Аграрный вестник Приморья

ISSN 3033-6473

ПРИМОРСКИЙ ГАТУ



№ 3 (43)
2026

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Приморский государственный аграрно-технологический университет»
(ФГБОУ ВО Приморский ГАТУ)

Аграрный вестник Приморья

Agrarian bulletin of Primorye

2026 Научный журнал Том 43

Год основания: 2016, под настоящим названием с 2016 г.
Главный редактор: канд. с.-х. наук, доцент Комин Андрей Эдуардович
Импакт-фактор РИНЦ: 0,385
Периодичность: 4 раза в год

Журнал «Аграрный вестник Приморья»
зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций — свидетельство Эл № ФС77-89927
от 22 августа 2025 года.

Приморский государственный аграрно-технологический университет

Адрес редакции: 692510, Приморский край, г. Уссурийск, проспект Блюхера, 44
Телефон: (4234) 26-54-65
Факс: (4234) 32-82-02
E-mail: agvprim@gmail.com
Сайт: https://vprim.ru/

Адрес редакции: 692510, Приморский край, г. Уссурийск, 44, ФГБОУ ВО Приморский ГАТУ
Тел. (4234)-26-54-65
Факс (4234)-26-54-60

АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК ПРИМОРЬЯ

№ 3(43) / 2026

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “ Приморский государственный аграрно-технологический университет”

Председатель редакционного совета, главный редактор:
Комин А.Э., канд. с.-х. наук, доцент, ректор ФГБОУ ВО Приморский ГАТУ.

Заместитель главного редактора:
Бородин И. И., канд. техн. наук, ФГБОУ ВО Приморский ГАТУ.

Редакционный совет:
Быкова О.А., доктор с.-х. наук, профессор ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Екатеринбург, РФ;
Выводцев Н.В., доктор с.-х. наук, профессор ФГБОУ ВО «Тихоокеанский ГУ», Хабаровск, РФ;
Емельянов А.Н., канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, директор ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока имени А.К. Чайки», г. Уссурийск, РФ;
Клыков А.Г., доктор биол. наук, член-корреспондент РАН, заведующий лабораторией селекции зерновых и крупяных культур ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока имени А.К. Чайки», г. Уссурийск, РФ;
Ковалев А.П., доктор с.-х. наук, профессор ФГБНУ «ФНЦ ДальНИИЛХ», г. Хабаровск, РФ;
Косилов В.И., доктор с.-х. наук, профессор ФГБОУ ВО «Оренбурский ГАУ», г. Оренбург, РФ;
Кубатбеков Т.С., доктор биол. наук, профессор ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, РФ;
Миронова И.В., доктор биол. наук, профессор ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ», г. Уфа, РФ;
Насамбаев Е.Г., доктор с.-х. наук, профессор НАО «Западно-Казахтанский аграрно-технологический университет», г. Уральск, Республика Казахстан;
Раджабов Ф.М., доктор с.-х. наук, профессор, Таджикский национальный аграрный университет имени Ш. Шотемур, г. Душанбе, Республика Таджикистан;
Такагаки М., доктор наук, Ph. D, профессор, Чибинский университет, г. Чиба, Япония;
Чэнь Циншань, доктор с.-х. наук, профессор Северо-Восточного сельскохозяйственного университета, Харбин, Китай.

Редакционная коллегия:
Ким И.В., канд. с.-х. наук, заведующая лабораторией диагностики болезней картофеля ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока имени А.К. Чайки», г. Уссурийск, РФ;
Момот Н.В., доктор вет. наук, почетный работник высшего профессионального образования, профессор ФГБОУ ВО Приморский ГАТУ, г. Уссурийск, РФ;
Мохань О.В., канд. с.-х. наук, заместитель директора по научной работе ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока имени А.К. Чайки», г. Уссурийск, РФ;
Приходько О.Ю., канд. биол. наук, доцент, декан института лесного и лесопаркового хозяйства ФГБОУ ВО Приморская ГСХА, г. Уссурийск, РФ;
Проскурина Л.И., доктор вет. наук, профессор ФГБОУ ВО Приморский ГАТУ, г. Уссурийск, РФ;
Яковенко Н.А., канд. биол. наук, доцент, ФГБОУ ВО Приморский ГАТУ, г. Уссурийск, РФ.

