободном и связанном состояниях, их количество зависит от сорта и ряда других факторов. В процессе созревания в центральной части плода идет снижение титруемой и активной кислотности.

В агрометеорологический условиях Среднего Поволжья количество свободных органических кислот и их солей в плодах сортов сливы домашней в пересчете на преобладающую яблочную кислоту изменяется по годам в интервале от 1,18% (сорт Дачная) до 2,58% (сорт Евразия 21), в плодах сортов алычи гибридной – от 1,04% (сорт Великанша) до 2,21% (сорт Нарядная). Отмечено, что вариабельность признака «титруемая кислотность» в плодах при изменяющихся погодных условиях вегетационного периода выше у сортов сливы домашней, чем у сортов алычи гибридной.

Для переработки рекомендуются сорта сливы с количеством органических кислот в пересчете на яблочную кислоту менее 1,5 %, а для приготовления чернослива пригодны сорта с титруемой кислотностью от 0,7 до 1,2% [4]. По результатам наших исследований менее 1,5% органических кислот в мякоти плода сливы домашней отмечается при выращивании сортов Дочь Евразии, Дачная и Станционная, в плодах алычи гибридной — у сортов Кубанская комета, Великанша и Найдена. Установлено, что сорт сливы домашней Дачная по количеству в плодах органических кислот пригоден для приготовления чернослива и в дальнейшей селекции в условиях лесостепи Поволжья может служить в качестве источника такого важного признака, как содержание в плодах органических кислот.

Сахарокислотный индекс является важным технологическим показателем, отражающим вкусовые качества плодов сливы. Чем выше отношение сахаров к кислотам (сахарокислотный индекс), тем выше органолептические и вкусовые достоинства плодов, также гармоничным вкусом характеризуются плоды, накапливающие много сахаров и кислот. По данным Кемеровского технологического института пищевой промышленности высокими вкусовыми качествами обладают плоды сливы со значениями сахарокислотного индекса более 6 о.е. [6], в условиях Краснодарского края в пределах 14–18 о.е. [5], в Тамбовской области при СКИ более 9 о.е. [1].

При выращивании на опытных участках ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады» соотношение сахаров к количеству органических кислот в мякоти плодов сортов сливы домашней составляет 3,19–7,1 о. е., у сортов алычи гибридной значения СКИ изменяются в интервале от 4,13 до 7,34 о.е. Наиболее высоким сахарокислотным индексом (>6 о.е.) характеризуются плоды сливы домашней сортов Дочь Евразии и Дачная, а также плоды алычи гибридной сорта Великанша и в отдельные годы плоды сорта Долгожданная.

Плоды сливы характеризуются низким уровнем содержания витамина С (аскорбиновая кислота). Такие факторы как сорт и условия выращивания действуют на содержание витамина С сильнее, чем на другие витамины. Однако антиоксидантная способность этого нутриента представляет практический интерес для изучения сортовых особенностей и выведения новых высоковитаминных сортов сливы. Для производства компотов, сока с мякотью, джема, повидла, пюре, варенья, замораживания в плодах сливы содержание витамина С должно быть более 15,0 мг% [4].

По содержанию в плодах витамина С сорта сливы классификатором рода Prunus L. делятся на четыре группы: низкое содержание (<5,1 мг%); среднее содержание (5,1–10 мг%); высокое содержание (10,1–15,0 мг%); очень высокое содержание (>15 мг%). В плодах сортов сливы домашней содержание аскорбиновой кислоты при выращивании в зоне расположения ГБУ СО

НИИ «Жигулевские сады» составляет 3,56–9,06 мг%, в плодах сортов алычи гибридной — 3,95–11,31 мг%.

Низкое содержание аскорбиновой кислоты (<5,1 мг%) в плодах сливы домашней характерно для сортов Индира и Станционная, среднее содержание (5,1–10,0 мг%) отмечается у сортов Евразия 21, Заречная ранняя, Дочь Евразии , Стартовая и Дачная. В мякоти плодов алычи гибридной, как правило, содержится среднее количество аскорбиновой кислоты. Высокое содержание (10,1–15,0 мг%) аскорбиновой кислоты в отдельные годы отмечается в плодах алычи гибридной у сортов Нарядная и Консервная.

Выводы

При выращивании сливы домашней в лесостепи Среднего Поволжья в зависимости от сорта и условий вегетационного периода в плодах накапливается 12,14–16,5% сухих веществ, 9,89–14,61% растворимых сухих веществ, 6,92–10,23% сахаров, 1,18–2,58% органических кислот, 3,56–9,06 мг% аскорбиновой кислоты. Более 8% всех сахаров в сырой мякоти плодов сливы домашней накапливают сорта Евразия 21, Заречная ранняя, Индира, Дочь Евразии и Дачная. В мякоти плодов сливы домашней сортов Дочь Евразии, Дачная и Станционная накапливается органических кислот менее 1,5%. Наиболее высокие вкусовые качества (СКИ> 6 о.е.) имеют плоды сортов Дочь Евразии и Дачная.

В плодах алычи гибридной в зависимости от сорта и погодных условий вегетационного периода содержание сухих веществ варьирует в пределах 11,0–17,3%, растворимых сухих веществ — 9,11–15,66%, сахаров — 6,19–10,96%, титруемых органических кислот — 1,04–2,21%, аскорбиновой кислоты — 3,95–11,31 мг%. Более 8% всех сахаров в сырой мякоти плодов алычи гибридной накапливают сорта Нарядная, Консервная и Долгожданная. Наиболее высоким сахарокислотным индексом (>6 о. е.) характеризуются плоды алычи гибридной сорта Великанша и в отдельные годы плоды сорта Долгожданная.

Литература

1. Борзых, Н. В. Оценка сортов сливы и вишни по некоторым химико-технологическим показателям плодов / Н. В. Борзых, Е. В. Жбанова, Р. Е. Богданов, А. В. Кружков // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2020. – Т. 7. – № 1-2. – С. 30-33.
2. Гуляева, А. А. Хозяйственно ценные признаки сортов сливы поволжской селекции / А. А. Гуляева, Т. Н. Берлова, А. А. Галькова, И. Н. Ефремов // Аграрный вестник Урала. – 2025. – Т. 25, № 2. – С. 217-229.
3. Дубровская, О. Ю. Биохимический состав плодов сортов и форм сливы и выделение лучших генотипов для селекционного использования и переработки : специальность 06.01.05 «Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений»: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / О. Ю. Дубровская. – Мичуринск, 2015. – 130 с.
4. Дулов, М. И. Уборка урожая, хранение и переработка плодов косточковых культур / М. И. Дулов // Инновационное развитие науки: фундаментальные и прикладные проблемы : монография. – Петрозаводск : Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2021. – С. 174-197.
5. Заремук, Р. Ш. Качество плодов перспективных сортов сливы домашней для Краснодарского края / Р. Ш. Заремук, С. В. Богатырева, Т. Л. Смелик // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2014. – № 28(4). – С. 18-26.
6. Кравченко, С. Н. Пищевая ценность плодов слив, произрастающих в Кемеровской области / С. Н. Кравченко, О. В. Голуб, А. Г. Кожура, В. В. Трихина // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2012. – № 5-6 (329-330). – С. 12-14.
7. Мегердичев, Е. Я. Технологические требования к сортам овощных и плодовых культур, предназначенным для различных видов консервирования / Е. Я. Мегердичев. – М.: Россельхозакадемия. – 2003. – 95 с.
8. Минин, А. Н. Селекция и размножение косточковых культур в условиях лесостепи Самарской области / А. Н. Минин, В. А. Минин. – Самара: ООО «Офорт-С», 2021. – 380 с.
9. Радченко, О. Е. Биохимический состав плодов сливы домашней в условиях Северо-Запада России / О. Е. Радченко, С. А. Стрельцина // Современное садоводство. – 2013. – № 3(7). – С. 104-115.
10. Садоводство в Среднем Поволжье / А. Н. Минин, А. А. Кузнецов, М. И. Антипенко [и др.]. – Самара: ООО «Слово», 2021. – 635 с.
11. Федоров, А. В. Косточковые культуры / А. В. Федоров, Л. А. Несмелова, А. В. Никитина. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – 120 с. – ISBN 978-5-9620-0414-3.
12. Sümbül, A. Morphological, biochemical, and molecular evaluation of genetic diversity in different plum genotypes (Prunus domestica L.) / A. Sümbül, E. Yildiz, M. Yaman M. [et al.] // Genetic Resources and Crop Evolution. 2024. – Vol. 71. – P. 1973–1988.

References

1. Borzykh, N. V. Evaluation of plum and cherry varieties according to some chemical and technological indicators of fruits / N. V. Borzykh, E. V. Zhbanova, R. E. Bogdanov, A.V. Krugkov // Breeding and cultivar breeding of garden crops. – 2020. – Vol. 7. – No. 1-2. – P. 30-33.
2. Gulyaeva, A. A. Economically valuable signs of plum varieties of Volga breeding / A. A. Gulyaeva, T. N. Berlova, A. A. Galkova, I. N. Efremov // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2025. – Vol. 25, No. 2. – P. 217-229.

3. Dubrovskaya, O. Y. Biochemical composition of fruits of plum varieties and forms and selection of the best genotypes for breeding and processing : specialty 06.01.05 “Breeding and seed production of agricultural plants” : dissertation for the degree of Candidate of Agricultural Sciences / O. Y. Dubrovskaya. – Michurinsk, 2015. – 130 p.
4. Dulov, M. I. Harvesting, storage and processing of stone fruit crops / M. I. Dulov // Innovative development of science: fundamental and applied problems: monograph. – Petrozavodsk: International Center for Scientific Partnership “New Science”, 2021. – P. 174-197.
5. Zaremuk, R. S. The quality of fruits of promising varieties of domestic plums for the Krasnodar Territory / R. S. Zaremuk, S. V. Bogatyreva, T. L. Smelik // Fruit growing and viticulture in the South of Russia. – 2014. – No. 28(4). – P. 18-26.
6. Kravchenko, S. N. The nutritional value of plums growing in the Kemerovo region / S. N. Kravchenko, O. V. Golub, A. G. Kozhura, V. V. Trikhina // News of higher educational institutions. Food technology. – 2012. – No. 5-6 (329-330). – P. 12-14.
7. Megerdichev, E. Ya. Technological requirements for varieties of vegetable and fruit crops intended for various types of canning / E. Ya. Megerdichev. – M.: Rosselkhoznadzor. - 2003. – 95 p.
8. Minin, A. N. Selection and propagation of stone fruit crops in the conditions of the forest-steppe of the Samara region / A. N. Minin, V. A. Minin. – Samara: Ofort-S LLC, 2021. – 380 p.
9. Radchenko, O. E. Biochemical composition of domestic plum fruits in the conditions of the North-West of Russia / O. E. Radchenko, S. A. Streltsina // Modern self-government. – 2013. – No. 3(7). – P. 104-115.
10. Gardening in the Middle Volga region / A. N. Minin, A. A. Kuznetsov, M. I. Antipenko [et al.]. – Samara: Slovo LLC, 2021. – 635 p.
11. Fedorov, A.V. Stone crops / A.V. Fedorov, L. A. Nesmelova, A.V. Nikitina. – Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2022. – 120 p. – ISBN 978-5-9620-0414-3.
12. Sümbül, A. Morphological, biochemical, and molecular evaluation of genetic diversity in different plum genotypes (Prunus domestica L.) / A. Sümbül, E. Yildiz, M. Yaman M. [et al.] // Genetic Resources and Crop Evolution. 2024. – Vol. 71. – P. 1973–1988.

M. I. Dulov

State budgetary Institution of the Samara region «Scientific Research Institute of Horticulture and Medicinal Plants «Zhiguli gardens»
dulov–tehfak@mail.ru

BIOCHEMICAL COMPOSITION AND CONSUMER QUALITIES OF DOMESTIC PLUM AND HYBRID CHERRY PLUM FRUITS IN THE MIDDLE VOLGA REGION

Plum fruits are low in calories, contain easily digestible sugars and are very popular with consumers due to their attractive appearance, contrasting taste and juiciness. Their biochemical composition largely depends on the genetic characteristics of the variety, the place of cultivation and the conditions of the growing season. The purpose of the study is to evaluate the biochemical composition of the fruits of new and promising varieties of domestic plum and hybrid cherry plum, identifying the best genotypes for further breeding to improve the quality of the fruit. The research was carried out in the period from 2021 to 2025 at the experimental sites of GBU SB Research Institute «Zhiguli Gardens». The object of the study was the fruits of 7 varieties of domestic plum and 6 varieties of cherry plum hybrid breeding GBU SB Research Institute «Zhiguli gardens» and other organizations. The biochemical composition of the fruits was evaluated in accordance with generally accepted methods. As a result of the conducted research, it was found that in the conditions of the forest–steppe of the Middle Volga region, depending on the variety and weather conditions of the growing season, more than 8.0% of all sugars in domestic plum fruits accumulate varieties Eurasia 21, Zarechnaya early, Indira, Daughter of Eurasia and Dachnaya, in hybrid cherry plum fruits – varieties Elegant, Canned and Long–awaited. The highest taste qualities with a sugar acid index of more than 6.0 oe are characterized by the fruits of domestic plums of the varieties Daughter of Eurasia and Dachnaya, hybrid cherry plums of the Giantess variety and in some years of the Long–awaited variety.

Key words: domestic plum, hybrid cherry plum, variety, dry substances, sugars, titrated acidity, sugar acid index, ascorbic acid.

Генетическая характеристика оленей эвенской породы как основа селекционно–племенной работы по созданию генофондного хозяйства

УДК 636.294
DOI: 10.32935/2221-7312-2026-68-2-45-51

Г. Я. Брызгалов, Е.А. Витомскова, Е. В. Гинтер
Магаданский научно–исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова,
ekaterinaseymchan@mail.ru

Северные олени — единственный вид сельскохозяйственных животных, использующий в качестве кормовой базы бедные растительными ресурсами ландшафты. Олени в течение года постоянно содержатся на пастбище, без дополнительного кормления, под действием хронического экологического стресса. В таких условиях взаимодействие «генотип-среда» оказывает экстремальное влияние на реализацию генетического потенциала и продуктивность животных, которая напрямую зависит от естественных факторов. Цель работы – создание основ для формирования генофондного стада оленей эвенской породы приохотской популяции. Исследования проводились в 2024–2025 гг. на базе МУСХП «Ирбычан». Объектом изучения являлись олени эвенской породы, разводимые в Северо-Эвенском районе Магаданской области. В работе использовались экспериментальные данные и отчетная зоотехническая информация. Получена информация о генетических характеристиках северных оленей эвенской породы, имеющая научное и практическое значение для дальнейшего совершенствования селекционно-племенной работы с породой. Материалом для генетических исследований служили образцы ткани (ушные выщипы) оленей разных половозрастных групп. Индивидуальное генотипирование животных осуществлялось с применением ISSR-PCR-метода. В выборке из популяции оленей Магаданской области выявлено 11 фрагментов ДНК, расположенных в геноме между микросателлитами типа AG. Наиболее часто в геноме встречаются фрагменты средней длины: от 300 до 500 п.н. У 100% исследованных животных присутствуют межмикросателлитные участки ДНК длиной около 300 п.н. (локус 3), 400 п.н. (локус 5) и 500 п.н. (локус 6), характерные для северных оленей. Локус 7 выявлен у 76 % особей. Из 11 локусов 7 (63,6%) являются информативными для изученной популяции. Наиболее распространены генотипы, имеющие в составе локусы 1, 3, 5, 6, 7, и 9. Около 30% выборки животных имеют уникальные генотипы. Уровень средней гетерозиготности микросателлитной ДНК (H=0,883) свидетельствует о значительном генетическом разнообразии соответствующих локусов генома в исследованном стаде оленей.

Ключевые слова: *Rangifer tarandus* L., эвенская порода, ISSR-маркер, эффективные аллели, гетерозиготность.

Введение

Приказом министра сельского хозяйства СССР № 212 от 23.08.1985 г. в северном оленеводстве утверждено четыре аборигенные породы – ненецкая, эвенкийская, чукотская и эвенская. В Магаданской области районирована эвенская порода северных оленей [7, 19].

В связи со значительным снижением численности животных и тенденцией дальнейшего сокращения, существует необходимость в сохранении генофонда этой локальной популяции северных оленей эвенской породы. С целью роста поголовья, поддержания биологического разнообразия, обеспечения производственных стад племенным материалом, системного совершенствования селекционно-племенной работы в отрасли требуется создание генофондного стада по сохранению и разведению животных этой породы в Магаданской области [5].

Из-за специфики содержания и неполной доместикации селекционно-племенная работа с северными оленями имеет существенные отличия от домашнего животноводства. В оленеводстве не практикуется искусственное осеменение и трансплантация зигот. Эффективность селекционных мероприятий снижается из-за длительного интервала между поколениями, непродолжительного срока использования производителей, сезонности размножения, низкой сохранности поголовья и делового выхода молодняка. Вольно-групповая система случки не позволяет с достоверной точностью оценивать производителей по качеству потомства [2, 3, 25].

Селекция в северном оленеводстве до настоящего времени основана главным образом на массовом отборе по фенотипу, при этом большинство зоотехнических мероприятий выполняется с использованием традиционных приемов. Актуальность проблем селекционно-племенной работы с оленями обусловлена неэффективностью применяемых длительное время методов [6, 8, 20].

В то же время в селекции сельскохозяйственных животных широко используется молекулярная диагностика. В этой связи, в оленеводстве необходимы исследования, направленные на освоение более эффективных методов, применяемых в животноводстве и опирающиеся на достижения современной генетики [11-13, 15, 16, 22].

Изменчивость ISSR-маркеров в популяциях свидетельствует о значительном сходстве между ними по большинству аллельных частот, что подтверждает общность происхождения, хозяйственного и племенного использования оленей.

По биологии размножения и внутрипопуляционной структуре северные олени эвенской породы практически соответствуют.

Установлено, что обмен аллелофондом и межпопуляционные скрещивания являются эффективным приемом повышения продуктивности в оленеводстве Северо-Востока [4].

Генетическая уникальность каждой популяции (породы, стада) определяется ее генетической структурой, которую оценивают относительной частотой генотипов или частот генов [15, 22]. В экстремальных условиях ареала северных оленей, не несущие адаптивного преимущества аллели, быстро элиминируются из популяций, а несущие – вскоре закрепляются и приобретают высокое значение частот. Совершенствование животных основано на повышении частот желательных аллелей в генофонде улучшаемой популяции за счет элиминации нежелательных аллелей [1, 3, 6, 13,].

Для исследования генетической дифференциации животных наиболее эффективны ДНК-маркеры, полученные на основе полимеразной цепной реакции (PCR), имеющие множественную локализацию в геноме. К их числу относятся микросателлитные последовательности ДНК – ISSR (inter-simple sequence repeats). Высокий уровень полиморфизма ISSR-маркеров делает их удобным инструментом для оценки генетического разнообразия животных [13, 15, 16].

Успешное развитие технологии секвенирования и полногеномного скрининга позволяют быстро и эффективно выявлять полиморфизмы в генах-кандидатах, ассоциированных с формированием хозяйственно-ценных признаков у животных и внедрять высокотехнологичные методы в процесс совершенствования продуктивных качеств. Однако такой подход в оленеводстве находится на начальных стадиях развития, поскольку геном северного оленя еще полностью не секвенирован, но активно изучается. Ассоциировать полиморфизмы микросателлитных локусов с экономически значимыми признаками сельскохозяйственных животных, в том числе оленей, весьма сложно из-за их высокой вариабельности [11, 13, 15, 22].