AGRARIAN BULLETIN OF PRIMORYE

№ 3(43) / 2026

Founder: Federal State Budgetary Educational Institution
of Higher Education “Primorsky State Agrarian-Technological University”

Chairman of the Editorial Board, Editor-in-Chief:
Komin A.E., candidate of technical sciences, associate professor, FSBEI HE “Primorsky State Agrarian-Technological University”.

Deputy editor-in-chief:
Borodin I. I., candidate of technical sciences, FSBEI HE “Primorsky State Agrarian-Technological University”.

Editorial board:
Bykova O.A., doctor of agricultural sciences, professor of FSBEI HE “Ural State Agrarian University”, Ekaterinburg, the Russian Federation;
Vyvodtcev N.V., doctor of agricultural sciences, professor of FSBEI HE “Pacific National University”, Khabarovsk, the Russian Federation;
Emelyanov A.N., candidate of agricultural sciences, senior scientist researcher, the director of FSBSI “FSC agrobiotechnologies of Far East named after A.K. Chaika”, Ussuriisk, the Russian Federation;
Klykov A.G., doctor of biological sciences, Corresponding Member, Russian Academy of Sciences, head of the laboratory of cereals and crops selection of FSBSI “FSC agrobiotechnologies of Far East named after A.K. Chaika”, Ussuriisk, the Russian Federation;
Kovalev A.P., doctor of agricultural sciences, professor of FSBSI “FSC DalNIIH”, Khabarovsk, the Russian Federation;
Kosilov V.I., doctor of agricultural sciences, professor of FSBEI HE “Orenburg State Agrarian University”, Orenburg, the Russian Federation;
Kubatbekov T.S., doctor of biological sciences, professor of FSBEI HE “Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev”, Moscow, the Russian Federation;
Mironova I.V., doctor of biological sciences, professor of FSBEI HE “Bashkir State Agrarian University”, Ufa, the Russian Federation;
Nasambaev E.G., doctor of agricultural sciences, professor of "West Kazakhstan Agrarian-Technical University”, Uralsk, the Republic of Kazakhstan;
Radzhabov F.M., doctor of agricultural sciences, professor, Tajik agrarian University named Shirinsho Shotemur, Dushanbe, the Republic of Tadzhikistan;
Takagaki M., Doctor of Science, Ph. D, professor of Chiba University, Kashiwanoha, Japan;
Chen Qinshan, doctor of agricultural sciences, professor of Northeast Forestry University, Harbin, China.

Editorial staff:
Kim I.V., candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of potatoes diseases diagnostics of FSBSI “FSC agrobiotechnologies of Far East named after A.K. Chaika”, Ussuriisk, the Russian Federation;
Momot N.V., doctor of veterinary sciences, Honorary Figure of Higher Professionally Education, professor of FSBEI HE “Primorsky State Agrarian-Technological University”., Ussuriisk, the Russian Federation;
Mokhan O.V., candidate of agricultural sciences, vice-director on scientific work of FSBSI “FSC agrobiotechnologies of Far East named after A.K. Chaika”, Ussuriisk, the Russian Federation;
Prikhodko O.Yu., candidate of biological sciences, associate professor, dean of Forestry institute, FSBEI HE “Primorsky State Agrarian-Technological University”, Ussuriisk, the Russian Federation;
Proskurina L.I., doctor of veterinary sciences, professor of FSBEI HE “Primorsky State Agrarian-Technological University”, Ussuriisk, the Russian Federation;
Yakovenko N.A, candidate of biological sciences, associate professor FSBEI HE “Primorsky State Agrarian-Technological University”, Ussuriisk, the Russian Federation.