Для внедрения ДНК-технологий в практику оленеводства и создания панели молекулярно-генетических маркеров продуктивных качеств животных, более актуальным представляется метод выявления полиморфизмов в кандидатах-генах, участвующих в формировании признаков, определяющих тот или иной вид продуктивности. Изыскание причинных полиморфизмов и оценка их генетической значимости для селекции является наиболее актуальными задачами геномного скрининга.

В исследованиях Крутиковой А.А. и др. (2018) в качестве гена кандидата выбран ген гормона роста соматотропин (GH), как один из многочисленных факторов, влияющих на рост и развитие мышечной и костной ткани в процессе формирования организма. Полиморфные варианты гена гормона роста GH используются в качестве молекулярно-генетических маркеров в селекции ряда пород и видов сельскохозяйственных животных. По мнению исследователей, ген гормона роста обладает значительным функциональным потенциалом и для оленеводства [16].

Анализ научно-технической литературы позволяет сделать вывод о необходимости дальнейшего повышения генетического потенциала признаков продуктивности животных за счет перехода на новую парадигму, основанную на современных достижениях молекулярной генетики. Следует усовершенствовать методы селекции, направив их на поиск перспективных генов для улучшения показателей мясной продуктивности и широкого использования селекционно-генетических методов определения племенной ценности животных.

Цель исследований заключалась в изучении генетических характеристик оленей эвенской породы приохотской популяции для формирования генофондного стада.

Материал и методы исследования

Объектом изучения являются олени эвенской породы, разводимые в Северо-Эвенском городском округе Магаданской области в муниципальном унитарном сельскохозяйственном предприятии «Ирбычан», которое осуществляет свою хозяйственную деятельность по разведению оленей эвенской породы на территориях традиционного природопользования коренных малочисленных народов севера, реализуя их права на ведение традиционного образа жизни и исконную среду обитания.

Для генетических исследований в качестве образцов ткани оленей использованы фрагменты ушной раковины (выщипы). Животных отбирали рандомным методом, пробы взяты из разных половозрастных групп – телят, важенок, быков во время убоя оленей на мясо, консервировали холодом и этиловым спиртом. Аналитические работы выполнены в лаборатории ДНК-технологий Всероссийского НИИ племенного дела в соответствии с рекомендациями по использованию PCR в животноводстве [13].

Выделение ДНК из проб ткани проводили фенольно-детергентным методом с использованием протеиназы К. Для анализа ISSR-полиморфизма с помощью ПЦР использовали праймер (AG) 9C. Условия ПЦР: первоначальная денатурация, или «горячий старт» при 95°C — 3 мин, денатурация при 95°C — 1 мин, отжиг праймеров при 55°C — 1 мин, синтез при 72°C — 1 мин (35 циклов). Завершающий синтез при 72°C — 7 мин.

Фракционирование полученных фрагментов ДНК проводили на 2% агарозном геле. Визуализировали фрагменты ДНК путем окрашивания бромистым этидием в УФ-свете. В качестве маркера длин фрагментов в каждый гель включали ДНК-маркер GeneRulerTM 100 bp DNA Ladder Plus (MBI Fermentas, USA). Результаты фиксировали с помощью компьютерной видеосистемы.

Длины фрагментов рассчитывали с использованием компьютерной программы UnScanGel Automated Digitizing System (Version 5.1). Первым этапом статистической обработки результатов является перевод изображения на фильтре в специальную матрицу, где наличие полосы обозначается как «1».

Каждый фрагмент рассматривался как отдельный маркер, представляющий собой нуклеотидную последовательность, фланкированную инвертированными микросателлитными повторами.

Расчет генетических характеристик выполнен с помощью стандартных компьютерных программ. На основе популяционных генных частот определяли среднее и эффективное число аллелей на локус МС, информативных аллелей (%), коэффициент гомозиготности, уровень теоретической гетерозиготности [10].

Результаты исследования и их обсуждение

Цель племенной работы в оленеводстве—— повышение производственных показателей и экономической эффективности отрасли за счет роста живой массы, упитанности, плодовитости, жизнестойкости, крепости конституции, адаптивности к неблагоприятным факторам внешней среды, улучшение племенных качеств животных. Это достигается выполнением комплекса зоотехнических мероприятий, главные из которых — полноценное кормление и содержание, систематический отбор и подбор оленей, выращивание племенного молодняка, направленное на повышение интенсивности роста и скороспелости животных [1, 2, 5, 6, 19, 23].

Эвенская порода северных оленей (*Rangifer tarandus L.)* сформировалась в специфических природных условиях лесной зоны и лесотундры Севера Дальнего Востока. Приобретение оленями характерных экстерьерных и конституциональных особенностей проходило в течение длительного времени под влиянием факторов внешней среды и искусственного отбора в направлении увеличения размеров и улучшения мясных и рабочих качеств животных [7-9, 14, 17, 19–21, 23, 24]. Животные этой породы обладают крепкой конституцией, голова вытянутая, с хорошо развитыми рогами, массивным костяком, высокой холкой. Ноги длинные, правильно поставленные, с умеренно выполненной мускулатурой плечевого и тазового пояса. Копыта широкие, большие, приспособленные к добыванию корма из-под глубокого рыхлого снега. Доминирующая масть эвенских оленей — бурая и светло-бурая.

Гон у оленей эвенской породы начинается в середине сентября и продолжается в течение месяца. Массовый отел проходит с 20 апреля по 20 мая. Животные этой породы хорошо приспособлены к условиям существования в горно-таежной и лесотундровой пастбищно-географической зоне Севера Дальнего Востока. Рано народившийся молодняк успевает к началу вегетации зеленых растений, до интенсивного лета кровососущих насекомых и наступления жары окрепнуть и достичь хорошего развития. К осени телята имеют живую массу 50-60 кг и удовлетворительную упитанность, что очень важно для успешного прохождения длительного зимнего периода с экстремальными метеоусловиями в континентальной и приохотской зоне Северо-Востока. Олени, разводимые в Магаданской области, являются типичными для лесной зоны [4, 7, 17, 18, 23, 25]. Животные всех половозрастных групп, содержащиеся в хозяйстве, соответствуют стандарту эвенской породы по живой массе *(рис. 1)*.

Требованиям первого бонитировочного класса по живой массе соответствуют все половозрастные группы, что свидетельствует об удовлетворительных хозяйственно-полезных признаках оленей эвенской породы, разводимых в регионе.

Убойный контингент составляют преимущественно 1,5-летние бычки. Средняя живая масса полновозрастных быков средней упитанности 127 кг, важенок — 96 кг, 5-6-месячных телят-самцов — 60 кг, самок — 55 кг. При убое взрослых быков средней упитанности получают тушу массой 63–64 кг, важенок — 48–50 кг, средний убойный выход составляет 50–53%.

Исследование генетических показателей оленей эвенской породы проведено по общепринятым методикам [11–13, 16]. В выборке из популяции оленей Магаданской области выявлено 11 фрагментов ДНК, расположенных в геноме между микросателлитами типа AG *(таблица)*. Распределение частот встречаемости фрагментов — типичное для северных оленей (*Rangifer tarandus L.*) [7, 14].

Наиболее часто в геноме встречаются фрагменты средней длины: от 300 до 500 п.н. У 100% исследованных животных присутствуют межмикросателлитные участки ДНК длиной около 300 п.н. (локус 3), 400 п.н. (локус 5) и 500 п.н. (локус 6), характерные для северных оленей. Локус 7 выявлен у 76 % особей. Из 11 локусов 7 (63,6%) являются информативными для изученной популяции. Наиболее распространены генотипы, имеющие в своем составе локусы 1, 3, 5, 6, 7, и 9. Около 30% выборки животных имеют уникальные генотипы.

Уровень средней гетерозиготности микросателлитной ДНК (H=0,883) свидетельствует о значительном генетическом разнообразии соответствующих локусов генома в исследованном стаде оленей. Данный показатель выше, чем в выборках чукотской (0,86) породы. Изучаемая популяция превосходит чукотскую породу

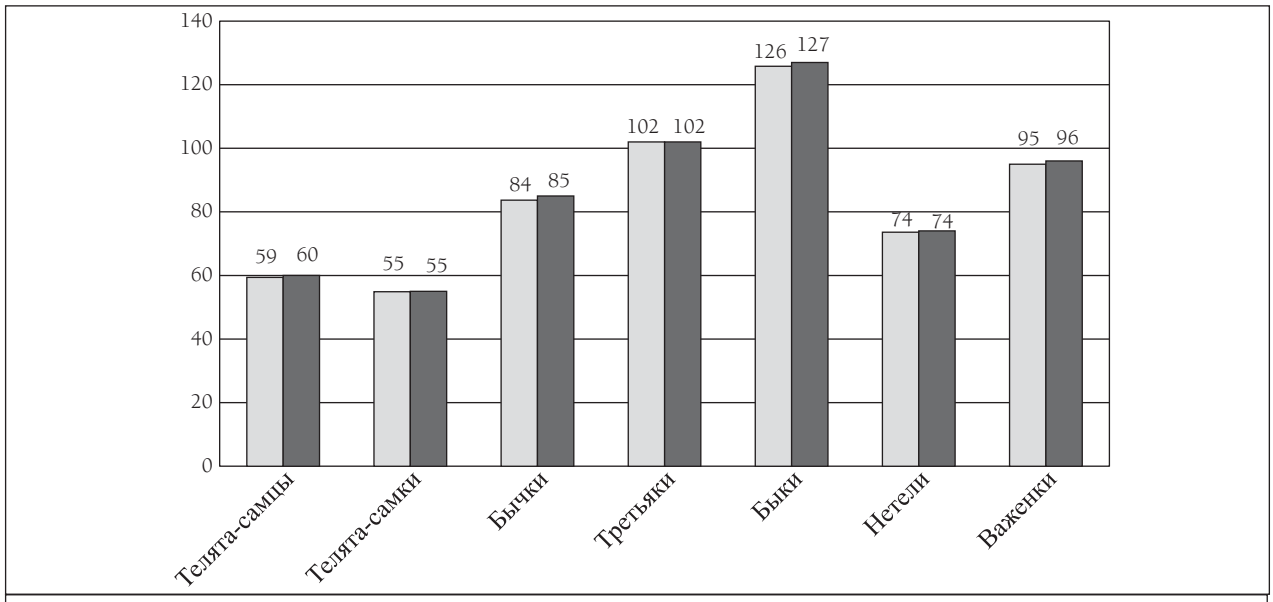

Рис. 1. Живая масса оленей МУСХП «Ирбычан» (■) в сравнении со стандартом эвенской породы (□), кг

по среднему числу аллелей на локус микросателлитов (9,9 против 7,3–8,6) и числу эффективных аллелей на локус (8,5 против 6,7–8,1). Высокий уровень гетерозиготности дает преимущество животным по адаптивным признакам [1, 3, 5, 6, 22].

Гетерогенность приохотской популяции эвенской породы в значительной мере детерминирована особенностями формирования ее генофонда, происходившего в конце 1990-х гг. при реструктуризации совхозов на основе соединения трех субпопуляций - Пареньской, Гижигинской и Гармандинской, отличавшихся экологически дифференцированным составом животных. Пареньская субпопуляция находится на границе ареалов эвенского и корякского экотипов, поэтому весьма вероятно имел место обмен мигрантами. Олени Гармандинской популяции принадлежат к более крупному лесному экотипу. Объединение экологически и генетически разнородного поголовья обеспечило гетерогенность этой локальной популяции оленей эвенской породы [17].

Частота встречаемости ISSR-маркеров у оленей эвенской породы

Номер локуса	Длина фрагмента, пар нуклеотидов (оснований)	Порода северных оленей	
		Эвенская n=84	Чукотская n= 160
1	180–210	0,109±0,034	0,153±0,020
2	220–230	0,045±0,022	0,014±0,006
3	240–330	0,152±0,039	0,147±0,019
4	330–350	0,076±0,028	0,049±0,012
5	350–430	0,152±0,039	0,156±0,020
6	440–520	0,152±0,039	0,154±0,020
7	520–570	0,120±0,035	0,148±0,019
8	650–690	0,045±0,022	0,134±0,019
9	700–770	0,098±0,032	0,038±0,010
10	850–980	0,040±0,021	0,006±0,004
11	1100–1300	0,009±0,010	0

Первоначально генофонд стада формировался из неродственных групп оленей эвенской породы, объединившихся в колхоз «Расцвет Севера» нескольких оленеводческих хозяйств с общим поголовьем животных 14000. В конце 1970-х — начале 1980-х гг. ордена Дружбы народов совхоз «Расцвет Севера» через Госплемобъединение трижды завозил по 100 бычков эвенской породы из горно-таежной зоны Якутии [4]. Потомство от скрещивания оленей, выращенных в различных природных условиях, отличалось крупными размерами и высокой живой массой, превосходящей стандарт эвенской породы на 10-15%. В последующие годы проводился отбор животных по экстерьеру и конституции, мясной продуктивности, репродуктивным качествам, инстинкту стадности, резистентности к болезням. На племя оставляли производителей от высокопродуктивных маток, наиболее крупных, активных во время гона. Селекция важенок дополнялась отбором по материнским качествам, плодовитости, молочности, ранним срокам покрытия и отела. Обмен оленями между стадами осуществлялся по плану ротации производителей.

В 1980-х гг. сотрудники Магаданского НИИСХ и областного Госплемобъединения совместно со специалистами хозяйства ежегодно проводили бонитировки, отбор и подбор оленей. В результате стадо №7 было внесено в Государственный племенной регистр в качестве племенного репродуктора по разведению оленей эвенской породы. В стаде выполнялись мероприятия, принятые в племенном хозяйстве — мечение оленей, бонитировка, отбор и подбор животных, племенной учет и др. В начале 2000-х гг. при реструктуризации совхозов поголовье оленей ордена Дружбы народов со-

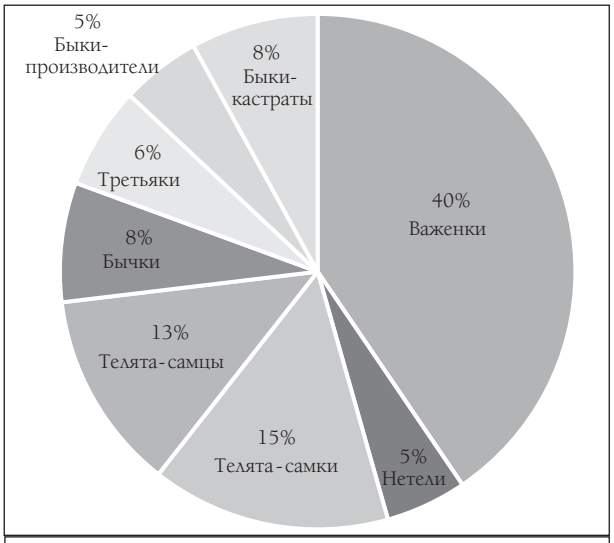

Рис. 2. Структура стада оленей эвенской породы

вхоза «Расцвет севера» составило основу стада, вновь созданного МУСХП «Ирбычан».

Структура стада оленей МУСХП «Ирбычан» отражена на *рис. 2*. В целом количественное соотношение важенок и нетелей позволяет проводить своевременную возрастную ротацию маточного поголовья, элиминацию старых животных и замену их молодыми.

Количество маток должно быть увеличено до 50% от общего поголовья оленей. Численность производителей обеспечивает отбор быков и третьяков для племенных целей в требуемом для оптимальной полигамии соотношении. Классный состав поголовья подтверждает удовлетворительные продуктивные свойства животных половозрастных групп этого хозяйства.

Выводы

В результате выполнения работы получена зоотехническая и генетическая характеристика оленей эвенской породы, свидетельствующая об удовлетворительных хозяйственно-полезных признаках оленей эвенской породы, разводимых в регионе, что создает предпосылки для ведения эффективной работы в направлении повышения производственных показателей. Полученные данные лягут в основу разработки плана селекционно-племенной работы в МУСХП «Ирбычан» с целью создания генофондного стада оленей эвенской породы приохотской популяции.

Литература

1. Алтухов, Ю.П. Генетические процессы в популяциях/ Ю.П. Алтухов. – М., 1983. – 279 с.
2. Бороздин, Э.К. Разведение северных оленей/ Э.К. Бороздин, П.Н. Востряков, Н.О. Дьяченко. – Красноярск, 1977. – 223 с.
3. Бороздин, Э.К. Проблемы генетики в северном оленеводстве / Э.К. Бороздин, А.Д. Мухачев, Л.Ф. Савадерова // Совершенствование технологии и повышение экономической эффективности северного оленеводства. ВАСХНИЛ. Сибирское отд-ние. МЗНИИСХ СВ. – Новосибирск. – 1989. – С.45-49.
4. Брызгалов, Г.Я. Повышение продуктивности северных оленей в приохотской зоне Северо-Востока путем скрещивания. Методические рекомендации./ Г.Я. Брызгалов, Н.Т. Пивнев. -Магадан, 1989. – 24 с.
5. Брызгалов, Г.Я. Актуальные вопросы селекционно-племенной работы в оленеводстве Крайнего Северо-востока России/ Г.Я. Брызгалов. – Магадан, 2022. – 183 с.
6. Гончаров, В.В. Оценка генетического разнообразия северного оленя (Rangifer tarandus) с помощью мультилокусного ДНК-фингерпринтинга / В.В. Гончаров, О.В. Митрофанова, Н.В. Дементьева [и др.] // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. – № 5. – С. 36-39.
7. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 2. Породы животных: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 152 с.
8. Деряженцев, В.И. Особенности отбора важенок и молодняка северных оленей для дальнейшего использования их в племенных целях/ В.И. Деряженцев и др.// Труды МЗНИИСХ СВ. – Вып. VI. -1976. – С.10-16.
9. Деряженцев, В.И. Изменение живого веса и пропорций телосложения самок северных оленей в период роста/ В.И. Деряженцев. – Труды МЗНИИСХ СВ. Вып. VII, 1978. – С.12-18.
10. Животовский, Л.А. Статистические методы анализа частот генов в природных популяциях Итоги науки и техники: Общая генетика. / Л.А. Животовский. – М. – 1983. – Т. 8. – С. 76-104.
11. Зиновьева, Н.А. Генетическая экспертиза сельскохозяйственных животных: применение тест-систем на основе микросателлитов / Н.А. Зиновьева, Е.А. Гладырь // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 09. – С.19-20.
12. Зиновьева, Н.А. Методические рекомендации по использованию метода полимеразной цепной реакции в животноводстве / Н.А. Зиновьева, А.Н. Попов, Л.К. Эрнст. - Дубровицы: ВИЖ. – 1988. – 47 с.
13. Зиновьева, Н.А. Введение в молекулярную генную диагностику сельскохозяйственных животных / Н.А. Зиновьева [и др.]. –Дубровицы, 2002. – 112 с.
14. Инструкция по бонитировке северных оленей. – Новосибирск, 1988. – 20 с.
15. Калашникова, Л.А. Селекция XXI века: использование ДНК-технологий / Л.А. Калашникова, И.М. Дунин, В.И. Глазко. - Московская обл., Лесные поляны, ВНИИплем. – 2000. – 31 с.
16. Крутикова, А.А. Перспективные гены для улучшения показателей мясной продуктивности в оленеводстве (обзор) / А.А. Крутикова, Н.В. Дементьева, О.В. Митрофанова // Генетика и разведение животных. – 2017. – № 1. – С.31-35.
17. Куделя, Е. И. Сравнительная характеристика некоторых фенотипических признаков оленей различных зон / Е.И. Куделя, В.И. Деряженцев // Труды МЗНИИСХ СВ. – Вып. IV, Магадан, 1974. – С. 9-19.