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Бородин И.И., Линь Т. КРИТИЧЕСКИЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТВЕРДОФАЗНОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ CORDYCEPS MILITARIS ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛОДОВЫХ ТЕЛ ПИЩЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ: АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР 6

Ярцев Г.Ф., Байкасенов Р.К., Машенков М.И. [и др.] ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗЕРНА СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ 22

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Ким И.Н., Комин А.Э. СЕНСОРНЫЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ 27

Косилов В.И. ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА ВАЛУШКОВ НА ЛИПИДНЫЙ СОСТАВ И ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ 37

Косилов В.И., Ежова О.Ю. ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧИСТОПОРОДНЫХ И ПОМЕСНЫХ БЫЧКОВ ПО СЕЗОНАМ ГОДА 43

Примбетова Л.Д., Чортонбаев Т.Д. ВЛИЯНИЕ ПАРАТИПИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И ОТБОРА НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ 48

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Лиман А.С., Лихитченко М.А. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ЛИСТВЕННИЦЫ КАЯНДЕРА В УСЛОВИЯХ УССУРИЙСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА ПРИМОРСКОГО КРАЯ 54

Розломий Н.Г. РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ЭСТЕТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЛЕСОВ ЗЕЛЕНОЙ ЗОНЫ ГОРОДОВ ЮЖНОГО ПРИМОРЬЯ 59

Храпко О.В., Царенко Н.А., Гриднев А.Н. К ВОПРОСУ О РЕСУРСНОЙ ОЦЕНКЕ ЛЕСОВ С УЧАСТИЕМ ЕЛИ ГЛЕНА НА ЮГЕ САХАЛИНА 65

Щербаков Ю.О., Розломий Н.Г. РЕЛЬЕФ И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ МОНИТОРИНГОВОГО ПОЛИГОНА «СТРАЖНИК»: КОМПЛЕКСНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ 75

CONTENTS

AGRONOMY AND CROP SCIENCE

Borodin I., Lin T. CRITICAL BIOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF SOLID-STATE CULTIVATION OF CORDYCEPS MILITARIS FOR PRODUCING FRUITING BODIES INTENDED FOR FOOD USE: AN ANALYTICAL REVIEW 6

Yartsev G., Baikasenov R., Mashenkov M. et al. PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY INDICATORS OF WINTER WHEAT VARIETIES UNDER THE CONDITIONS OF THE CENTRAL ZONE OF THE ORENBURG REGION 22

VETERINARY SCIENCE AND ZOOTECHNICS

Kim I., Komin A. SENSORY ANALYSIS AND QUALITY ASSESSMENT OF MILK AND DAIRY PRODUCTS 27

Kosilov V. EFFECT OF WETHER GENOTYPE ON LIPID COMPOSITION AND ENVIRONMENTAL SAFETY OF MUSCLE TISSUE 37

Kosilov V., Ezhova O. HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF PUREBRED AND CROSSBRED BULL CALVES BY SEASON 43

Primbetova L., Chortonbaev T. THE IMPACT OF PARATYPIC FACTORS AND SELECTION ON DAIRY PRODUCTIVITY IN COWS 48

FORESTRY

Liman A., Likhitchenko M. ASSESSMENT OF THE CONDITION OF CAJANDER LARCH FOREST PLANTATIONS IN THE USSURIYSK URBAN DISTRICT OF PRIMORSKY KRAI 54

Rozlomiy N. RESULTS OF MONITORING THE AESTHETIC ASSESSMENT OF FORESTS IN THE GREEN ZONES OF CITIES OF SOUTHERN PRIMORYE 59

Khrapko O., Tsarenko N., Gridnev A. ON THE RESOURCE ASSESSMENT OF FORESTS WITH GLEHN'S SPRUCE IN SOUTHERN SAKHALIN 65

Shcherbakov Y., Rozlomiy N. RELIEF AND VEGETATION OF THE STRAZHNIK MONITORING SITE: A COMPREHENSIVE DESCRIPTION BASED ON REMOTE SENSING DATA 75

АГРОНОМИЯ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Научная статья
УДК 635.8

КРИТИЧЕСКИЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТВЕРДОФАЗНОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ CORDYCEPS MILITARIS ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛОДОВЫХ ТЕЛ ПИЩЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ: АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Игорь Игоревич Бородин[1], Линь Тао[2]

[1]Приморский государственный аграрно-технологический университет, Уссурийск, Россия
[2]Шэньянский технологический институт, Шэньян, Китай

Аннотация.