18. Куделя, Е. И. Изменчивость хозяйственно-полезных признаков северных оленей таежной зоны Северо-востока (на примере совхоза «Юбилейный») / Е. И. Куделя, В.И. Деряженцев // Труды МЗНИИСХ СВ. 1974. – Вып. III. – С. 33-41.
19. Племенная работа в северном оленеводстве: Метод. рекомендации / А.Д. Мухачев [и др.] // ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. НИИСХ Крайнего Севера. Новосибирск. – 1988. – 120 с.
20. Помишин, С.Б. Проблема породы и ее совершенствования в оленеводстве / С.Б. Помишин. –Якутск, 1981. – 180 с.
21. Подкорытов, Ф.М. Северное оленеводство / Ф.М. Подкорытов, В.А. Забродин, Э.К. Бороздин [и др.]. – М.: Аграрная Россия. – 2004. – 450 с.
22. 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.
23. Система ведения оленеводства в Магаданской области: рекомендации / П.М. Барсов, Г.Я. Брызгалов, Б.В. Гарбарец и др. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1986. – 252 с.
24. Устинов, В. И. Оленеводство Магаданской области: состояние и перспективы развития/ В. И. Устинов. – Магадан: Кн. изд-во, 1969. – 128 с.
25. Южаков, А.А. Особенности породообразования в северном оленеводстве / А.А. Южаков // Наука – оленеводству: сб. статей №3. РАСХН, Сиб. отд-ние. Якут. НИИСХ. – Якутск. – 2005. – С. 105-114.

References

1. Altukhov, Yu.P. Genetic processes in populations / Yu.P. Altukhov. – Moscow, 1983. – 279 p.
2. Borozdin, E.K. Reindeer breeding / E.K. Borozdin, P.N. Vostryakov, N.O. Dyachenko. -Krasnoyarsk, 1977. – 223 p.
3. Borozdin, E.K. Problems of genetics in northern reindeer herding / E.K. Borozdin, A.D. Mukhachev, L.F. Savaderova // Improving the technology and increasing the economic efficiency of northern reindeer herding. VASKhNIL. Siberian Branch. MZNIISKh SV. – Novosibirsk. – 1989. – P.45-49.
4. Bryzgalov, G.Ya. Increasing the productivity of reindeer in the Okhotsk zone of the North-East through crossbreeding. Methodological recommendations. / G. Ya. Bryzgalov, N. T. Pivnev. -Magadan, 1989. – 24 p.
5. Bryzgalov, G. Ya. Current issues of selection and breeding work in reindeer herding in the Far North-East of Russia / G. Ya. Bryzgalov. – Magadan, 2022. – 183 p.
6. Goncharov, V. V. Assessment of genetic diversity of reindeer (Rangifer tarandus) using multilocus DNA fingerprinting / V. V. Goncharov, O. V. Mitrofanova, N. V. Dementeva [et al.] // Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences. – 2011. – No. 5. – P. 36-39.
7. State Register of Breeding Achievements Approved for Use. Volume 2. Animal Breeds: Official Publication. – Moscow: Federal State Budgetary Scientific Institution Rosinformagrotekh, 2013. – 152 p.
8. Deryazhentsev, V.I. Features of the Selection of Female and Young Reindeer for Further Use in Breeding Purposes / V.I. Deryazhentsev et al. // Proceedings of the MZNIISKh SV. – Issue VI. -1976. – P.10-16.
9. Deryazhentsev, V.I. Changes in Live Weight and Body Proportions of Female Reindeer During the Growth Period / V.I. Deryazhentsev. – Proceedings of the MZNIISKh SV. Issue VII, 1978. – P.12-18.
10. Zhivotovsky, L.A. Statistical methods for analyzing gene frequencies in natural populations. Results of science and technology: General genetics. / L.A. Zhivotovsky. – M. – 1983. – Vol. 8. – P. 76-104.
11. Zinovieva, N.A. Genetic examination of farm animals: the use of test systems based on microsatellites / N.A. Zinovieva, E.A. Gladyr // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. – 2011. – No. 09. – P. 19-20.
12. Zinovieva, N.A. Methodical recommendations for the use of the polymerase chain reaction method in animal husbandry / N.A. Zinovieva, A.N. Popov, L.K. Ernst. – Dubrovitsy: VIZH. – 1988. – 47 p.
13. Zinovieva, N.A. Introduction to Molecular Gene Diagnostics of Farm Animals / N.A. Zinovieva [et al.]. – Dubrovitsy, 2002. – 112 p.
14. Instructions for the Grading of Reindeer. – Novosibirsk, 1988. – 20 p.
15. Kalashnikova, L.A. Selection of the 21st Century: the Use of DNA Technologies / L.A. Kalashnikova, I.M. Dunin, V.I. Glazko. – Moscow Region, Lesnye Polyany, VNIIPlem. – 2000. – 31 p.
16. Krutikova, A.A. Promising Genes for Improving Meat Productivity in Reindeer Herding (Review) / A.A. Krutikova, N.V. Dementeva, O.V. Mitrofanov // Genetics and Animal Breeding. – 2017. – No. 1. – P. 31-35.
17. Kudelya, E. I. Comparative characteristics of some phenotypic traits of reindeer from different zones / E. I. Kudelya, V. I. Deryazhencev // Proceedings of the MZNIISKh SV. – Issue IV, Magadan, 1974. – P. 9-19.
18. Kudelya, E. I. Variability of economically useful traits of reindeer in the taiga zone of the North-East (using the Yubileiny state farm as an example) / E. I. Kudelya, V. I. Deryazhencev // Proceedings of the MZNIISKh SV. 1974. – Issue III. – P. 33-41.
19. Breeding work in northern reindeer herding: Methodical recommendations / A.D. Mukhachev [et al.] // VASKhNIL. Siberian Branch. Research Institute of Agriculture of the Far North. Novosibirsk. – 1988. – 120 p.
20. Pomishin, SB The problem of the breed and its improvement in reindeer herding / SB Pomishin. – Yakutsk, 1981. – 180 p.
21. Podkorytov, FM Northern reindeer herding / FM Podkorytov, VA Zbrodin, EK Borozdin [et al.]. – Moscow: Agrarnaya Rossiya. – 2004. – 450 p.
22. Romanenko, TM Genetic structure of the reindeer population of Kolguyev Island, Nenets Autonomous Okrug / TM Romanenko, LA Kalashnikova, GI Filippova, KA Laishev // Achievements of science and technology in the agro-industrial complex. – 2014. – No. 4. – P. 68-70.

23. The system of reindeer herding in the Magadan region: recommendations / P. M. Barsov, G. Ya. Bryzgalov, B. V. Garbarets, et al. Novosibirsk: SO VASKhNIL, 1986. – 252 p.
24. Ustinov, V. I. Reindeer herding in the Magadan region: status and development prospects / V. I. Ustinov. – Magadan: Kn. Publishing House, 1969. – 128 p.
25. Yuzhakov, A. A. Peculiarities of breed formation in northern reindeer herding / A. A. Yuzhakov // Science for reindeer herding: collection of articles No. 3. RAAS, Siberian Branch. Yakut. Research Institute of Agriculture. – Yakutsk. – 2005. – P. 105-114.

G. Y. Bryzgalov, E. A. Vitomskova, E. V. Ginter

Magadan Scientific Research Institute of Agriculture – branch of the Federal State Budgetary Institution of the N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources

ekaterinaseymchan@mail.ru

GENETIC CHARACTERISTICS OF EVEN BREED REINDEER AS A BASIS FOR SELECTION AND BREEDING WORK TO CREATE A GENE FUND

Reindeer are the only farm animal species that rely on resource-poor landscapes for food. They are kept on pasture year-round, without supplementary feeding, under chronic environmental stress. Under these conditions, the genotype-environment interaction has a profound impact on the realization of their genetic potential and animal productivity, which is directly dependent on natural factors. The objective of this study was to establish a foundation for the formation of a gene pool herd of Even reindeer from the Okhotsk population. The research was conducted in 2024-2025 at the Irbychan State Agricultural Enterprise. The study focused on Even reindeer bred in the Severo-Evensky District of the Magadan Region. Experimental data and zootechnical reports were used in the study. This study provided information on the genetic characteristics of Even reindeer, which has scientific and practical significance for further improvement of breeding efforts. The genetic studies were carried out using tissue samples (ear notches) from reindeer of different age and sex groups. Individual genotyping of animals was performed using the ISSR-PCR method. Eleven DNA fragments located in the genome between AG-type microsatellites were identified in the sample from the Magadan Region reindeer population. Fragments of medium length, from 300 to 500 bp, are most common in the genome. 100% of the studied animals had intermicrosatellite DNA regions of approximately 300 bp (locus 3), 400 bp (locus 5), and 500 bp (locus 6), characteristic of reindeer. Locus 7 was identified in 76% of individuals. Of the 11 loci, 7 (63.6%) are informative for the studied population. The most common genotypes include loci 1, 3, 5, 6, 7, and 9. Approximately 30% of the animal sample had unique genotypes. The average microsatellite DNA heterozygosity level (H=0.883) indicates significant genetic diversity at the corresponding loci in the studied reindeer herd.

Key words: *Rangifer tarandus L., Even breed, ISSR marker, effective alleles, heterozygosity.*

Исследование влияния энтеросорбента «Экосил» на продуктивность цыплят бройлеров

УДК 636.5.033
DOI: 10.32935/2221-7312-2026-68-2-52-59

Т. В. Трифонова, Е. О. Рысцова (к.с.-х.н.)**, А. В. Шмидт** (д.б.н.)
Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы,
1132247860@rudn.ru

Актуальность исследования обусловлена глобальной проблемой контаминации кормов для сельскохозяйственной птицы микотоксинами. Согласно данным мониторинга, распространенность микотоксинов в кормовом сырье достигает 60–80%, при этом в 61–96% случаев регистрируется сочетанное загрязнение двумя и более токсинами, что приводит к аддитивному или синергическому усилению их негативного воздействия даже при концентрациях ниже предельно допустимых. В связи с прогнозируемым ростом токсикологической нагрузки на поголовье вследствие климатических изменений и глобализации кормового рынка, разработка эффективных методов детоксикации является приоритетной задачей современного птицеводства. Экспериментальная часть работы выполнена в экспериментальном хозяйстве ФНЦ «ВНИТИП» на суточных цыплятах-бройлерах кросса «Кобб 500». Цель исследования заключалась в оценке эффективности применения комплексного алюмосиликатного сорбента «Экосил» для снижения негативного воздействия микотоксинов на продуктивность птицы. Методом рандомизации были сформированы четыре группы (n=35): две контрольные (чистый и токсичный корм) и две опытные, получавшие токсичный корм с добавлением сорбента в дозировках 3,5/5 кг/т и 2,5/5 кг/т по периодам выращивания (5–28 и 29–38 дней). Результаты исследования показали, что скармливание токсичного корма привело к достоверному снижению живой массы на 17,1% к 28-му дню и ухудшению сохранности поголовья (88,57% против 91,43% в чистом контроле). Включение сорбента «Экосил» способствовало нивелированию негативных эффектов и обеспечило выраженный протекторный эффект. Наилучшие результаты получены в группе с дозировкой 2,5/5 кг/т, где сохранность поголовья достигла 97,14%.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, микотоксины, сочетанная контаминация, энтеросорбенты.

Введение

Использование доброкачественных кормов, отвечающих современным требованиям по питательности и безопасности, выступает необходимым условием для поддержания здоровья, продуктивности и благополучия сельскохозяйственной птицы. В условиях интенсивного промышленного птицеводства данная задача решается главным образом путем использования полнорационных комбикормов. Рецептурное разнообразие таких кормов позволяет точно удовлетворять физиологические потребности различных технологических групп птицы (бройлеров, несушек, ремонтного молодняка), тем самым обеспечивая полную реализацию генетического потенциала современных кроссов.

Комбикорм представляет собой многокомпонентную смесь, составленную с учетом физиологических потребностей птицы для обеспечения сбалансированного суточного рациона. Основу комбикормов для птицы составляют зерновые культуры (кукуруза, пшеница, ячмень), занимающие до 60–65% от общей массы, а также комплекс кормовых добавок, включающих витамины, аминокислоты, макро- и микроэлементы, дрожжи и антиоксиданты. Однако на всех этапах заготовки, хранения и переработки сырья существует вероятность контаминации кормов веществами антропогенного (пестициды, соли тяжелых металлов, остатки удобрений) и биотического происхождения. Особую опасность в этом ряду представляют микотоксины – токсичные вторичные метаболиты микроскопических грибов, поражающих кормовое сырье [11].

Согласно данным мониторинга, распространенность микотоксинов в сельскохозяйственных культурах достигает 60–80% [20], при этом в 61% случаев фиксируется контаминация двумя и более токсинами одновременно [14]. В естественных условиях загрязнение кормового сырья, как правило, носит множественный характер: изолированное присутствие какого-либо одного микотоксина встречается редко. Сочетанное действие нескольких токсинов, даже если содержание каждого из них не превышает предельно допустимых концентраций, может оказывать комбинированный эффект на организм животных за счет аддитивного или синергического усиления общей токсичности [10, 13]. Так, по данным C. Song, положительный синергизм при совместном воздействии проявляют афлатоксин (АФ) с охратоксином А (ОТА) или токсином Т-2 [24]. Экспериментально подтверждено, что даже комбинация низких и умеренных концентраций ОТА (101,41 мкг/кг) и АФВ1 (20,10 мкг/кг) способствует сенсибилизации (потенцированию) микотоксинов, усугубляя развитие нефропатии у цыплят [22]. В исследованиях на свиньях комбинация дезоксиниваленола (ДОН) и зеараленона (ЗЕН) демонстрирует десенсибилизирующий эффект в отношении иммунной системы [20]. В то же время M.C. Smith установил снижение стрессовых реакций

in vitro при сочетании ДОН и ЗЕН, что, вероятно, обусловлено включением компенсаторных механизмов гепатоцитов [23].

Аддитивный характер взаимодействия установлен для ряда комбинаций микотоксинов, оказывающих сходное негативное воздействие на организм. В частности, совместное присутствие ЗЕН и ДОН усугубляет поражение репродуктивной системы [12], тогда как комбинация ДОН, Т-2 токсина и зеараленона вызывает комплексные нарушения гематологических, биохимических и иммунологических показателей, снижая общую резистентность организма к инфекционным агентам [10]. Аддитивность также характерна для сочетаний АФВ1 с ОТА, токсином Т-2 или фумонизином В1 (ФВ1); для комбинаций ДОН с фумонизином В1 и токсином Т-2 [1]; а также для совместного присутствия монилиформина с фумонизином или ДОН [15]. В организме птицы аддитивное усиление суммарной токсичности отмечено при комбинации ДОН и АФ [13].

Согласно исследованиям ряда авторов, в различных регионах Российской Федерации и зарубежных странах отмечается сочетанная контаминация микотоксинами разных видов кормов для сельскохозяйственных животных [1–3, 5, 9]. Так, в заготавливаемых кормах Вологодской области установлено, что 96% образцов поражены двумя токсинами, 87% содержат три и более, при этом в 63–77% образцов зафиксировано превышение предельно допустимых концентраций хотя бы по одному токсину [7]. Зерновые культуры юга России преимущественно загрязнены фузариотоксинами — зеараленоном, фумонизином В1, дезоксиниваленолом и токсином Т-2 [2]. В Омской области микотоксины выявлены в 69,8% проб; при этом в комбикормах превышение максимально допустимого уровня отмечено по зеараленону, а в зерне и зерносмесях – по токсину Т-2 [1].

На территории России при исследовании комбикормов на птицефабриках афлатоксины обнаруживались редко [5]. Имеются также данные о загрязнении кормов для птицы в Кении, где 96% образцов содержали более одного микотоксина. Среди образцов, положительных по афлатоксину, в 100% случаев присутствовал зеараленон, в 98% — фумонизин, в 92% — ниваленол, в 89% — дезоксиниваленол. Кроме того, 25% образцов, загрязненных фумонизином В1 (ФВ1), одновременно содержали охратоксин А (ОТА) [17]. В Пакистане (Пенджаб) в полнорационных кормах для крупного рогатого скота выявлено в среднем 14 различных микотоксинов на один образец [16]. В северной Испании при анализе образцов кормов для разных видов скота установлено, что 63,5% проб содержали от двух до пяти микотоксинов, причем наиболее высокий уровень сочетанного загрязнения отмечен в кормах для птицы (70%) [20].

В числе ключевых факторов риска, обуславливающих высокий уровень контаминации кормового сырья микотоксинами, следует рассматривать климатические условия. Резкие перепады температур и влажности в период вегетации и созревания культур создают предпосылки для их поражения токсигенными микроскопическими грибами уже на этапе полевого выращивания. Не менее значимыми являются нарушения технологических процессов заготовки и последующего обращения с кормами. Недостаточная сушка зерна, несоблюдение режимов хранения и транспортировки, отсутствие надлежащей вентиляции, а также повреждение упаковочных материалов формируют условия, оптимальные для активного роста плесневых грибов и, как следствие, накопления микотоксинов.

Микотоксины отличаются высокой гетерогенностью физико-химических свойств, что существенно затрудняет их идентификацию и последующее удаление в процессе переработки кормового сырья. Дополнительным фактором, осложняющим контроль безопасности кормов, выступает глобализация, которая способствует трансграничному перемещению токсинов вместе с сырьем, используемым в производстве кормов, а также унификации видового состава возделываемых культур. Данная проблема приобретает особую остроту для стран с влажным и жарким климатом, где условия наиболее благоприятны для развития токсинообразующих грибов [2, 3, 7, 11, 20].

Таким образом, в перспективе можно прогнозировать дальнейший рост контаминации кормовых ресурсов микотоксинами, что, в свою очередь, приведет к увеличению риска загрязнения продуктов животного происхождения (яиц, мяса, молока) по пищевой цепочке [2, 3, 7, 11, 20].

Современные требования, предъявляемые к комбикормам, предполагают строгие нормативы и декларирование соответствия во всем мире [8, 18]. Тем не менее, в результате жизнедеятельности микроскопических грибов в кормах накапливаются микотоксины, что подвергает животных серьезному риску хронической интоксикации. Микотоксикозы даже в субклинической форме чреваты снижением иммунного статуса птицы, ухудшением качества скорлупы яиц и падением привесов [25]. Патофизиологическое действие микотоксинов на птицу носит комплексный и многоуровневый характер. Помимо прямого цитотоксического эффекта, они индуцируют оксидативный стресс, нарушают синтез белка и функцию клеточных мембран, подавляют активность ферментов. Для бройлеров, характеризующихся интенсивным метаболизмом и быстрым ростом, последствия даже субклинического микотоксикоза особенно значимы: повреждение кишечного эпителия снижает эффективность усвоения питательных веществ, поражение печени нарушает промежуточный метаболизм, а развивающийся иммунодефицит повышает чувствительность к условно-патогенной микрофлоре [21]. В обобщенном виде можно выделить

три основных механизма действия микотоксинов: нарушение синтеза белка и нуклеиновых кислот, ведущее к иммуносупрессии; усиление перекисного окисления липидов, провоцирующее снижение антиоксидантного статуса организма; индукция апоптоза [3].