Промышленное получение пищевых плодовых тел Cordyceps militaris основывается преимущественно на контейнерном твердофазном культивировании на зерновых средах. Однако опубликованные режимы получены для разных штаммов, составов субстрата и лабораторной тары, поэтому их прямой перенос в масштабируемую технологию методически некорректен. Цель работы — установить биологически обусловленные критические параметры процесса и сформировать структурно-параметрическую модель, пригодную для опытно-промышленной проверки. Выполнен целевой аналитический обзор 48 русско- и англоязычных источников 2007–2026 гг.; первичные эксперименты сопоставляли по характеристикам штамма, субстрата, инокулята, тары, стерилизации, стадийным режимам, выходу продукции, контаминации и послеуборочной обработке. Показано, что товарные стромы могут формироваться без насекомого-хозяина на рисе, овсе, пшенице и других зерновых средах, но результат определяется взаимодействием «штамм — субстрат — геометрия ёмкости — режим». Наиболее критичны подлинность и стабильность культуры, состояние МАТ-компонентов, ограничение числа пассажей, однородность дозирования, валидированная стерилизация, чистота инокулирования и стадийное управление светом и микроклиматом. В опубликованных баночных опытах темновую колонизацию обычно проводили при 20–23 °C в течение 7–14 суток, а индукцию и плодоношение — при 18–23 °C, освещении 500–1750 лк в течение 12–14 ч/сут и относительной влажности 80–95%. Эти значения следует рассматривать как исходное технологическое окно, а не универсальный оптимум. Для CO_2, газопроницаемости фильтра, высоты слоя и промышленного стерилизующего эффекта надежные универсальные границы не установлены. Предложены контрольные точки перехода между стадиями и показатели масштабирования, включающие долю плодоносящих ёмкостей, контаминацию, коэффициент вариации выхода, выход с единицы площади за единицу времени и удельные затраты ресурсов. Результаты обосновывают возможность пилотного контейнерного производства при обязательной валидации конкретной системы.

Ключевые слова: Cordyceps militaris, кордицепс военный, пищевые плодовые тела, твердофазное культивирование, зерновой субстрат, фотоиндукция, стерилизация, масштабирование
Для цитирования: Бородин И. И., Линь Т. Критические биологические и технологические параметры твердофазного культивирования Cordyceps militaris для получения плодовых тел пищевого назначения: аналитический обзор / И. И. Бородин, Т. Линь // Аграрный вестник Приморья. - 2026. - № 3(43). - С. 6-21

Original article

CRITICAL BIOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF SOLID-STATE CULTIVATION OF CORDYCEPS MILITARIS FOR PRODUCING FRUITING BODIES INTENDED FOR FOOD USE: AN ANALYTICAL REVIEW

Igor I. Borodin[1], Tao Lin[2]

[1]Primorsky State Agrarian and Technological University, Ussuriysk, Russia
[2]Shenyang Institute of Technology, Shenyang, China

Abstract.

Industrial production of Cordyceps militaris fruiting bodies for food use is predominantly based on containerized solid-state cultivation on cereal substrates. Published cultivation regimes, however, were obtained using different strains, media formulations and laboratory-scale vessels; therefore, direct transfer to a scalable process is methodologically unsound. This study aimed to identify biologically determined critical process parameters and to develop a structural and parametric model suitable for pilot-scale validation. A targeted analytical review covered 48 Russian- and English-language sources issued in 2007–2026. Primary studies were compared in terms of strain characteristics, substrate, inoculum, vessel geometry, sterilization, stage-specific conditions, product yield, contamination and postharvest processing. Commercial stromata can be produced without an insect host on rice, oats, wheat and other grains, but the outcome is governed by the interaction among strain, substrate, vessel geometry and cultivation regime. Critical determinants include culture identity and stability, mating-type composition, passage limitation, uniform dosing, validated sterilization, aseptic inoculation and stage-gated control of light and microclimate. In bottle-scale experiments, dark colonization was commonly performed at 20–23 °C for 7–14 days, whereas induction and fruiting were conducted at 18–23 °C, 500–1750 lx for 12–14 h per day, and 80–95% relative humidity. These values represent an initial process window rather than a universal optimum. Universal thresholds for CO_2, filter gas permeability, substrate-layer depth and industrial sterilizing effect remain unsubstantiated. Stage-transition checkpoints and scale-up indicators are proposed, including fruiting-vessel rate, contamination incidence, yield coefficient of variation, product output per unit area and time, and specific resource consumption. The findings support pilot-scale containerized production, provided that each strain–substrate–vessel system is independently validated.

Keywords: Cordyceps militaris, edible fruiting bodies, solid-state cultivation, cereal substrate, liquid inoculum, photomorphogenesis, sterilization, scale-up

For citation: Borodin I. I., Lin T. Critical biological and technological parameters of solid-state cultivation of Cordyceps militaris for producing fruiting bodies intended for food use: an analytical review. Agrarian Bulletin of Primorye. 2026;(3(43)): 6-21. (In Russ.).

Введение

Cordyceps militaris (L.) Fr. — энтомопатогенный аскомицет порядка Hypocreales, семейства Cordycipitaceae и типовой вид рода *Cordyceps* sensu stricto [1–3]. В природе его стромы развиваются преимущественно на личинках и куколках насекомых, однако завершение культивационного цикла возможно и на искусственных питательных средах. Это принципиально отличает *C. militaris* от *Ophiocordyceps sinensis*, с которым его нередко смешивают в коммерческой терминологии: речь идёт о разных видах, биологии и технологиях получения продукта [4–7].

Для пищевого производства наиболее определённым целевым продуктом являются отделённые цельные плодовые тела — свежие либо высушенные. Мицелиально-зерновая биомасса и мицелий, полученный в глубинной культуре, представляют иные объекты: их состав, доля грибной ткани, требования к отделению и критерии качества неэквивалентны составу плодовых тел [5–8]. Такое разграничение необходимо уже на стадии проектирования, поскольку оно определяет состав оборудования, точки контроля и корректность сопоставления опубликованных данных. В российском пищевом исследовании порошок мицелиально-зерновой биомассы *C. militaris* в дозировке 1–4% к массе муки обеспечивал получение хлеба стандартного качества [48]. Этот результат подтверждает возможность пищевого применения композита «мицелий–зерно», но не характеризует режим и выход отделяемых плодовых тел.

Используемая формулировка «плодовые тела пищевого назначения» обозначает целевую форму и предполагаемый способ использования продукта, но сама по себе не подтверждает его нормативный допуск. Соответствие конкретного штамма, сырья, технологии и продукции требованиям Российской Федерации и ЕАЭС должно оцениваться отдельно до вывода продукта на рынок.

Исследования последних лет показывают, что *C. militaris* способен образовывать плодовые тела на рисе, пшенице, овсе, перловой крупе и других зерновых субстратах [18–22]. Одновременно результаты существенно варьируют между штаммами и ёмкостями. Даже при одинаковом зерне различаются доля плодоносящих банок, сроки появления примордиев, свежий и сухой выход, морфология стром и содержание отдельных компонентов. Поэтому распространённая практика сведения параметров к единому «рецепту» скрывает взаимодействие биологических и инженерных факторов.

Дополнительные ограничения связаны с репродуктивной биологией и дегенерацией культуры. Полноценный половой цикл обычно требует совместимых MAT1-1- и MAT1-2-компонентов, но отдельные однотипные штаммы способны формировать стерильные товарные стромы без аскоспор [9–13]. При последовательных пересевах могут изменяться соотношение типов спаривания, экспрессия генов полового развития, пигментация, образование конидий и продуктивность [13–17, 38, 39]. Следовательно, скорость вегетативного роста сама по себе не является достаточным критерием качества производственного штамма. Для Российской Федерации проблема имеет самостоятельное значение. Отечественные работы

подтверждают наличие природных и коллекционных изолятов, возможность хранения культуры и твердофазного выращивания мицелиально-зерновой биомассы на пшенице и разных видах риса [17, 22, 37, 47]. Вместе с тем опубликованных серий опытов, устанавливающих воспроизводимый выход отделённых пищевых плодовых тел, долю контаминации и ресурсные показатели в российских условиях, недостаточно. Этот пробел препятствует корректному выбору промышленного регламента и оборудования.