Таким образом, на основе анализа механизмов токсического воздействия микотоксинов на организм и их потенциальной опасности, особенно в случаях сочетанной контаминации, возникает необходимость разработки эффективных способов защиты и нейтрализации негативных эффектов. Эффективность профилактических мероприятий во многом детерминируется видовым составом (палитрой) микотоксинов и их концентрацией в кормах, что в совокупности определяет уровень токсикологической безопасности заготавливаемого сырья [3, 4, 6, 12].

Одним из наиболее распространенных подходов к снижению негативного воздействия микотоксинов является включение в рационы сельскохозяйственной птицы сорбирующих добавок. Механизм их действия основан либо на физической адсорбции токсичных молекул, препятствующей их всасыванию в кровоток и способствующей ускоренной элиминации из организма, либо на химической инактивации микотоксинов за счет специфического взаимодействия с активными компонентами сорбента. [19]

В качестве адсорбентов можно использовать неорганические минеральные соединения, на основе бентонита, цеолита, диоксида кремния, обладающие высокой сорбционной емкостью; органические соединения, например клеточные стенки инактивированных дрожжей, которые характеризуются биологической активностью и способностью селективно адсорбировать отдельные группы микотоксинов; комбинированные препараты, как неорганические, так и органические компоненты, что позволяет повысить эффективность сорбции за счет синергического действия. Перспективным направлением инактивации микотоксинов в желудочно-кишечном тракте птицы является применение модифицированных сорбентов на основе импринтированных белков, обладающих повышенной специфичностью к целевым токсинам. [26]

Как показывают исследования последних лет, применение комплексных сорбентов, обладающих широким спектром адсорбции в отношении различных микотоксинов, имеет ряд преимуществ по сравнению с использованием отдельных компонентов. В рамках настоящей работы оценивается практическая эффективность применения кормового сорбента «Экосил» для детоксикации и снижения негативного воздействия микотоксинов в составе рационов для цыплят-бройлеров.

Материал и методы исследования

Для постановки экспериментального опыта использовали суточных цыплят бройлеров кросса «Кобб 500» в экспериментальном хозяйстве ФНЦ «ВНИТИП». Продолжительность опыта при выращивании цыплят составила 38 дней (*табл. 1)*. После взвешивания было сформировано четыре аналоговые группы (n = 35 в каждой) бройлеров методом рандомизации с учетом живой массы цыпленка, что обеспечило статистически неразличимую исходную среднюю массу между группами ($p > 0,05$).

Контрольная группа получала основной рацион экспериментального хозяйства в первый (5–28 дней жизни) и второй период (28–38 дней) выращивания. Корма содержали полный комплекс биологически активных веществ и кормовых добавок в соответствии с рекомендациями по выращиванию кросса. В качестве исследуемого детоксиканта применяли комплексный алюмосиликатный препарат «Экосил» — порошок от белого до серого цвета, без запаха и нерастворимый в воде. Дозировки энтеросорбента выбирали на основании рекомендаций производителя и данных предварительных исследований.

Схема введения препарата в комбикорма для опытных групп предусматривала следующие дозировки: для опытной группы № 3 — 3,5 кг/т в первый период выращивания (5–28 сут.) и 5 кг/т во второй период (29–38 сут.); для опытной группы № 4 — 2,5 и 5 кг/т комбикорма соответственно. На протяжении всего эксперимента цыплята имели свободный доступ к корму и воде. В ходе эксперимента осуществляли ежедневный клинический осмотр птицы и учет потребления корма. Сохранность поголовья оценивали путем ежедневного учета падежа и выбраковки. Контроль динамики живой массы проводили путем индивидуального взвешивания цыплят в 28- и 38-суточном возрасте.

Полученные данные были обработаны методами описательной статистики с использованием программного пакета MS Office Excel.

Табл. 1. Схема кормления бройлеров кросса Кобб 500 (n = 35)

	Группа			
	1 контрольная	2 контрольная	3 опытная	4 опытная
Токсичность корма Рацион	Нетоксичный Сбалансированный	Токсичный Сбалансированный	Токсичный Сбалансированный с добавлением 3,5 кг/т Экосила в первый и 5 кг/т во второй период выращивания	Токсичный Сбалансированный с добавлением 2,5 кг/т Экосила в первый и 5 кг/т во второй период выращивания

Результаты исследования и их обсуждение

Невозможность полной элиминации микотоксинов на этапах заготовки и переработки сырья обусловила развитие стратегии детоксикации *in vivo*. Наиболее физиологичным и технологичным подходом в рамках этой стратегии является применение энтеросорбентов. Принцип их действия основан на селективной адсорбции молекул токсинов в просвете желудочно-кишечного тракта за счет ионообменных, комплексообразующих или гидрофобных взаимодействий, что предотвращает их резорбцию и системное распространение.

Введение в рацион токсичного корма (группа 2) индуцировало классическую картину субклинического микотоксикоза, что проявилось в угнетении ростовых процессов и снижении эффективности использования питательных веществ по сравнению с группой 1. Это служит индикатором успешного моделирования условий, при которых микотоксины, минуя физиологические барьеры, оказывают прямое гепатотоксическое и энтеротоксическое действие, нарушая метаболизм и усвоение нутриентов. Применение сорбента повлияло на динамику живой массы цыплят и сохранность поголовья.

При постановке на эксперимент живая масса цыплят-бройлеров во всех группах была статистически сопоставима (*табл. 2*). К 28-суточному возрасту во второй группе, получавшей контаминированный комбикорм, отмечено достоверное ($p < 0,01$) снижение живой массы на 17,1% (1067,5 г против 1287,7 г в контроле). Данный эффект является классическим маркером системного токсического действия микотоксинов, проявляющегося в угнетении пищеварительных процессов, нарушении всасывания питательных веществ и подавлении клеточного метаболизма.

К завершению второго периода выращивания (38 дней) отставание по живой массе у цыплят второй группы не только сохранилось, но и усугубилось: разница в среднестатистической массе между первой и второй группами достигла 284,31 г. Данный факт свидетельствует о кумулятивном характере негативного воздействия – хроническое поступление даже относительно низких доз микотоксинов приводит к прогрессирующему недобору продуктивности. Учитывая, что в сырье и кормах для сельскохозяйственной птицы наиболее часто встречаются микотоксины, продуцируемые грибами рода *Fusarium* (зеараленон, трихотецены, фумонизины), именно их присутствие представляет основную угрозу. Установлено, даже минимальная контаминация корма фузариотоксинами (ДОН, Т-2, зеараленон, фумонизин В1) приводит к накоплению этих соединений в органах и тканях цыплят-бройлеров, что проявляется в замедлении роста и развитии патологических изменений, а в промышленных масштабах оборачивается существенными экономическими потерями [5, 7].

Включение в состав корма сорбента «Экосил» (группы 3 и 4) привело к выраженному протекторному эффекту. Статистическая обработка данных показала, что различия в живой массе между группой 2 и группой 3 курочек являются значимыми ($p < 0,05$).

Особого внимания заслуживает показатель сохранности поголовья: в группе 4 данный показатель достиг максимума (97,14%), превзойдя даже абсолютный контроль (*рис. 1*).

В контрольной группе 2 в рационе которого был введен токсичный корм пало 4 головы, в 1 контрольной и 3 опытной группе по 3 головы, в 4 опытной группы в три раза меньше – 1 голова.

Таким образом, можно предположить, что введенный в рацион сорбент «Экосил», связывая микотоксины в просвете желудочно-кишечного тракта, предотвращает их резорбцию и системное патогенное действие, тем самым снижая нагрузку на иммунную систему, печень и почки птицы.

Дифференциация дозировок по периодам выращивания (3,5/5 кг/т и 2,5/5 кг/т) имела ключевое значение. Более высокая доза в стартовый период (группа 3) обеспечила лучшую сохранность и однородность поголовья на финише, что можно объяснить более надежной защитой незрелой пищеварительной и иммунной системы цыплят в момент максимальной уязвимости.

Особый интерес представляет дифференцированный ответ разного пола. Анализ данных показывает, что негативное влияние микотоксинов в группе 2 было выражено в обеих группах: у петушков на 11,32% и у

Табл. 2. Показатели продуктивности и сохранности опытных и контрольных групп (n = 35)

Показатель	Группа 1 Контроль	Группа 2 Контроль	Группа 3 Опыт	Группа 4 Опыт
Вес суточного цыплёнка, г	42,3	42,5	42,1	42,0
Живая масса в 28 дней, г	1287,73 ± 22,98	1067,5 ± 25,02**	1029,22 ± 29,22	1072,65 ± 21,66
Живая масса в 38 дней, курочки, г	1981,3 ± 39,85	1684,09 ± 47,05**	1802,73 ± 34,99*	1777,05 ± 24,43
Живая масса в 38 дней, петушки, г	2318,0 ± 56,16	2055,56 ± 46,35**	2060,71 ± 24,75	2090,71 ± 39,14
Живая масса в 38 дней, г (среднестат.)	2076,25 ± 42,26	1791,94 ± 50,21**	1865,0 ± 34,04	1852,76 ± 36,4
Сохранность поголовья, %	91,43	88,57	91,43	97,14
Значимость влияния: *p <0,05, **p <0,01				

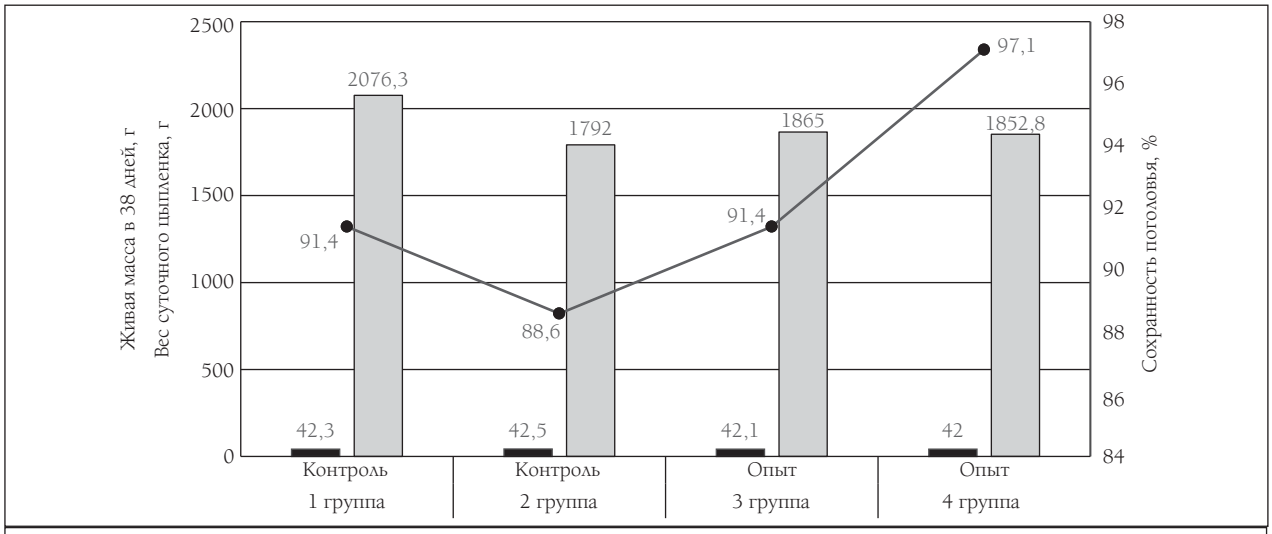

Рис. 1. Динамика живой массы цыплят бройлеров (□), веса суточного цыпленка (■) и сохранность поголовья (линия)

курочек на 15% ниже контрольной группы 1. Применение сорбента в группах 3 и 4 позволило сократить этот разрыв *(рис. 2)*.

Результаты, полученные в группе 4, подтверждают, при снижении стартовой дозы до 2,5 кг/т и далее в комбинации 5 кг/т на финишной прямой обеспечивает адекватную защиту организма от воздействия микотоксинов, что важно для экономического моделирования. Схема с дозировкой 2.5/5 кг/т представляется более оптимальной, обеспечивая максимальную сохранность поголовья при незначительном отставании в росте от группы на чистом корме, но с полной нейтрализацией негативного эффекта токсинов.

Выводы

Настоящее исследование было направлено на получение экспериментальной оценки эффективности использования кормового энтеросорбента «Экосил» в условиях контролируемого микотоксикоза при выращивании бройлеров. Моделирование субклинической интоксикации через скармливание сбалансированного по питательности, но контаминированного корма (контрольная группа 2) объективно подтвердило его негативное влияние на продуктивность, выразившееся в достоверном снижении живой массы и ухудшении конверсии корма по сравнению с группой на чистом рационе. Данный эффект является прямым следствием системного поражения, при котором микотоксины, минуя кишечный барьер, оказывают гепатотоксическое, энтеротоксическое и иммуносупрессивное действие.

Полученные данные предоставляют доказательства того, что «Экосил» функционирует как энтеросорбент, способный нивелировать указанные патологические последствия. Применение препарата в двух различных дозировочных схемах (3,5/5 и 2,5/5 кг/т) привело к улучшению ключевых зоотехнических показателей у птицы, получавшей токсичный корм. Наиболее показательным результатом следует считать улучшение сохранности поголовья, особенно в группе с дозировкой 2,5/5 кг/т (97,14%), что превышает показатель абсолютного контроля (91,43%).

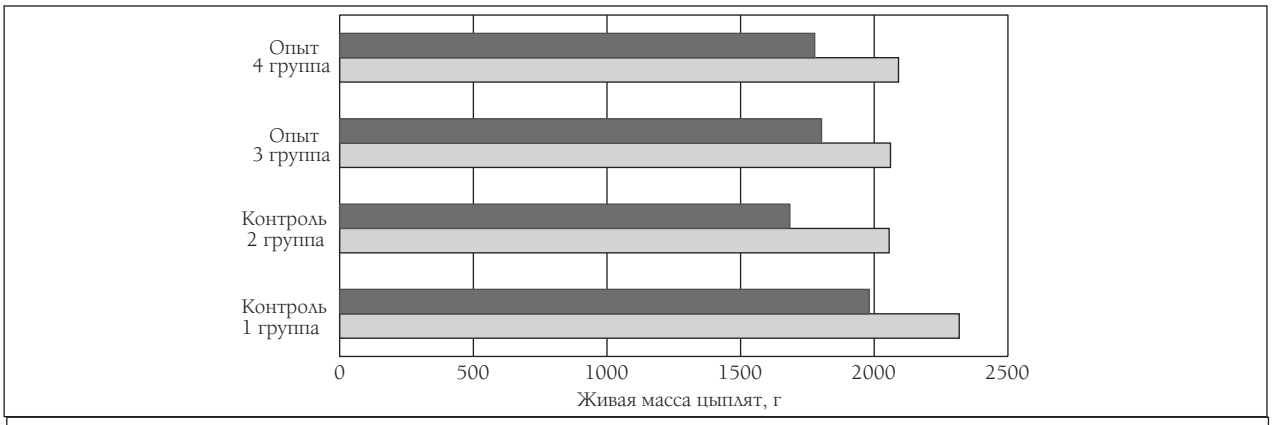

Рис. 2. Живая масса цыплят бройлеров разного пола за весь период выращивания: ■ — курочки; □ — петушки

Таким образом, механизм действия энтеросорбента можно охарактеризовать как формирование прочных, необратимых комплексов с полярными молекулами микотоксинов в просвете желудочно-кишечного тракта, что эффективно препятствует их резорбции и последующему системному воздействию. Схема с меньшей стартовой дозой (2.5 кг/т) показала наилучшую сохранность и стабильный рост бройлеров, что с экономической точки зрения представляет собой наиболее рациональный подход. Более высокая стартовая доза (3,5 кг/т), возможно, обеспечивает дополнительную защиту в критически важный период становления микрофлоры и иммунитета.

Применение сорбента в рационах цыплят-бройлеров является эффективным методом снижения токсикологической нагрузки на организм, позволяющим предотвратить резорбцию микотоксинов и их системное патогенное действие. Это способствует сохранению здоровья птицы и, как следствие, снижению экономических потерь в промышленном птицеводстве. Перспективы дальнейших исследований видятся в углубленном изучении долгосрочного влияния сорбентов на качество мяса (аккумуляция токсинов, органолептика), в детализации взаимодействия с конкретными микотоксинами в различных комбинациях, а также в оценке их влияния на микробиом кишечника птицы в условиях хронической токсической нагрузки.

Литература

1. Герунов, Т. В. Сочетанное поражение кормов микотоксинами как фактор риска множественной патологии животных / Т. В. Герунов, Л. К. Герунова, И. А. Симонова, Я. О. Крючек // Вестник Омского ГАУ. – 2022. – № 4. – Т. 48. – С. 116–123.
2. Дробин, Ю. Д. Сочетания группы микотоксинов в кормах и накопление их во внутренних органах цыплят-бройлеров / Ю. Д. Дробин, Н. А. Солдатенко, Е. А. Бокун // Ветеринария и кормление. – 2021. – №6. – С. 20-23. 12.
3. Кухлевская, Ю. Микротоксины в кормах: как минимизировать риски. // Эффективное животноводство / Ю. Кухлевская // – 2024. – №3 (193). – С. 40-46.
4. Лопаева, Н.Л. Особенности применения адсорбентов в птицеводстве / Н.Л. Лопаева, О.П. Неверова, А.Р. Ахметьянова, П. В. Шаравьев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 3 (95). – С. 363 – 369.
5. Максимов, Т. П. Мониторинг распространенности микотоксинов в кормовом сырье РФ в 2023 году / Т. П. Максимов, А. А. Кудряшов, // Свиноводство. – 2024. – № 3. – С. 20-22.
6. Никитченко, Д. В. Перспективы использования фитохимических веществ в кормлении сельскохозяйственной птицы / Д. В. Никитченко, Е. О. Рысцова, А. Р. Борисова, Т. В. Трифонова // Теоретические и прикладные проблемы АПК. – 2025. – №3. – С. 49-53.
7. Платонов, А. В. Результаты микотоксикологического мониторинга кормов крупного рогатого скота, заготовленных в Вологодской области / А. В. Платонов, С. В. Ерегина, И. В. Артамонов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т.25. – №6.
8. Постановление от 23 декабря 2021 года № 2425 Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подлежащей декларированию соответствия, внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 2467 и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации.
9. Потехина, Р. М. Микологическая статистика загрязненности кормов по отдельным районам Поволжья. / Р. М. Потехина, Э. И. Семенов, Л. Е. Матросова, К. Х. Папуниди // Вестник Марийского государственного университета. – 2019. – 5. – С.197-203.
10. Семенов, Э. И. Сочетанное воздействие Т-2 токсина, дезоксиниваленола и зеараленона / Э. И. Семенов // Успехи медицинской микологии. – 2015. – Т. 14. – С. 302–306.
11. Симонова, Е. И. Распространение основных микотоксинов в кормовом сырье и их характеристика / Е. И. Симонова, К. М. Кондрашкина, Е. О. Рысцова, М. В. Большакова // Бюллетень науки и практики. – 2020. – Т. 6. – №1. – С. 168-177.
12. Abbas, M. Co-Occurrence of Mycotoxins and Its Detoxification Strategies. / M. Abbas // Impact and Management Strategies. – 2019. – P. 91-109
13. Akinmoladun, O.F. Multiple Mycotoxin Contamination in Livestock Feed: Implications for Animal Health, Productivity, and Food Safety / O.F. Akinmoladun, F. N. Fon, Q. Nji, O. O. Adeniji, E. K. Tangni, P. B. Njobeh // Toxins. – 2025. – 17(8). – P. 365.
14. DMS world mycotoxins survey. https://www.dsm-firmenich.com/anh/products-and-services/tools/mycotoxin-contamination/mycotoxin-survey/mycotoxin-survey-report-q4-2024.html#
15. Fraeyman, S. Emerging Fusarium and Alternaria mycotoxins: Occurrence, toxicity and toxicokinetics / S. Fraeyman, S. Croubels, M. Devreese, G. Antonissen // Toxins. -2017. -9. – 228.
16. Gruber-Dorninger, C. Recent advances in enzyme technologies for mitigating mycotoxin contamination in poultry feed / C. Gruber-Dorninger, M. Aleschko, A. Höbartner-Gußl, S. Fruhauf, M. Thamhesl, B. Doupovec, D. Schatzmayr, W. Moll, C. Pender // Journal of Applied Poultry Research. – 2025. – 34. – 3. -P. 100544.
17. Kemboi, D. C. Multi-Mycotoxin Occurrence in Dairy Cattle and Poultry Feeds and Feed Ingredients from Machakos Town / D. C. Kemboi, P. E. Ochieng, G. Antonissen, S. Croubels, M. L. Scippo, S. Okoth, E. K. Kangethe, J. Faas, B. Doupovec, J. F. Lindahl, J. K. Gathumbi // Toxins. – 2020. – 12. – 762.
18. Li, T. Biosynthesis, regulation, and biological significance of fumonisins in fungi: current status and prospects. / T. Li, X. Su, H. Qu, X. Duan, Y. Jiang // Critical reviews in microbiology. – 2022. – 48(4). – P. 450–462.

19. Luo, Y. Complicated interactions between bio-adsorbents and mycotoxins during mycotoxin adsorption: Current research and future prospects / Y. Luo, X. Liu, L. Yuan, J. Li // Trends in Food Science & Technology. – 2020. – 96. – P. 127-134.
20. Muñoz-Solano, B. Monitoring Mycotoxin Exposure in Food-Producing Animals (Cattle, Pig, Poultry, and Sheep)/ B. Muñoz-Solano, E. Lizarraga Perez, E. Gonzalez-Peñas//Toxins. – 2024. – 16. – P. 218.
21. Olariu, R. M. Mycotoxins in Broiler Production: Impacts on Growth, Immunity, Vaccine Efficacy, and Food Safety. / R. M Olariu., N. I. Fiţ, C. M. Bouari, G. C. Nadăş // Toxins. – 2025. – 17. – 261.
22. Qing, H. Combined toxicity evaluation of ochratoxin A and aflatoxin B1 on kidney and liver injury, immune inflammation, and gut microbiota alteration through pair-feeding pullet model / H. Qing, S. Huang, K. Zhan, L. Zhao // Frontiers in immunology – 2022. – 13. – 920147.
23. Smith, M. C. Differential impacts of individual and combined exposures of deoxynivalenol and zearalenone on the HepaRG human hepatic cell proteome. / M.C. Smith, E. Timmins-Schiffman, M. Coton, E. Coton, N. Hymery, B.L. Nunn, S. Madec // Journal of proteomics. – 2018. – 173. – P. 89-98.
24. Song, C. Neurotoxic mechanisms of mycotoxins: Focus on aflatoxin B1 and T-2 toxin / C. Song, Z. Wang, J. Cao, Y. Dong, Y. Chen // Environmental pollution. – 2024. – 356. – 124359.
25. Tahir, M. A. Ochratoxicosis in poultry: occurrence, environmental factors, pathological alterations and amelioration strategies. M. A. Tahir, A. Abbas, M. Muneeb, R. M. Bilal, K. Hussain, A. M. E. Abdel-Moneim, Abdel-Moneim, M. R. Farag, K. Dhama, S. S. Elnesr, M. Alagawany // World's Poultry Science Journal, – 2022. – 78(3). – P. 727–749.
26. Yang, X. Adsorption–Degradation Integrated Approaches to Mycotoxin Removal from Food Matrices: A Comprehensive Review / X. Yang, M. Yao, W. Liao, X. Li // Toxins. – 2025. – 17. – 556.

References

1. Gerunov, T. V. Combined contamination of feed with mycotoxins as a risk factor for multiple animal pathologies / T. V. Gerunov, L. K. Gerunova, I. A. Simonova, Y. O. Kryuchek // Vestnik Omskogo GAU. – 2022. – No. 4 -48. – P. 116-123.
2. Drobin, Y. D. Combinations of mycotoxin groups in feed and their accumulation in internal organs of broiler chickens / Y. D. Drobin, N. A. Soldatenko, E. A. Bokun // Veterinariya i kormlenie. – 2021. – No. 6. – P. 20-23.
3. Kukhlevskaya, Y. Mycotoxins in feed: how to minimize risks // Effective animal husbandry / Y. Kukhlevskaya // – 2024. – No. 3 (193). -P. 40-46.
4. Lopaeva, N. L. Peculiarities of using adsorbents in poultry farming / N. L. Lopaeva, O.P. Neverova, A.R. Akhmetyanova, P.V. Sharavyev // Izvestia Orenburg State Agrarian University. – 2022. – No. 3 (95). -P. 363-369.
5. Maksimov, T. P. Monitoring of mycotoxin prevalence in feed raw materials of the Russian Federation in 2023 / T. P. Maksimov, A. A. Kudryashov // Pig Breeding. – 2024. – No. 3. – P. 20-22.
6. Nikitchenko, D. V. Prospects for the use of phytochemicals in poultry feeding / D. V. Nikitchenko, E. O. Rystsova, A. R. Borisova, T. V. Trifonova // Theoretical and applied problems of the agro-industrial complex. – 2025. – No. 3. – P. 49-53.
7. Platonov, A. V. Results of mycotoxicological monitoring of cattle feeds harvested in the Vologda region / A. V. Platonov, S. V. Eregina, I. V. Artamonov // Agricultural Science Euro-North-East. – 2024. – Vol. 25. – No. 6.
8. Decree of December 23, 2021 No. 2425 On approval of the unified list of products subject to mandatory certification, and the unified list of products subject to declaration of conformity, amendments to the Decree of the Government of the Russian Federation of December 31, 2020 No. 2467 and invalidation of certain acts of the Government of the Russian Federation.
9. Potekhina, R. M. Mycological statistics of feed contamination in certain districts of the Volga region. / R. M. Potekhina, E. I. Semenov, L. E. Matrosova, K. Kh. Papunidi // Vestnik of Mari State University. – 2019. -5. – P. 197-203.
10. Semenov, E. I. Combined effect of T-2 toxin, deoxynivalenol and zearalenone / E. I. Semenov // Successes in medical mycology. -2015. -Vol. 14. -P. 302–306.
11. Simonova, E. I. Distribution of major mycotoxins in feed raw materials and their characteristics / E. I. Simonova, K. M. Kondrashkina, E. O. Rystsova, M. V. Bolshakova // Bulletin of Science and Practice. -2020. – Vol. 6. – No. 1. – P. 168-177.
12. Abbas, M. Co-Occurrence of Mycotoxins and Its Detoxification Strategies. / M. Abbas // Impact and Management Strategies. -2019. -P. 91-109
13. Akinmoladun, O.F. Multiple Mycotoxin Contamination in Livestock Feed: Implications for Animal Health, Productivity, and Food Safety / O.F. Akinmoladun, F. N. Fon, Q. Nji, O. O. Adeniji, E. K. Tangni, P. B. Njobeh // Toxins. – 2025. -17(8). -365.
14. DMS world mycotoxins survey. https://www.dsm-firmenich.com/anh/products-and-services/tools/mycotoxin-contamination/mycotoxin-survey/mycotoxin-survey-report-q4-2024.html#
15. Fraeyman, S. Emerging Fusarium and Alternaria mycotoxins: Occurrence, toxicity and toxicokinetics / S. Fraeyman, S. Croubels, M. Devreese, G. Antonissen // Toxins. -2017. -9. – 228.
16. Gruber-Dorninger, C. Recent advances in enzyme technologies for mitigating mycotoxin contamination in poultry feed / C. Gruber-Dorninger, M. Aleschko, A. Höbartner-Gußl, S. Fruhauf, M. Thamhesl, B. Doupovec, D. Schatzmayr, W. Moll, C. Pender // Journal of Applied Poultry Research. – 2025. -34. -3. – 100544.
17. Kemboi, D. C. Multi-Mycotoxin Occurrence in Dairy Cattle and Poultry Feeds and Feed Ingredients from Machakos Town / D. C. Kemboi, P. E. Ochieng, G. Antonissen, S. Croubels, M. L. Scippo, S. Okoth, E. K. Kangethe, J. Faas, B. Doupovec, J. F. Lindahl, J. K. Gathumbi // Toxins. – 2020. -12, -762.
18. Li, T. Biosynthesis, regulation, and biological significance of fumonisins in fungi: current status and prospects. / T. Li, X. Su, H. Qu, X. Duan, Y. Jiang // Critical reviews in microbiology. – 2022. -48(4). – P. 450–462.

19. Luo, Y. Complicated interactions between bio-adsorbents and mycotoxins during mycotoxin adsorption: Current research and future prospects / Y. Luo, X. Liu, L. Yuan, J. Li // Trends in Food Science & Technology. – 2020. -96. – P. 127-134.
20. Muñoz-Solano, B. Monitoring Mycotoxin Exposure in Food-Producing Animals (Cattle, Pig, Poultry, and Sheep)/ B. Muñoz-Solano, E. Lizarraga Perez, E. Gonzalez-Peñas//Toxins. – 2024. – 16. – P. 218.
21. Olariu, R. M. Mycotoxins in Broiler Production: Impacts on Growth, Immunity, Vaccine Efficacy, and Food Safety. / R. M Olariu., N. I. Fiţ, C. M. Bouari, G. C. Nadăş // Toxins. – 2025. – 17. – 261.
22. Qing, H. Combined toxicity evaluation of ochratoxin A and aflatoxin B1 on kidney and liver injury, immune inflammation, and gut microbiota alteration through pair-feeding pullet model / H. Qing, S. Huang, K. Zhan, L. Zhao // Frontiers in immunology – 2022. -13. -920147.
23. Smith, M. C. Differential impacts of individual and combined exposures of deoxynivalenol and zearalenone on the HepaRG human hepatic cell proteome. / M.C. Smith, E. Timmins-Schiffman, M. Coton, E. Coton, N. Hymery, B.L. Nunn, S. Madec // Journal of proteomics. – 2018. -173. -P. 89-98.
24. Song, C. Neurotoxic mechanisms of mycotoxins: Focus on aflatoxin B1 and T-2 toxin / C. Song, Z. Wang, J. Cao, Y. Dong, Y. Chen // Environmental pollution – 2024. -356. -124359.
25. Tahir, M. A. Ochratoxicosis in poultry: occurrence, environmental factors, pathological alterations and amelioration strategies. M. A. Tahir, A. Abbas, M. Muneeb, R. M. Bilal, K. Hussain, A. M. E. Abdel-Moneim, Abdel-Moneim, M. R. Farag, K. Dhama, S. S. Elnesr, M. Alagawany // World's Poultry Science Journal. – 2022. -78(3), -P. 727–749.
26. Yang, X. Adsorption–Degradation Integrated Approaches to Mycotoxin Removal from Food Matrices: A Comprehensive Review / X. Yang, M. Yao, W. Liao, X. Li // Toxins. – 2025. -17. -556.

T. V. Trifonova, E. O. Rystsova, A. V. Shmidt

Peoples' Friendship University of Russia named after P. Lumumba
1132247860@rudn.ru

STUDY OF THE EFFECT OF THE ENTEROSORBENT «ECOSIL» ON THE PRODUCTIVITY OF BROILER CHICKENS

The relevance of the study is determined by the global problem of mycotoxin contamination of poultry feed. According to monitoring data, the prevalence of mycotoxins in feed raw materials reaches 60–80%, with 61–96% of cases recording combined contamination with two or more toxins simultaneously. This leads to additive or synergistic enhancement of their negative effects even at concentrations below maximum permissible levels. Due to the predicted increase in toxicological load on livestock resulting from climate change and globalization of the feed market, the development of effective detoxification methods is a priority task in modern poultry farming.The experimental part of the work was carried out at the experimental farm of the Federal Scientific Center «All-Russian Research and Technological Institute of Poultry Farming» (FSC «VNITIP») on day-old Cobb 500 broiler chickens. The aim of the study was to evaluate the effectiveness of using the complex aluminosilicate sorbent «Ecosil» to reduce the negative impact of mycotoxins on poultry productivity. Four groups (n=35) were formed by randomization: two control groups (clean and toxic feed) and two experimental groups receiving toxic feed with the addition of the sorbent at dosages of 3.5/5 kg/t and 2.5/5 kg/t across rearing periods (5–28 and 29–38 days). The research results showed that feeding toxic feed led to a significant decrease in live body weight by 17.1% by day 28 and a deterioration in livestock survival (88.57% compared to 91.43% in the clean control). The inclusion of the sorbent «Ecosil» contributed to the neutralization of negative effects and provided a pronounced protective effect. The best results were obtained in the group with a dosage of 2.5/5 kg/t, where livestock survival reached 97.14%.

Key words: *broilers, mycotoxins, combined contamination, enterosorbents.*

Оперативные доступы к долям печени и желчному пузырю у домашних кошек

УДК 619:617.5
DOI: 10.32935/2221-7312-2026-68-2-60-64

С. Б. Селезнев[1], А. М. Кривошапов[1], Г. А. Ветошкина[2]
[1]*Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы,*
[2]*Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К. И. Скрябина*
seleznev1961@mail.ru, 1142230004@rudn.ru

Экспериментальное исследование выполнялось в научно-исследовательской лаборатории Департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы в период с 2023 по 2026 гг. Целью данного исследования являлось изучение оперативных доступов к печени, её долям и желчному пузырю у домашних кошек различных пород в возрасте от 2 до 5 лет Для выполнения был использован комплекс методов макро-микроморфологии (макро- микропрепарирование, морфометрия, мерометрия, стереометрия, световая микроскопия) с последующим анализом изучаемых структур и статистической обработкой. В результате исследования установлено, что наиболее оптимальным доступом к правой доле печени являются квадраты 1а (латеральная) и 1б (медиальная), к хвостатой доле — 2а, к квадратной доле — 2г, а к левой — 2б. Что же касается желчного пузыря, то наиболее оптимальным доступом к его телу является квадрат 1б. Полученные результаты необходимо учитывать не только при оперативном вмешательстве, но и при лапароскопии, так как они являются опорными точками при хирургическом лечении животных. Применяя координатно-фигурной мерометрии можно не только послойно проводить препарирование и описание, учитывая все топографо- анатомические особенности данного вида животного и уделяя определенное внимание к изучаемому в последствии органу, но и определять оптимальные доступы к внутренним органам при лапароскопии. Поэтому наиболее оптимальным оперативным доступом к долям печени (правой или левой) у кошек является парамедианная лапаротомия по сегментальной линии, проходящей по краю реберных дуг (правой или левой). В этом случае кожный покров рассекают по ходу волокон наружной косой мышцы живота. Таким образом в результате морфо-метрических и стереометрических исследований было установлено, что у кошек в эпигастрии брюшной стенки выделятся три основных этажа: верхний – кожно-фасциальный; средний – сухожильно-мышечный и нижний – фасциально-париетальный, которые отделены друг от друга рыхлой соединительной тканью, имеющей в своей структуре липидные прослойки, которые увеличиваются с возрастом. Таким образом, полученные результаты являются основой для разработки оптимальных оперативных доступов к долям печени и желчному пузырю у домашних кошек при патологии органов пищеварительной системы.

Ключевые слова: топографическая анатомия, домашняя кошка, печень, доли печени, желчный пузырь, оперативный доступ.

Введение

Выявление общих принципов структурной организации печени и её анатомо- топографических связей с целью разработки обоснованных методов оперативного вмешательства является одной из актуальных проблем современной ветеринарной морфологии и хирургии мелких домашних животных [1, 5]. Болезни печени и желчного пузыря у мелких домашних животных регистрируются в ветеринарной практике и оцениваются в 10–15% от общего числа заболевших животных [2].

Для объективного лечения и профилактики желудочно-кишечных заболеваний у домашних кошек необходимо детально изучить морфологические особенности печени с учетом возрастного фактора. Оперативный доступ к долям печени и желчному пузырю применяется в диагностических и лечебных целях: для удаления опухолей, тромбов, коррекции и взятия биопсионного материала [1, 6]. К сожалению, отсутствуют морфологические обоснования для проведения оперативного вмешательства на доли печени у кошек, а некоторые вопросы по-прежнему остается спорным [4, 7]. В то же время решение этих проблем представляет большой практический интерес в абдоминальной хирургии мелких домашних животных.

Цель данного исследования являлось изучение структурной организации правого и левого мочеточников у домашних кошек различных пород в возрасте от 2 до 5 лет для минимизации операционных и постоперационных осложнений, а также определения оптимальных зон доступа к ним с учетом топографо-анатомических данных.

Материал и методы исследования

Экспериментальная работа выполнялась в научно-исследовательской лаборатории департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы, а также на базе ряда ветеринарных центров г. Москвы с 2023 по 2026 гг. Материалом исследования служил кадаверный материал, полученный от 25 домашних кошек различных пород в возрасте

от 2 до 7 лет. Для решения поставленной задачи был использован комплекс методов макро-микроморфологии (макро- микропрепарирование, морфометрия, мерометрия [6, 8], стереометрия, световая микроскопия) с последующим анализом изучаемых структур и статистической обработкой.

Результаты исследования и их обсуждение

Печень у кошек располагается справа в эпигастрии брюшной полости тела за диафрагмой, и лишь небольшая её часть заходит влево от средней сагиттальной линии тела. Она красно-коричневого цвета, четко разделена на доли и составляет у молодых животных 3-4% от массы тела. Диафрагмальная её поверхность выпуклая соответственно вогнутости диафрагмы, к которой она прилежит, и на ней видно сердечное вдавление. Висцеральная поверхность имеет ряд вдавлений, вызванных органами, которые прилежат к ней (желудок, двенадцатиперстная кишка, ободочная кишка, правая почка) и имеет ворота печени, куда проникают сосуды, нервы, протоки. По дорсальному краю печени проходит, срастаясь с ней, каудальная полая вена. Слева от неё находится вдавление от пищевода.

Основной вырезкой, где проходит круглая связка, печень делится на правую и левую доли, между которыми располагаются дорсально хвостатая доля, а вентрально — квадратная *(рис. 1)*. Правая (левая) доли делятся на медиальную и летальную части, а хвостатая имеет сосцевидный и хвостатый отростки. Как показали наши исследования лидирует левая латеральная доля (30-33%), которая своим острым концом покрывает большую часть вентральной поверхности желудка. Правая латеральная доля печени (8–14%) достигает правой почки, а медиальная (10–14%) — принимает участие в формировании углублении, где располагается желчный пузырь.