Полнотекстовые отечественные данные расширяют представление о доступном биологическом ресурсе: вид документирован в Западной Сибири [41] и Кировской области, где природный образец введён в чистую культуру как штамм Т1 [42]; двенадцать изолятов из европейской части России, Западной Сибири и Дальнего Востока были сопоставлены в лабораторной культуре [44]. Эти работы подтверждают наличие исходного штаммового материала, но сами по себе не доказывают его пригодность для воспроизводимого получения пищевых плодовых тел.

Рабочая гипотеза исследования состояла в том, что воспроизводимость получения товарных плодовых тел определяется не отдельным «оптимальным» параметром, а согласованным управлением тремя взаимосвязанными блоками: стабильностью производственной культуры, стерильным контейнерным процессом и стадийной программой микроклимата и освещения.

Цель работы — на основе сопоставимого анализа опубликованных экспериментальных данных установить биологически обусловленные критические параметры твердофазного культивирования *C. militaris* на зерновых субстратах и сформировать структурно-параметрическую модель процесса получения плодовых тел пищевого назначения, пригодную для последующей опытно-промышленной проверки.

Для достижения цели решались задачи: разграничить технологически различные формы продукта; оценить влияние штамма, типов спаривания и пассажей; сопоставить субстраты, посевной материал и режимы культивирования; выделить критические точки стерилизации, асептики, микроклимата, освещения, контаминации и сушки; определить показатели, по которым лабораторный процесс следует переносить на пилотную линию.

Материалы и методы

Объектом исследования являлся процесс контейнерного твердофазного культивирования *C. militaris* на зерновых питательных средах для получения отделяемых пищевых плодовых тел. Предмет исследования — взаимосвязь характеристик штамма, субстрата, посевного материала и регулируемых факторов среды с плодоношением, качеством продукции и воспроизводимостью процесса.

Выполнен целевой аналитический поиск публикаций по состоянию на 25 августа 2026 г. Использовали eLIBRARY/РИНЦ, PubMed, Crossref, Google Scholar и сайты издателей. Основные англоязычные запросы включали сочетания “*Cordyceps militaris*” с “fruiting body cultivation”, “solid-state fermentation”, “grain substrate”, “liquid inoculum”, “mating type”, “culture degeneration”, “light”, “humidity”, “carbon dioxide”, “contamination”, “drying” и “scale-up”; русскоязычные — «*Cordyceps militaris* выращивание», «твердофазное культивирование», «зерновой субстрат», «плодовые тела», «штамм», «хранение культуры» и «сушка».

В содержательный корпус включали первичные работы, в которых были описаны условия получения плодовых тел, свойства штаммов, типы спаривания, дегенерация, хранение, болезни, измерение среды либо послеуборочная обработка. Обзоры использовали для таксономического и отраслевого контекста, а также для выявления первичных источников. Исключали публикации, посвящённые только фармакологическому действию, глубинному синтезу отдельных метаболитов без плодоношения и другим видам *Cordyceps* sensu lato. В количественное сопоставление технологических режимов включали только опыты с проверяемым описанием методики. Если доступные аннотация или индексированный фрагмент сообщали результат с однозначной единицей измерения, но не позволяли реконструировать режим, такой результат использовали только как свидетельство направления эффекта, явно отмечали ограничение и не включали его параметры в технологическое окно. Работы по агаровой и глубинной культуре включали только как косвенные свидетельства штаммовой вариабельности, влияния истории поддержания культуры, физиологии приготовления посевного материала либо различий между формами продукта; их числовые режимы не переносили в окно твердофазного плодоношения. Всего отобрано 48 источников 2007–2026 гг.