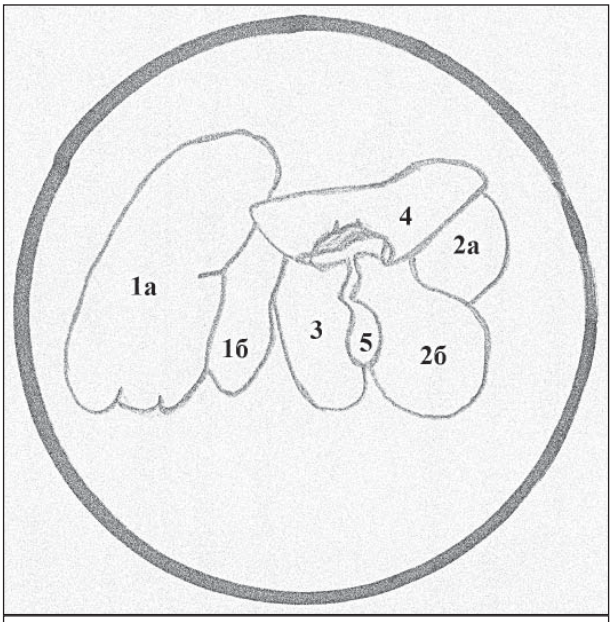

Рис. 1. Сегментальный срез тела кошки в области диафрагмы: деление печени на доли (схема): 1а – правая латеральная доля; 1б – правая медиальная доля: 2а – левая латеральная доля; 2б – левая медиальная доля; 3 – квадратная доля; 4 – хвостатая доля; 5 – желчный пузырь

Желчный пузырь, который имеет дно, тело и шейку, располагается на дорсальной поверхности правой медиальной доли печени *(см. рис. 1)*. От него отходит пузырный проток (длиной 10–15 мм), который сливаясь с печеночным (длиной 3–5 мм), образует желчный (длиной 15–20 мм).

Общий желчный проток вместе с протоком поджелудочной железы впадает в двенадцатиперстную кишку. Хвостатая доля (9–13%) имеет более крупный хвостатый отросток, направленный каудально, и меньший — сосцевидный, направленный латерально. Она переходит вентрально в квадратную долю, хотя по мнению А.Д. Ноздрачева и Е.Л. Полякова она отсутствует у кошек [4]. По нашему мнению, квадратная доля хорошо выражена (13–17%) и ограничена дорсально воротами печени, а слева граничит с желчным пузырем, что совпадает с мнением Е.В. Митряевой и Х.Б. Баймишева [3].

Согласно методу, координатно-фигурной мерометрии [8] латеральная поверхность живота кошки делится на четыре самостоятельно мерометрируемые зоны, которые называются «квадрантами» *(рис. 2)*.

I квадрант — это правая краниальная область живота, которая охватывает правое подреберье; II квадрант — это левая краниальная область живота, в ней располагается левое подреберье; III квадрант — это левая каудальная область живота, в ней распо-

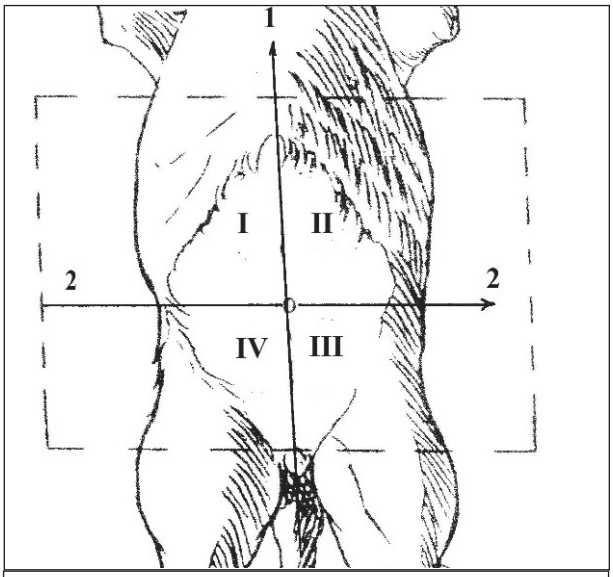

Рис. 2. Схема строения брюшной полости тела кошки при дорсо- вентральном положении: 1 – нулевая сагиттальная линия; 2 – нулевая сегментальная линия; I, II, III, IV – квадранты

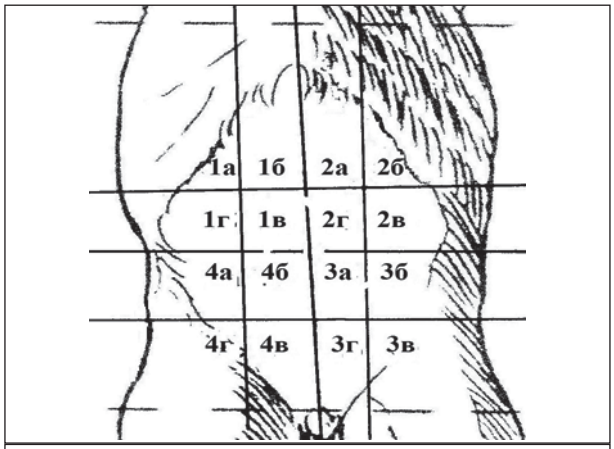

Рис. 3. Координатно-фигурная сетка брюшной стенки кошки для ориентировки в топографии органов брюшной полости тела (обозначение в тексте)

лагаются левая подвздошная и левая паховая области; IV квадрант — это правая каудальная область живота, которая охватывает правую подвздошную и правую паховую области.

В первом квадранте располагается правая доля печени и желчный пузырь, а во втором квадранте — квадратная и левая доли печени. Поэтому наиболее оптимальным оперативным доступом к долям печени (правой или левой) у кошек является парамедианная лапаротомия по сегментальной линии, проходящей по краю реберных дуг (правой или левой). В этом случае кожный покров рассекают по ходу волокон наружной косой мышцы живота.

I квадрант делится на 1а, 1б, 1в и 1г. В квадрате 1а располагается правая латеральная доля печени; 1б — правая медиальная доля печени с желчным пузырем, 1в — двенадцатиперстная кишка с поджелудочной железой и 1г — петли тощей кишки. Таким образом, наиболее оптимальным доступом к желчному пузырю является квадрат 1б, а к правой доле печени — 1а (латеральная доля) и 1б (медиальная доля) *(рис. 3)*.

II квадрант делится на 2а, 2б, 2в и 2г. В квадрате 2а располагается хвостатая доля печени; 2б — левая медиальная и латеральная доли печени, 2в — селезенка и тело желудка и 2г — квадратная доля печени. Таким образом, наиболее оптимальным доступом к хвостатой доле печени является квадрат 2а, квадратной доле — 2г, а к левой — 2б (*рис. 3)*.

III квадрант делится на 3а, 3б, 3в и 3г. В квадрате 3а располагается поперечная ободочная кишка, 3б — левый мочеточник и левый яичник, 3в — нисходящая ободочная кишка и 3г — тело мочевого пузыря. Таким образом, наиболее оптимальным доступом к левому яичнику является квадрат 3б, а к телу мочевого пузыря — 3г.

IV квадрант делится на 4а, 4б, 4в и 4г. В квадрате 4а располагаются правый мочеточник и правый яичник, 4б — восходящая ободочная кишка, 4в — тело мочевого пузыря и 4г — слепая кишка.

Таким образом, наиболее оптимальным доступом к правой доле печени являются квадраты 1а (латеральная) и 1б (медиальная), к хвостатой доле — 2а, к квадратной доле — 2г, а к левой — 2б. Что же касается желчного пузыря, то наиболее оптимальным доступом к его телу является квадрат 1б *(см. рис. 3)*. Полученные результаты необходимо учитывать не только при оперативном вмешательстве, но и при лапароскопии, так как они являются опорными точками при хирургическом лечении животных.

С помощью координатно-фигурной мерометрии можно не только послойно проводить препарирование и описание, учитывая все топографо- анатомические особенности данного вида животного и уделяя определенное внимание к изучаемому в последствии органу, но и определять оптимальные доступы к внутренним органам при лапароскопии. Поэтому наиболее оптимальным оперативным доступом к долям печени (правой или левой) у кошек является парамедианная лапаротомия по сегментальной линии, проходящей по краю реберных дуг (правой или левой). В этом случае кожный покров рассекают по ходу волокон наружной косой мышцы живота.

В результате морфометрических и стереометрических исследований было установлено, что у кошек в эпигастрии брюшной стенки выделятся три основных этажа: верхний — кожно-фасциальный; средний — сухожильно-мышечный и нижний — фасциально-париетальный, которые отделены друг от друга рыхлой соединительной тканью, имеющей в своей структуре липидные прослойки, которые увеличиваются с возрастом *(рис. 4)*.

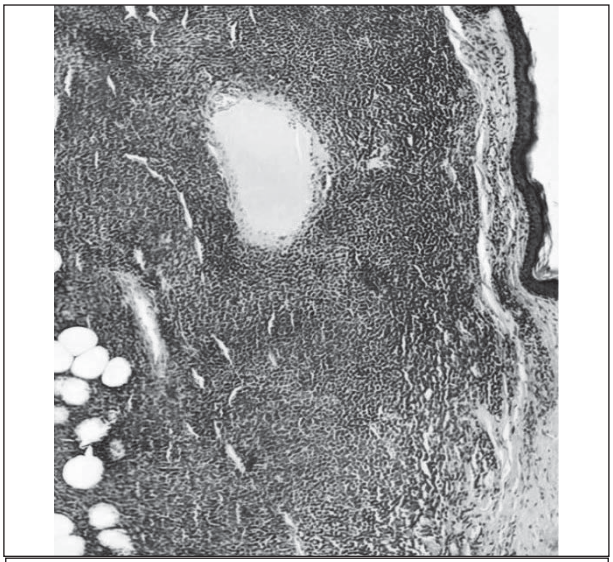

Рис. 4. Гистосрез кожного покрова брюшной стенки кошки. Окраска — гематоксилин и эозин (об.10, ок.40)

Верхний этаж представлен кожным покровом и хорошо выраженной поверхностной фасцией туловища, между листами которой располагается подкожная мышца туловища, уменьшающаяся к белой линии живота. Согласно данным стереометрического анализа кожный покров занимает 14,12±0,17%, подкожная клетчатка — 17,88±0,22%, а поверхностная фасция туловища — 0,59±0,08%. Таким образом, верхний этаж составляет 32,59±0,16%.

Средний этаж состоит из наружной косой, внутренней косой и поперечной мышц живота, между листами которых располагаются пластинчатые сухожилия, образующие краниальные надчревные сосудисто- нервные пучки. Переплетаясь с желтой брюшной фасцией, апоневрозы данных мышц формируют белую линию живота, вдоль которой справа и слева проходит прямая мышца живота. При этом сосудисто-нервные пучки смещаются на край апоневроза прямой мышцы живота и препятствуют латеральному доступу. Сосудисто-нервные пучки условно можно разделить на поверхностный и глубокий. Согласно данным стереометрического анализа средний этаж (сухожильно-мышечный слой) вместе с сосудисто-нервными пучками составляет 56,59±0,73% и является лидирующим *(см. рис. 4)*.

Нижний этаж представлен поперечной фасцией живота, ретроперитонеальной клетчаткой и париетальным листом брюшины, которые в медианном направлении формируют белую линию живота. Согласно данным стереометрического анализа поперечная фасция живота составляет 3,88±0,05%, а париетальный лист брюшины — 1,41±0,02%. Таким образом, нижний этаж составляет 5,29±0,04%. Мышцы разъединяют тупым способом, стремясь не нарушить целости сосудов. Затем разрезают желтую брюшную фасцию, под которой в рыхлой соединительной ткани можно обнаружить глубокие сосудисто-нервные пучки. Далее проникают к поперечной фасции живота и париетальному листу брюшины, перфорируя их для оперативного доступа к долям печени и желчному пузырю.

Выводы

Таким образом, полученные результаты являются основой для разработки оптимальных оперативных доступов к долям печени и желчному пузырю у домашних кошек при патологии органов пищеварительного тракта.

Литература

1. Вилковыский, И.Ф. Абдоминальная хирургия мелких домашних животных // И. Ф. Вилковыский, К. А. Жукова, Д. В. Трофимцов, Ю.А. Ватников, С.Б. Селезнев. – М.: Научная библиотека, 2018. – 208 с.
2. Лапароскопия и торакоскопия у мелких домашних животных: Учебное пособие / С.В. Позябин и [др.]; под ред. С.В. Позябина. – М.: Аквариум-Принт, 2017. – 96 с.
3. Митряева, Е.В. Морфология печени кошек в постнатальном онтогенезе/ Е.В. Митряева, Х.Б. Баймишев //Известия Самарской ГСХА. – 2012. – №1. – С.21-24.
4. Ноздрачев, А.Д. Анатомия кошки: справочное руководство/ А.Д. Ноздрачев, Е.Л. Поляков. Изд-во С.-Петерб. ун-та, 1998. – 400 с.
5. Садовский, Н.В. Топографическая анатомия домашних животных/ Н.В. Садовский. -М.: Гос. изд. с.-х. литературы, 1960. – 423 с.
6. Селезнев, С.Б. Топографо-анатомические ориентиры координатно-фигурной мерометрии живота у кошек/ С.Б. Селезнев, Г.А. Ветошкина, А.Н. Аверочкин// Теоретические и прикладные проблемы АПК. – 2024. – №4 – С.31-34.
7. Фольмерхаус, Б. Анатомия собаки и кошки: справ. пособие / Б. Фольмерхаус, Й. Фервейн. -М.: Аквариум – 2003. – 580 с.
8. Ханжин, А.Ф. Координатно-фигурная визиография в топографической анатомии // Труды Киргизского СХИ. -1956. – Том 2. – Вып.10. – С.91-94.

Литература

1. Vilkovy`skij, I.F. Abdominal`naya xirurgiya melkix domashnix zhivotny`x // I. F. Vilkovy`skij, K. A. Zhukova, D. V. Trofimczov, Yu.A. Vatnikov, S.B. Seleznev. – M.: Nauchnaya biblioteka, 2018. – 208 s.
2. Laparoskopiya i torakoskopiya u melkix domashnix zhivotny`x: Uchebnoe posobie / S.V. Pozyabin i [dr.]; pod red. S.V. Pozyabina. – M.: Akvarium-Print, 2017. – 96 s.
3. Mitryaeva, E.V. Morfologiya pecheni koshek v postnatal`nom ontogeneze/ E.V. Mitryaeva, X.B. Bajmishev //Izvestiya Samarskoj GSXA. – 2012. – №1. – S.21-24.
4. Nozdrachev, A.D. Anatomiya koshki: spravochnoe rukovodstvo/ A.D. Nozdrachev, E.L. Polyakov. Izd-vo S.-Peterb. un-ta, 1998. – 400 s.
5. Sadovskij, N.V. Topograficheskaya anatomiya domashnix zhivotny`x/ N.V. Sadovskij. -M.: Gos. izd. s.-x. literatury`, 1960. – 423 s.
6. Seleznev, S.B. Topografo-anatomicheskie orientiry` koordinatno-figurnoj merometrii zhivota u koshek/ S.B. Seleznev, G.A. Vetoshkina, A.N. Averochkin// Teoreticheskie i prikladny`e problemy` APK. – 2024. – №4 – S.31-34.

7. Fol`merxaus, B. Anatomiya sobaki i koshki: sprav. posobie / B. Fol`merxaus, J. Fervejn. -M.: Akvarium – 2003. – 580 s.
8. Xanzhin, A.F. Koordinatno-figurnaya viziografiya v topograficheskoj anatomii // Trudy` Kirgizskogo SXI. – 1956. – Tom 2. – vy`p.10. – S.91-94.

S. B. Seleznev[1], A. M. Krivoshapov[1], G. A. Vetoshkina[2]

[1]Peoples' Friendship University of Russia named after P. Lumumba,
[2]Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –MVA named after K. I. Skryabin
seleznev1961@mail.ru, 1142230004@rudn.ru

SURGICAL APPROACHES TO THE LIVER LOBES AND GALLBLADDER IN DOMESTIC CATS

This study was conducted in the experimental research laboratory of the Department of Veterinary Medicine of the Agrarian and Technological Institute of the Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia from 2023 to 2026. The aim of this study was to evaluate surgical approaches to the liver, its lobes, and the gallbladder in domestic cats of various breeds aged 2 to 5 years. To achieve this goal, a combination of macro– and micromorphological methods (macro– and micro–preparation, morphometry, merometry, stereometry, and light microscopy) was used, followed by analysis of the structures under study and statistical processing. The study revealed that the most optimal approaches to the right lobe of the liver are quadrats 1a (lateral) and 1b (medial), to the caudate lobe – 2a, to the quadratus – 2g, and to the left – 2b. Regarding the gallbladder, the most optimal approach to its body is square 1b. These results must be considered not only during surgery but also during laparoscopy, as they serve as reference points for surgical treatment in animals. Using coordinate–figure merometry, it is possible not only to perform layer–by–layer dissection and description, taking into account all the topographic and anatomical features of a given animal species and paying particular attention to the organ being studied, but also to determine the optimal approaches to the internal organs during laparoscopy. Therefore, the optimal surgical approach to the liver lobes (right or left) in cats is paramedian laparotomy along a segmental line running along the costal margin (right or left). In this case, the skin is incised along the fibers of the external oblique muscle. Morphometric and stereometric studies revealed that the epigastric abdominal wall in cats is divided into three main layers: the upper (cutaneous–fascial), the middle (tendon–muscular), and the lower (fascial–parietal). These layers are separated by loose connective tissue containing lipid layers that increase in size with age. Thus, the obtained results provide the basis for developing optimal surgical approaches to the liver lobes and gallbladder in domestic cats with gastrointestinal pathology.

Key words: *topographic anatomy, domestic cat, liver, liver lobes, gallbladder, surgical approach.*

Оперативные доступы к определенным частям желудка у домашних кошек

УДК 619:617.5 (075.8)
DOI: 10.32935/2221-7312-2026-68-2-65-68

С. Б. Селезнев[1], Е. А. Степашкин[1], Г. А. Ветошкина[2]
[1]*Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы,*
[2]*Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К. И. Скрябина*
seleznev1961@mail.ru, lokus@list.ru

Данное исследование выполнялось в научно-исследовательской лаборатории Департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института «Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы» в период с 2023 г. по 2026 г. Целью экспериментального исследования являлось изучение оперативных доступов к желудку и его частям у домашних кошек различных пород в возрасте от 2-х до 5-ти лет Для выполнения был использован комплекс методов макро-микроморфологии (макро- микропрепарирование, морфометрия, мерометрия, стереометрия, световая микроскопия) с последующим биостатистическим анализом исследованных структур. В результате проведенных исследований выявлено, что наиболее оптимальным доступом к кардиальной части желудка является квадрат 2в, к телу желудка – 2г, а пилорической части – 1в. Что же касается дна желудка, то наиболее оптимальным доступом к нему является квадрат 3а. Наиболее оптимальным оперативным доступом к желудку кошек является парамедианная лапаротомия по сегментальной линии, проходящей по краю левой реберной дуги. В этом случае кожный покров кожный покров рассекают по ходу волокон наружной косой мышцы живота, мышцы разъединяют тупым способом, затем разрезают желтую брюшную фасцию, далее проникают к поперечной фасции живота и париетальному листу брюшины, перфорируя их для подхода к желудку. Полученные результаты необходимо учитывать не только при лапароскопии, но и при оперативном доступе, так как они являются опорными точками при хирургическом лечении мелких домашних животных.

Ключевые слова: топографическая анатомия, лапароскопия, домашняя кошка, желудок, кардиальная часть желудка, тело желудка, пилорическая часть желудка, оперативный доступ.

Введение

Желудок у домашних кошек является центральным органом пищеварительной системы, где происходит активное переваривания пищи и всасывание питательных веществ в кровь и лимфу [1, 7]. Для объективного лечения и профилактики заболеваний желудка у домашних кошек необходимо детально изучить его морфологические особенности с учетом анатомо-топографических факторов [3, 6]. Оперативный доступ к телу желудка, кардиальной и пилорической частям применяется в диагностических и лечебных целях: для удаления опухолей, язв, коррекции и взятия биопсионного материала [1, 3]. К сожалению, отсутствуют морфологические обоснования для проведения оперативного вмешательства на желудок у кошек, а некоторые вопросы по-прежнему остается спорным [4, 5]. В то же время решение этих проблем представляет большой практический интерес в абдоминальной хирургии мелких домашних животных.

Целью экспериментального исследования являлось изучение оперативных доступов к желудку и его частям у домашних кошек различных пород в возрасте от 2 до 5 лет для минимизации операционных и постоперационных осложнений, а также определения оптимальных зон доступа к ним с учетом топографо-анатомических данных.

Материал и методы исследования

Данная работа выполнялась в экспериментальной научно-исследовательской лаборатории и виварии департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института «Российского университета дружбы народов имени П. Лумумбы», а также на базе ряда ветеринарных клиник г. Москвы. Материалом исследования служил кадаверный материал, полученный от 20 домашних кошек различных пород в возрасте от 2 до 5 лет. Для решения поставленной задачи был использован комплекс методов макро-микроморфологии (макро- микропрепарирование, морфометрия, мерометрия [8], стереометрия, световая микроскопия) с последующим анализом изучаемых структур и статистической обработкой.

Результаты исследования и их обсуждение

Желудок у кошек располагается слева в эпигастрии брюшной полости тела за диафрагмой и печенью в плоскости 9-12 межреберного пространства и только пилорическая часть заходит вправо от средней сагиттальной линии, занимая область мечевидного отростка *(рис. 1)*. Его линейные размеры и форма, а также положение могут сильно изменяться в зависимости от степени наполнения кормом и водой. В его краниальной (расширенной) части находится кардиальное отверстие,

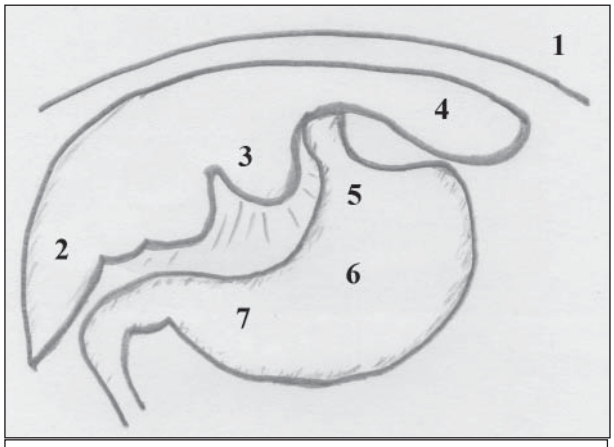

Рис. 1. Топографическая анатомия печени и желудка в эпигастральной области (схема): 1 – диафрагма; 2 – правая доля печени; 3 – хвостатая доля печени; 4 – левая доля печени; 5 – кардиальная часть желудка; 6 – тело желудка; 7 – пилорическая часть желудка

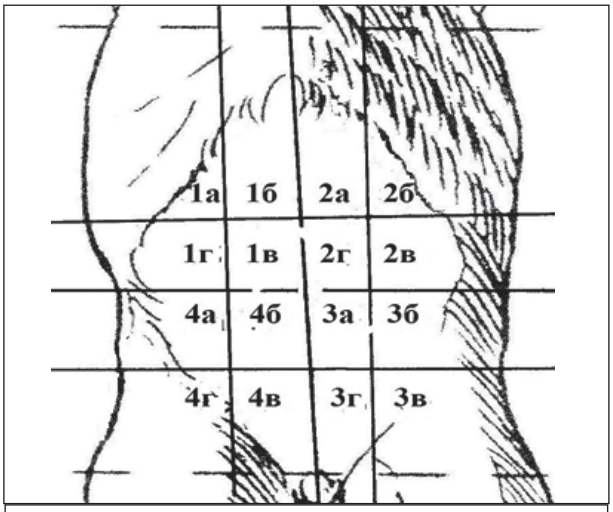

Рис. 2. Координатно-фигурная сетка брюшной стенки кошки для ориентировки в топографии органов брюшной полости тела (обозначение в тексте)

а в каудальной (суженой) — пилорическое отверстие. Поэтому выделяют кардиальную часть (20–25%) и пилорическую (15–20%), а между ними располагается тело желудка, которое лидирует по размерам (55–65%). Полученные результаты согласуются с данными М.С.Кораблевой и Л.В.Ткаченко [2]. Париетальная поверхность желудка частично прилегает к диафрагме и в большой степени — к дорсальной поверхности левой доли печени *(см. рис. 1)*. К висцеральной поверхности прилегает тонкий отдел кишечника, большой сальник и часть ободочной кишки. Передняя и задняя стенки сходятся на большой и малой кривизнах желудка, который простираются от кардиа до пилоруса. Большая кривизна обращена каудовентрально, а малая — краниодорсально. Средняя часть желудка называется телом желудка, а в ней выделяют вентральную часть (дно). Емкость желудка у исследованных кошек варьирует в зависимости от количества принятого корма и воды от 100 мл до 350 мл.

Согласно методу, координатно-фигурной мерометрии [8] латеральная поверхность живота кошки делится на 4 самостоятельно мерометрируемые зоны, которые называются «квадрантами» [8]. Каждый квадрант для лучшей ориентации в топографии внутренних органов делится еще на четыре части и получается 16 условных «квадратов» [5].

I квадрант делится на 1а, 1б, 1в и 1г. В квадрате 1а располагается правая латеральная доля печени; 1б — правая медиальная доля печени, 1в — пилорическая часть желудка, переходящая в двенадцатиперстную кишку, и 1г —петли тощей кишки. Таким образом, наиболее оптимальным доступом к пилорической части желудка является квадрат 1в *(рис. 2)*.

II квадрант делится на 2а, 2б, 2в и 2г. В квадрате 2а располагается хвостатая доля печени; 2б — левая доля печени, 2в — кардиальная часть желудка вместе с селезенкой и 2г — квадратная доля печени и тело желудка. Таким образом, наиболее оптимальным доступом к кардиальной части желудка является квадрат 2в, а к телу желудка — 2г.

III квадрант делится на 3а, 3б, 3в и 3г. В квадрате 3а располагается дно желудка, особенно при наполнении, и поперечная ободочная кишка, 3б-левый мочеточник и левый яичник, 3в- нисходящая ободочная кишка и 3г — тело мочевого пузыря. Таким образом, наиболее оптимальным доступом к дну желудка является квадрат 3а.

IV квадрант делится на 4а, 4б, 4в и 4г. В квадрате 4а располагаются правый мочеточник и правый яичник, 4б — восходящая ободочная кишка, 4в — тело мочевого пузыря и 4г — слепая кишка.

Таким образом, наиболее оптимальным доступом к кардиальной части желудка является квадрат 2в, к телу желудка — 2г, а к пилорической части — 1в. Что же касается дна желудка, особенно при наполнении, то наиболее оптимальным доступом к нему является квадрат 3а *(см. рис. 2)*. Полученные результаты необходимо учитывать не только при оперативном вмешательстве, но и при лапароскопии, так как они являются опорными точками при хирургическом лечении животных.

В результате морфометрических и стереометрических исследований было установлено, что у кошек в эпигастрии брюшной стенки выделятся 3 основных яруса: верхний — кожно-фасциальный; средний — сухожильно-мышечный и нижний — фасциально-париетальный, которые отделены друг от друга рыхлой соединительной тканью *(рис. 3)*.

Верхний ярус представлен кожным покровом, подкожной жировой клетчаткой и хорошо выраженной поверхностной фасцией туловища, между листами которой располагается подкожная мышца туловища

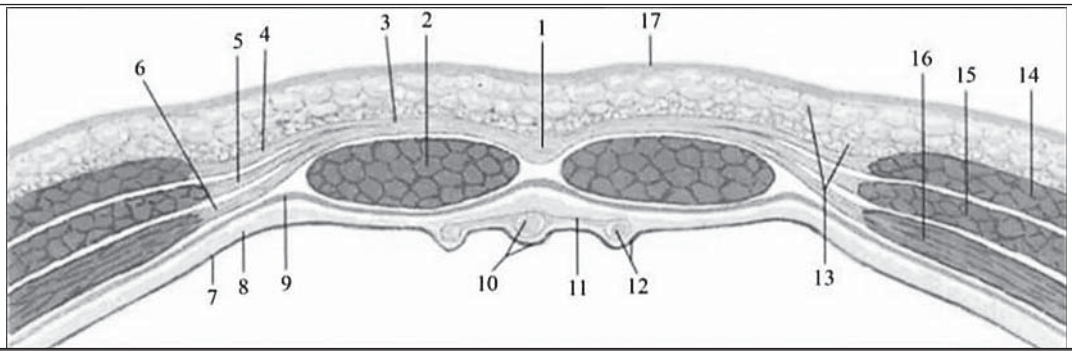

Рис. 3. Схема строения брюшной стенки в области эпигастрия: 1 – белая линия живота; 2 – прямая мышца живота; 3 – поверхностная пластинка влагалища прямой мышцы живота; 4 - апоневроз наружной косой мышцы живота; 5 – апоневроз внутренней косой мышцы живота; 6 – апоневроз поперечной мышцы живота; 7 - париетальный лист брюшины; 8 – ретроперитонеальная клетчатка; 9 – поперечная фасция живота; 10 – срединная пупочная складка; 11 – пузырно-пупочная фасция; 12 – медиальная пупочная складка; 13 – подкожная жировая клетчатка; 14 – наружная косая мышца живота; 15 – внутренняя косая мышца живота; 16 – поперечная мышцы живота; 17 – кожный покров

(m.cutaneus trunci), уменьшающаяся к белой линии живота.

Средний ярус состоит из наружной косой (m. obliquus abdominis externus), внутренней косой (m. obliquus abdominis internus) и поперечной мышц живота (m. transversus abdominis), между листами которых располагаются пластинчатые сухожилия, имеющие краниальные эпигастральные сосудисто-нервные пучки. Переплетаясь с желтой брюшной фасцией, апоневрозы данных мышц формируют белую линию живота, вдоль которой справа и слева проходит прямая мышца живота (m. rectus abdominis).

Нижний ярус представлен поперечной фасцией живота, ретроперитонеальной клетчаткой и париетальным листом брюшины, которые в медианном направлении формируют белую линию живота. Таким образом кожный покров рассекают по ходу волокон наружной косой мышцы живота, мышцы разъединяют тупым способом, затем разрезают желтую брюшную фасцию, далее проникают к поперечной фасции живота и париетальному листу брюшины, перфорируя их для подхода к желудку

Выводы

Таким образом, представленные в работе сведения дополняют данные для разработки оптимальных оперативных доступов к желудку кошки при лапароскопии и являются опорными точками при хирургическом лечении мелких домашних животных.

Литература

1. Вилковыский, И.Ф. Абдоминальная хирургия мелких домашних животных /И. Ф. Вилковыский, К. А. Жукова, Д. В. Трофимцов, Ю.А. Ватников, С.Б. Селезнев. – М.: Научная библиотека, 2018. – 208 с.
2. Кораблева, М.С. Некоторые особенности топографии желудка кошек в возрасте от 0 до 5 месяцев/ М.С. Кораблева, Л.В. Ткаченко //Вестник Алтайского ГАУ. – 2020. – №12. – С.70-74.
3. Лапароскопия и торакоскопия у мелких домашних животных: Учебное пособие / С.В. Позябин и [др.]; под ред. С.В. Позябина. – М.: Аквариум-Принт, 2017 – 96 с.
4. Садовский, Н.В. Топографическая анатомия домашних животных/ Н.В. Садовский. -М.: Гос. изд. с.-х. литературы. – 1960. – 423 с.
5. Селезнев, С.Б. Топографо-анатомические ориентиры координатно-фигурной мерометрии живота у кошек/ С.Б. Селезнев, Г.А. Ветошкина, А.Н. Аверочкин// Теоретические и прикладные проблемы АПК. – 2024. – №4. – С.31-34.
6. Степашкин, Е.А. Топографо-анатомические ориентиры желудка у кошек/ Е.А. Степашкин, Г.А. Ветошкина, С.Б. Селезнев //Оренбургский медицинский вестник. – 2025. – №2. – С. 292-293.
7. Фольмерхаус, Б. Анатомия собаки и кошки: справ. пособие / Б. Фольмерхаус, Й. Фервейн. – М.: Аквариум. – 2003. – 580 с.
8. Ханжин, А.Ф. Координатно-фигурная визиография в топографической анатомии/ А.Ф. Ханжин // Труды Киргизского СХИ. –1956. – Том 2, вып.10. – С.91-94.

Литература

1. Vilkovy`skij, I.F. Abdominal`naya xirurgiya melkix domashnix zhivotny`x /I. F. Vilkovy`skij, K. A. Zhukova, D. V. Trofimczov, Yu.A. Vatnikov, S.B. Seleznev. – M.: Nauchnaya biblioteka, 2018. – 208 s.
2. Korableva, M.S. Nekotory`e osobennosti topografii zheludka koshek v vozraste ot 0 do 5 mesyacev/ M.S. Korableva, L.V. Tkachenko //Vestnik Altajskogo GAU. – 2020. – №12. – S.70-74.
3. Laparoskopiya i torakoskopiya u melkix domashnix zhivotny`x: Uchebnoe posobie / S.V. Pozyabin i [dr.]; pod red. S.V. Pozyabina. – M.: Akvarium-Print, 2017 – 96 s.
4. Sadovskij, N.V. Topograficheskaya anatomiya domashnix zhivotny`x/ N.V. Sadovskij. -M.: Gos. izd. s.-x. literatury`, 1960. – 423 s.
5. Seleznev, S.B. Topografo-anatomicheskie orientiry` koordinatno-figurnoj merometrii zhivota u koshek/ S.B. Seleznev, G.A. Vetoshkina, A.N. Averochkin// Teoreticheskie i prikladny`e problemy` APK. – 2024. – №4. – S.31-34.
6. Stepashkin, E.A. Topografo-anatomicheskie orientiry` zheludka u koshek/ E.A. Stepashkin, G.A. Vetoshkina, S.B. Seleznev // Orenburgskij medicinskij vestnik. – 2025. – №2. – S. 292-293.
7. Fol`merxaus, B. Anatomiya sobaki i koshki: sprav. posobie / B. Fol`merxaus, J. Fervejn. -M.: Akvarium. – 2003. – 580 s.
8. Xanzhin, A.F. Koordinatno-figurnaya viziografiya v topograficheskoj anatomii/ A.F. Xanzhin // Trudy` Kirgizskogo SXI. –1956. – Tom 2, vy`p.10. – S.91-94.

S. B. Seleznev[1], E.A.Stepashkin[1], G. A. Vetoshkina[2]

[1]Peoples' Friendship University of Russia named after P. Lumumba,
[2]Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –MVA named after K. I. Skryabin
seleznev1961@mail.ru, lokus@list.ru

SURGICAL APPROACHES TO SPECIFIC PARTS OF THE STOMACH IN DOMESTIC CATS

This study was conducted in the research laboratory of the Department of Veterinary Medicine of the Agrarian and Technological Institute of the Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba from 2023 to 2026. The aim of the experimental study was to investigate surgical approaches to the stomach and its parts in domestic cats of various breeds aged 2 to 5 years. A combination of macro– and micromorphological methods (macro– and micro–preparation, morphometry, merometry, stereometry, and light microscopy) was used, followed by biostatistical analysis of the examined structures. The results of the studies revealed that the most optimal approach to the cardiac part of the stomach is square 2b, to the body of the stomach is square 2g, and to the pyloric part is square 1b. As for the fundus of the stomach, the most optimal approach to it is square 3a. The most optimal surgical approach to the stomach of cats is paramedian laparotomy along a segmental line running along the edge of the left costal arch. In this case, the skin is dissected along the fibers of the external oblique muscle of the abdomen, the muscles are separated by blunt dissection, then the yellow abdominal fascia is incised, then penetrated to the transverse fascia of the abdomen and the parietal sheet of the peritoneum, perforating them to approach the stomach. The obtained results must be taken into account not only during laparoscopy, but also during surgical access, since they are reference points in the surgical treatment of small domestic animals.

Key words: *topographic anatomy, laparoscopy, domestic cat, stomach, cardiac portion of the stomach, body of the stomach, pyloric portion of the stomach, surgical approach.*

Методика введения лекарственных средств при имплантации у животных с применением биодеградируемых покрытий

УДК 619:615.45
DOI: 10.32935/2221-7312-2026-68-2-69-72

А. С. Карамян, Ж. Баннуд, А.Н. Ибрагимова
Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы,
arfenya@mail.ru

В современных условиях развития ветеринарной медицины- диагностики, ветеринарной фармакологии, терапии и хирургии, для оказания качественной, высоко квалифицированной и высоко технологичной помощи животным нередко применяют технику имплантации. Это могут быть как остеоимпланты, дентальная имплантация, установка имплантов-спейсеров при стенозе тазового канала, интраокулярного протезирования при патологиях глазного яблока, эндотрахеального стента при стенозе трахеи, кардиоимпланты и имплантация кардиостимулятора, а также другие виды имплантов [1-5]. Большинство пациентов имеют благоприятный прогноз и долгосрочную перспективу восстановления качества жизни. Эндопротезирование в настоящее время имеет широкое применение в ветеринарной медицине, обеспечивая терапевтическую эффективность и надежность хирургического лечения травматических и дегенеративных заболеваний животных [6]. Однако, для минимизации постимплантационных рисков необходима адекватная фармакокоррекция, которая зачастую влияет на ухудшение общих показателей здоровья пациента [7-9]. В департаменте ветеринарной медицины аграрно-технологического института на базе вивария РУДН в период с 2020 по 2023 годы было проведено исследование по созданию биодеградируемых покрытий на основе полимолочной кислоты для покрытия имплантов. В рамках исследования на поверхности биодеградируемых покрытий имплантов были сформированы микроячейки с лекарственными препаратами- антибиотик, иммуносупрессор и др. [12, 15]. Установлено, что тонкая пленка биоразлагаемого полимера на основе полимолочной кислоты с ячейками на поверхности способна улучшить биоинтеграцию и биосовместимость импланта в организме животного. Первые опыты с доставкой антибиотиков и иммуносупрессора на поверхности импланта показали, что можно добиться положительного терапевтического эффекта при минимальных дозах, нежели при введении лекарственных препаратов классические путями введения [3]. Снижение дозы препарата за счет повышения его биодоступности и без потери терапевтической активности, оказывает значительный эффект и позволяет минимизировать риски при сложных хирургических вмешательствах на основные органы и системы пациента.

Ключевые слова: терапия животных, пути введения лекарственных средств, биодеградируемая пленка, имплант.

Заболевания опорно-двигательного аппарата животных зачастую сопровождаются серьезным поражением костей и требует репозиции, фиксации, остеосинтеза для максимально качественно выполненного хирургического лечения [11]. Потеря, разрушение зубов и частые воспалительные процессы в ротовой полости у животных привели к развитию современной ветеринарной стоматологии. Травмы, ортопедическое лечение, замещение костных дефектов и все вышеперечисленные патологические процессы в настоящее время возможно успешно корректировать с помощью современной высокотехнологичной помощи [13, 14]. Развитие 3D- технологий- аддитивных технологий, создание современных титановых имплантов и их совершенствование, позволило полноценно осуществлять реконструктивное лечение. Нитиноловые стенты, широко применяемые в терапии окклюзивной патологии просветов, а также импланты с биодеградируемыми поверхностями относятся к передовым технологиям, за счет сформированной наноструктурированной поверхности, содержащей лекарственные средства.