Из каждой экспериментальной работы извлекали сведения о происхождении и идентификации штамма, MAT-характеристике и числе пассажей; зерновой основе, массе сухих компонентов и объёме жидкой фазы; геометрии ёмкости; режиме стерилизации; форме и дозе инокулята; температуре, относительной влажности, освещённости, спектре, фотопериоде и CO_2 по стадиям; продолжительности цикла; свежем и сухом выходе; определении биологической эффективности; контаминации; повторностях; критерии зрелости и способе сушки.

Из-за неоднородности дизайнов и полноты описания формальный балльный рейтинг публикаций не применяли. Результаты классифицировали по роли в технологическом выводе: прямое биологическое требование, испытанный лабораторный диапазон, инженерное решение либо па-

раметр, требующий пилотной валидации; обзорные источники не использовали как единственное основание для количественного диапазона. К критическим относили параметры, отклонение которых способно блокировать переход к следующей стадии, существенно снижать долю плодоносящих ёмкостей или качество продукта, вызывать контаминацию либо создавать риск пищевой безопасности и поэтому требует измеряемого критерия приемки. Числовые значения не усредняли, поскольку штаммы, субстраты, тара и определения выхода были неоднородны. Вместо метаанализа применяли сравнительный технологический синтез: требование связывали с точкой измерения, риском отклонения, техническим средством контроля и необходимостью пилотной валидации.

Результаты и обсуждение

Целевой продукт и биологическая единица производства

В морфологическом смысле товарная оранжевая структура *C. militaris* является стромой; при полноценном половом развитии в ней формируются перитеции. В прикладной литературе и торговой практике строму обычно называют плодовым телом. В настоящей работе термины «строма» и «плодовое тело» применяются как взаимосвязанные, но не смешиваются с зерновым субстратом, обросшим мицелием.

Разграничение форм устраняет две распространённые ошибки. Во-первых, массу высушенного мицелиально-зернового продукта нельзя считать массой грибных плодовых тел. Во-вторых, содержание соединений в глубинной биомассе не характеризует пищевое качество стром. Для проектирования линии элементарной производственной единицей целесообразно считать закрытую культивационную ёмкость с нормированными массой зерна, жидкой фазой, площадью поверхности и газопроницаемостью крышки.

В отечественном эксперименте стромы были получены на неспецифических насекомых-хозяевах *Gryllus bimaculatus*, *Pachnoda marginata* и *Galleria mellonella* после инъекции гифальных тел из глубинной культуры; при перкутанном заражении личинок конидиями формировалось преимущественно анаморфное спороношение, а доля трупов, обросших мицелием, была менее 15% [45]. Следовательно, тело насекомого и зерновая среда представляют разные технологические системы, и режимы заражения хозяина нельзя использовать как количественный регламент получения пищевых стром.

Таблица 1 — Технологическое разграничение форм продукта Cordyceps militaris

Форма продукта	Биологическая характеристика	Ключевая операция	Следствие для контроля качества
Цельные плодовые тела	Отделяемые стромы; целевой объект статьи	Сбор, отделение, охлаждение или сушка	Морфология, цвет, свежая/сухая масса, влажность или aw, микробиология
Мицелиально-зерновая биомасса	Композит грибной ткани и остаточного зерна	Сушка и измельчение всей массы	Доля грибной ткани и химический состав зависят от субстрата; показатели не переносятся на плодовые тела
Глубинная мицелиальная биомасса	Мицелий, полученный в жидкой среде	Фильтрация/центрифугирование и обезвоживание	Другой биопроцесс; режимы не обосновывают плодоношение

Примечание — aw: активность воды.

Штамм, типы спаривания и устойчивость производственной культуры

Штамм является первым критическим фактором процесса. В исследовании шести штаммов на рисе, пшенице и куколках насекомых максимальные выход и биологическая эффективность зависели от конкретного сочетания генотипа и субстрата [18]. Аналогично, сравнение зерновых сред показывало, что лучшая среда для одного штамма не обязательно была лучшей для другого [19–21]. Поэтому испытание субстрата без параллельной характеристики штамма не создаёт переносимого технологического знания.

Для входного контроля производственной культуры необходимы подтверждение видовой принадлежности, отсутствие посторонней микрофлоры, воспроизводимое плодоношение, стабильная морфология стром и документированная история пассажей. Быстрый рост колонии или накопление мицелиальной массы недостаточны: дегенерированные линии могут сохранять вегетативный рост, но утрачивать пигментацию, конидиогенез и способность образовывать нормальные плодовые тела [13–15, 38, 39].