Целью нашего исследования является создание методики введения лекарственных средств при имплантации у животных с применением биодеградируемых покрытий.

Разработанная технология создания микро ячеек на поверхности имплантов с помощью высокточного фемтосекундного лазера. Выбор фемтосекундного лазера обоснован точностью и заданной размерностью образованных микро ячеек, коротким и эффективным

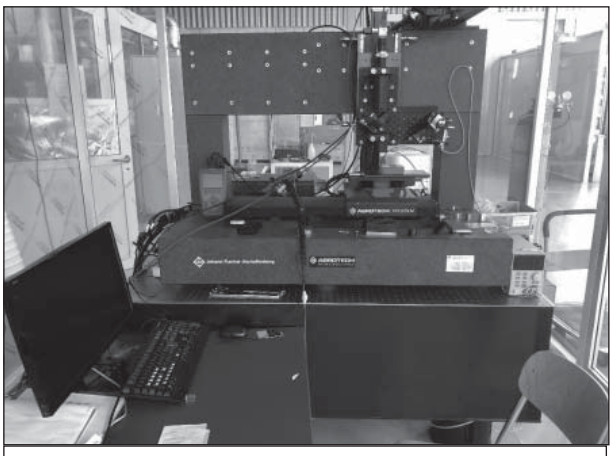

Рис. 1. Фемтолазерная установка

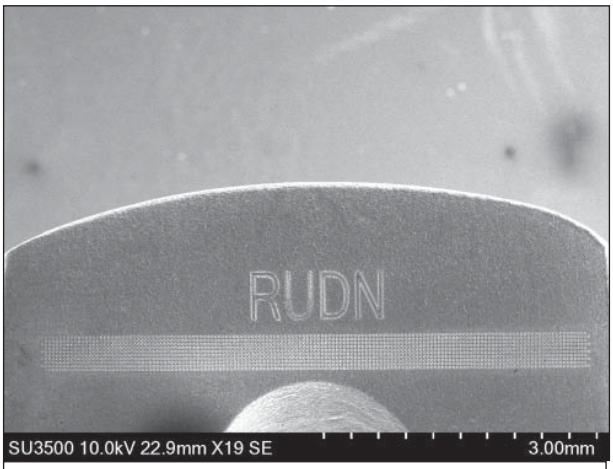

Рис. 2. Поверхность структурированного импланта

лазерным воздействием на поверхность импланта без перегрева и микроразрушений. Длительность воздействия лазера для формирования ячеек от 8 до 12 сек *(рис. 1)* [10] в каждую ячейку

С помощью электронной микроскопии происходить визуализация и контроль размера микроячеек, образованных при микро структурировании титановых имплантов *(рис. 2, 3)*. В отличии от примеров использования лазера фемтосекундная установка позволяет создавать микроячейки с заданной глубиной и размерами.

После формирования микрорельфа импланты *(рис. 4)* были покрыты пленкой на основе полимолочной кислоты и установлены лабораторным кроликам для определения фармакологической и терапевтической эффективности создания ячеек с целью адресной доставки — способа введения лекарственных средств в организм животных [13, 15]. Мы показали, что тонкая пленка биоразлагемого полимера, содержащая полости (микроячейки) заполненные лекарствами, служит оптимальным источником необходимых лекарств, выделяемых в полость раны и в заданное время. Первые опыты с доставкой антибиотиков и иммуносупрессора на поверхности импланта показали, что можно добиться положительного терапевтического эффекта при дозах ниже, чем в случае традиционной доставки- — пероральное, внутримышечное и внутривенное введение. Все это позволяет снизить медикаментозную и токсическую нагрузку на метаболизм и элиминацию препаратов в организме животных. Для надежной фиксации

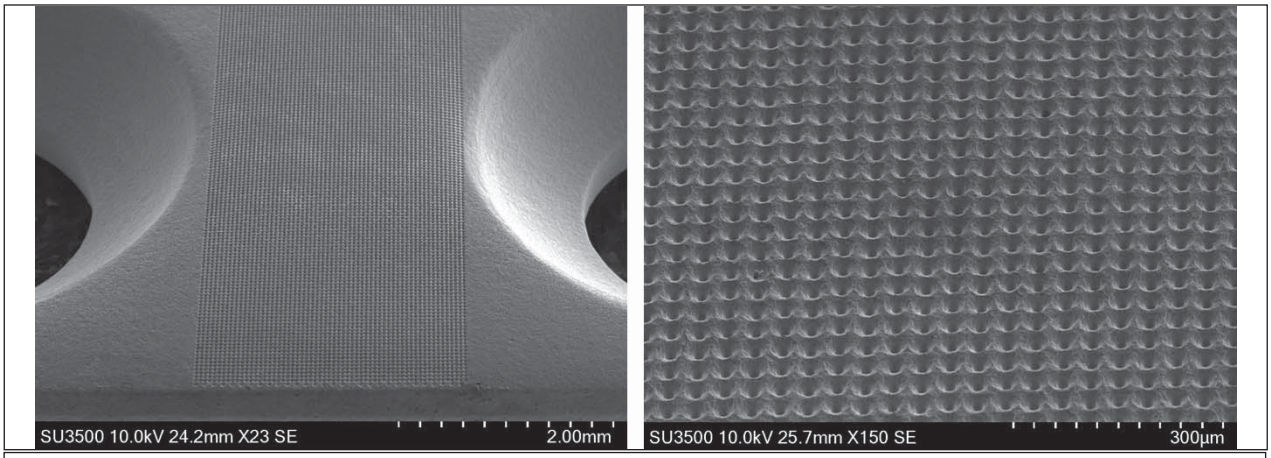

Рис. 3. Микрорельеф поверхности импланта между крепежными отверстиями

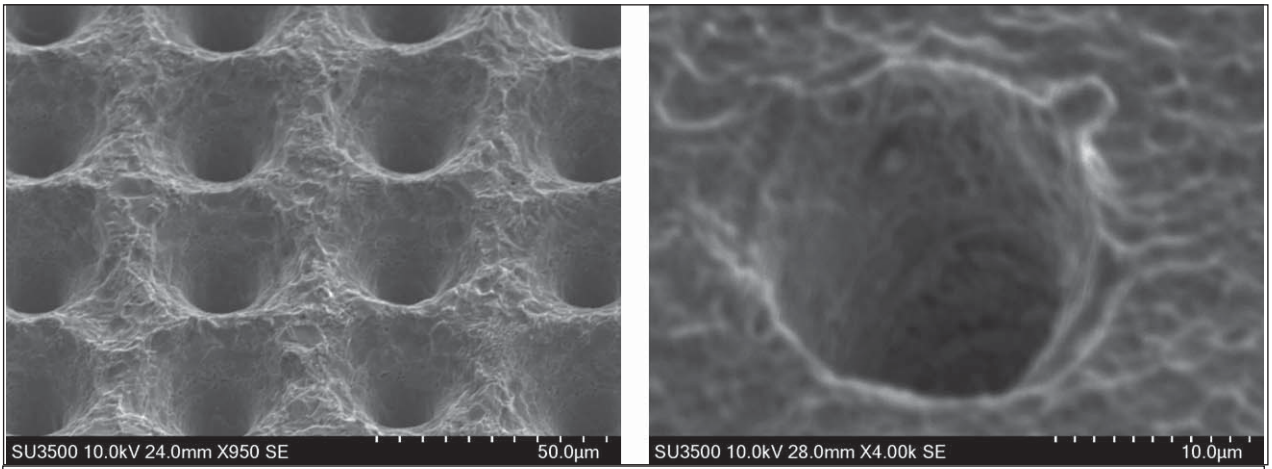

Рис. 4. Микрорельеф отверстий полученных фемтосекундным лазером на одном из режимов обработки

лекарственных средств на имплантах, необходимо создание на поверхности микро ячеек и гермитичная упаковка их биоразлагаемой пленкой. Уровень покровной пленки должен был ниже уровня поверхности имланта. Такое размещение пленки достигается за счёт сил поверхностного натяжения пленки. В таком случае выделение лекарства в костную ткань после постановки импланта будет происходить в нужное время за счёт биодеградация пленки.

Первичные тесты на биосовместимость покрытия из оксида титана показали, что напыляемое на установке MAG-300 покрытие имеет хорошую биосовместимость и не мешает адгезии клеток. Покрытие может быть использовано для размещения микродоз лекарственных средств на имплантах при модификации его поверхности. Модификация должна обеспечить получение развитой поверхности с порами для размещения микродоз лекарственных средств. Нанесение в качестве противовоспалительного средства гидрокортизона гемисукцината на биодеградируемое покрытие замедляет рост грануляции, повышая биоинтеграцию имплантов в окружающие ткани.

Таким образом, нами была описана методика введения лекарственных средств при имплантации у животных с применением биодеградируемых покрытий. Данная методика является высокотехнологичной, требующей наличие специального оборудования и высоко квалифицированного персонала. Однако, несмотря на данные аспекты позволяет широко использовать методику в хирургической ветеринарной практике, достигая успехов и минимизируя постоперационные риски.

Литература

1. Агаджанян, В.В. Биодеградируемые импланты в ортопедии и травматологии. Наш первый опыт / В.В. Агаджанян, А.А. Пронских, В.А. Демина, В.И. Гомзяк, Н.Г. Седуш, С.Н. Чвалун // Политравма. – 2016. – №4. –С.45-58
2. Воробьёв, С.Н. Экспериментальное обоснование применения биодеградируемых имплантов на основе магния в травматологии ортопедии/ С.Н. Воробьёв, В.Н. Бордаков, В.В. Савич, П.В. Бордаков// Медицинский журнал .– 2024. – № 3. – С. 79-85.
3. Кривкина, Е. О. Сосудистые протезы с противомикробным покрытием: экспериментальные разработки и внедрение в клиническую практику/ Е.О Кривкина, В.Г. Матвеева, Л.В. Антонова//Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2021. – №3. – С.90-102
4. Леонова, М.В. Новые лекарственные формы и системы доставки лекарственных средств: особенности пероральных лекарственных форм. Часть 1 / М.В. Леонова // Лечебное дело. – 2009. № 2. – С. 21-31.
5. Чурина, Н.Ю. Дентальная имплантация в ветеринарии/ Чурина Н.Ю. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://spbvet.info/zhurnaly/2012/dentalnaya-implantatsiya-v-veterinarii/
6. Шабаев, А. Р. Выбор полимера для покрытия стент-графта с позиции биосовместимости и особенности биодеградации / А.Р. Шабаев, А.Ю. Каноныкина, Л.А. Богданов, Д.К. Шишкова, Ю.А. Кудрявцева // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2024. – №4. – С.77-89
7. Шабунин, С.В. Перспективы развития и инновации в ветеринарной фармакологии / С.В. Шабунин // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2017. – № 1 (1). – С. 7-11.
8. Эйзенах, И.А. Изучение воспалительной реакции на имплантацию биодеградируемого полимера в сравнении с полипропиленом в эксперименте на животных/И.А Эйзенах, М.А. Бакарев, Г.А. Лапин, В.Г. Мозес, К.Б. Мозес // МвК.-2020.- №3.-С.13-19.
9. Ягников, С.А. Тройная остеотомия большеберцовой кости при разрыве передней крестообразной связки / С.А. Ягников, О.И. Норкина // РВЖ. МДЖ. -2009. -№ 3. -С. 20-26.
10. Depypere, M. Pathogenesis and management of fracture-related infection/ M. Depypere, M. Morgenstern, R. Kuehl, E. Senneville, T.F. Moriarty, W.T. Obremskey, W. Zimmerli, A. Trampuz, K. Lagrou, W-J. Metsemakers// Clin Microbiol Infect. – 2020. – №26. –P. 572–578.
11. Hake, M. E. Modern Implant Options for the Treatment of Distal Femur Fractures. / M. E. Hake, M. E. Davis, A. M. Perdue, J. A. Goulet //J. Am. Acad. Orthop Surg. – 2019. – №27.
12. Mathews, K. Guidelines for recognition, assessment and treatment of pain / K. Mathews, P. Kronen, D. Lascelles et al. // Journal of Small Animal Practice. WSAVA. – 2014. – № 55. – P. 1-59.
13. Karamyan, A.S. Modern non-invasive therapeutic systems / A.S. Karamyan, Yu.A. Obidchenko // Veterinary practice. – 2013. – № 1 (60). – P. 44–47.
14. Maruyama, M. Modulation of the Inflammatory Response and Bone Healing./ M. Maruyama, C. Rhee, T. Utsunomiya, N. Zhang, M. Ueno, Z. Yao, S. B. Goodman // Front Endocrinol (Lausanne). -2020. -№11. –p. 386. 10.3389/fendo.2020.00386.
15. Wang, P. Biodegradable Implants for Internal Fixation of Fractures and Accelerated Bone Regeneration. / P. Wang, Y. Gong, G. Zhou, W. Ren, X.Wang //ACS Omega. – 2023. -8(31): 27920-27931.

Литература

1. Agadzhanyan, V.V. Biodegradiruemy`e implanty` v ortopedii i travmatologii. Nash pervy`j opy`t / V.V. Agadzhanyan, A.A. Pronskix, V.A. Demina, V.I. Gomzyak, N.G. Sedush, S.N. Chvalun // Politravma. -2016. -№4. –S.45-58
2. Vorob`yov, S.N. E`ksperimental`noe obosnovanie primeneniya biodegradiruemy`x implantov na osnove magniya v travmatologii ortopedii/ S.N. Vorob`yov, V.N. Bordakov, V.V. Savich, P.V. Bordakov// Medicinskij zhurnal-2024. -№ 3.-S. 79-85.

3. Krivkina, E. O. Sosudisty`e protezy` s protivomikrobny`m pokry`tiem: e`ksperimental`ny`e razrabotki i vnedrenie v klinicheskuyu praktiku/ E.O Krivkina, V.G. Matveeva, L.V. Antonova//Kompleksny`e problemy` serdechno-sosudisty`x zabolevanij. -2021.-№3.-S.90-102
4. Leonova, M.V. Novy`e lekarstvenny`e formy` i sistemy` dostavki lekarstvenny`x sredstv: osobennosti peroral`ny`x lekarstvenny`x form. Chast` 1 / M.V. Leonova // Lechebnoe delo. 2009. № 2. S. 21-31.
5. Churina, N.Yu. Dental`naya implantaciya v veterinarii/ Churina N.Yu. [E`lektronny`j resurs] Rezhim dostupa: https://spbvet.info/zhurnaly/2012/dentalnaya-implantatsiya-v-veterinarii/
6. Shabaev, A. R. Vy`bor polimera dlya pokry`tiya stent-grafta s pozicii biosovmestimosti i osobennosti biodegradacii / A.R. Shabaev, A.Yu. Kanony`kina, L.A. Bogdanov, D.K. Shishkova, Yu.A. Kudryavceva // Kompleksny`e problemy` serdechno-sosudisty`x zabolevanij. -2024. -№4. –S.77-89
7. Shabunin, S.V. Perspektivy` razvitiya i innovacii v veterinarnoj farmakologii / S.V. Shabunin // Veterinarny`j farmakologicheskij vestnik. -2017. -№ 1 (1). -S. 7-11.
8. E`jzenax, I.A. Izuchenie vospalitel`noj reakcii na implantaciyu biodegradiruemogo polimera v sravnenii s polipropilenom v e`ksperimente na zhivotny`x/I.A E`jzenax, M.A. Bakarev, G.A. Lapin, V.G. Mozes, K.B. Mozes // MvK.-2020.- №3.-S.13-19
9. Yagnikov, S.A. Trojnaya osteotomiya bol`sheberczovoj kosti pri razry`ve perednej krestoobraznoj svyazki / S.A. Yagnikov, O.I. Norkina // RVZh. MDZh. -2009. -№ 3. -S. 20-26.
10. Depypere, M. Pathogenesis and management of fracture-related infection/ M. Depypere, M. Morgenstern, R. Kuehl, E. Senneville, T.F. Moriarty, W.T. Obremskey, W. Zimmerli, A. Trampuz, K. Lagrou, W-J. Metsemakers// Clin Microbiol Infect. -2020. -№26. –R. 572–578.
11. Hake, M. E. Modern Implant Options for the Treatment of Distal Femur Fractures. / M. E. Hake, M. E. Davis, A. M. Perdue, J. A. Goulet //J. Am. Acad. Orthop Surg. -2019. -№27.
12. Mathews, K. Guidelines for recognition, assessment and treatment of pain / K. Mathews, P. Kronen, D. Lascelles et al. // Journal of Small Animal Practice. WSAVA. -2014. -№ 55. -p. 1-59.
13. Karamyan, A.S. Modern non-invasive therapeutic systems / A.S. Karamyan, Yu.A. Obidchenko // Veterinary practice. -2013. -№ 1 (60). -p. 44–47.
14. Maruyama, M. Modulation of the Inflammatory Response and Bone Healing./ M. Maruyama, C. Rhee, T. Utsunomiya, N. Zhang, M. Ueno, Z. Yao, S. B. Goodman // Front Endocrinol (Lausanne). -2020. -№11. –r. 386.
15. Wang, P. Biodegradable Implants for Internal Fixation of Fractures and Accelerated Bone Regeneration. / P. Wang, Y. Gong, G. Zhou, W. Ren, X.Wang //ACS Omega. -2023. -8(31) : 27920-27931.

A. S. Karamyan, George Bannoud, A. N. Ibragimova
Peoples' Friendship University of Russia named after P. Lumumba
arfenya@mail.ru

METHOD OF DRUG ADMINISTRATION DURING IMPLANTATION IN ANIMALS USING BIODEGRADABLE COATINGS

In today's evolving veterinary medicine – diagnostics, veterinary pharmacology, therapy, and surgery – implantation techniques are often used to provide high–quality, highly qualified, and technologically advanced care to animals. These include osteoimplants, dental implants, spacer implants for pelvic canal stenosis, intraocular prosthetics for ocular pathologies, endotracheal stents for tracheal stenosis, cardiac implants, pacemaker implantation, and other types of implants [1]. Most patients have a favorable prognosis and long–term prospects for restoring their quality of life. Endoprosthetics is currently widely used in veterinary medicine, ensuring therapeutic efficacy and reliability in the surgical treatment of traumatic and degenerative diseases in animals. However, to minimize post–implantation risks, adequate drug therapy is necessary, which often leads to a deterioration in the patient's overall health. From 2020 to 2023, the Department of Veterinary Medicine at the RUDN University Agrarian and Technological Institute conducted research into the creation of biodegradable coatings based on polylactic acid for implants. As part of the study, microcells containing medicinal agents—an antibiotic, an immunosuppressant, and others—were formed on the surface of the biodegradable implant coatings [2, 15]. It was found that a thin film of a biodegradable polymer based on polylactic acid with surface cells can improve the biointegration and biocompatibility of the implant in the animal's body. Initial experiments with the delivery of antibiotics and an immunosuppressant to the implant surface demonstrated that a positive therapeutic effect can be achieved with minimal doses compared to traditional drug administration routes [3]. Reducing the drug dose by increasing its bioavailability without loss of therapeutic activity has a significant effect and helps minimize the risks of complex surgical interventions on the patient's major organs and systems.

Key words: *animal therapy, drug administration routes, biodegradable films, and implants.*