Дополнительное подтверждение штаммовой вариабельности получено при сравнении 12 российских изолятов: коэффициент вариации содержания кордицепина составил 59% в культуральной жидкости и 76% в мицелии, а с продолжительностью поддержания культуры на искусственных средах в диапазоне 1–16 лет была выявлена отрицательная корреляция продукции кордицепина в культуральную жидкость ($r = -0{,}61$; $p < 0{,}05$) [44]. Хотя результат получен в глубинной культуре и не предсказывает урожай стром, он

независимо обосновывает паспортирование истории культуры и недопустимость замены производственного теста одним показателем роста либо географическим происхождением изолята.

C. militaris обычно характеризуется как биполярный гетероталличный вид. MAT1-1-локус включает MAT1-1-1 и MAT1-1-2, тогда как MAT1-2 несёт MAT1-2-1; их функции связаны с половым развитием и образованием аскоспор [10, 11]. Однако формирование товарной стромы, образование перитециев и полноценное спороношение — не тождественные признаки. Отдельные MAT1-1-штаммы стабильно формировали стерильные стромы без аскоспор [12, 13]. Следовательно, формулировка «оба типа обязательны для любых плодовых тел» некорректна; корректнее говорить об их роли в фертильном половом цикле и о необходимости верифицировать репродуктивный фенотип конкретной производственной линии.

В выборке из восьми коммерческих штаммов, собранных во Вьетнаме, семь несли только локус MAT1-1, а один штамм — одновременно MAT1-1 и MAT1-2; штаммы также различались по цвету и морфометрии плодовых тел [43]. Эти данные не устанавливают оптимального MAT-соотношения, но показывают, что коммерческое происхождение культуры не гарантирует одинакового генетического и морфологического фенотипа и потому не отменяет входной молекулярной и плодоносящей проверки.

Дисбаланс MAT-компонентов может сопровождать деградацию гетерокариотической культуры. В экспериментальных системах раздельное хранение охарактеризованных компонентов и контролируемое смешивание снижали риск потери плодоношения [11, 13]. Вместе с тем универсальное требование смешивать их строго 1:1 также преждевременно: эффект зависел от штамма, а отдельные однотипные линии сохраняли стромообразование. Для производства целесообразна двухуровневая система: мастер-банк с минимальным числом операций и рабочий банк с установленным лимитом пассажей, причём выпуск партии инокулята должен подтверждаться малым тестом плодоношения.

Российские коллекции и исследования подтверждают техническую возможность длительного хранения макромицетов, включая *C. militaris* [17]. Тем не менее наличие коллекционного образца не означает его автоматической пригодности для пищевой линии. Для производственного статуса дополнительно требуются показатели продуктивности, стабильности, безопасности, совместимости с выбранным зерном и пригодности морфологии к механизированному сбору.

Посевной материал

В лабораторных протоколах применяют агаровые блоки, споровые суспензии, зерновой и жидкий инокулят. Для механизируемой контейнерной линии наиболее удобен жидкий инокулят: его можно готовить партиями, перемешивать и дозировать по объёму или массе. В первичных исследованиях жидкую культуру получали в колбах на механическом или орбитальном шейкере при 23–25 °C и частоте вращения платформы 120–170 об/мин в течение 4–8 суток; на 20 г зерна вносили 5–15 мл инокулята [20, 21, 26]. Этот диапазон характеризует колбовое культивирование и не переносится непосредственно на промышленный биореактор, для которого дополнительно нормируют геометрию мешалки, аэрацию, удельную мощность перемешивания, kLa, растворённый кислород и размер мицелиальных агрегатов.

Критерием качества инокулята не должна быть только оптическая плотность либо сухая биомасса. Необходимы микроскопическая и культуральная чистота, жизнеспособность, однородность фрагментов мицелия, способность быстро колонизировать стандартный субстрат и последующее плодоношение. Чрезмерно крупные агрегаты ухудшают точность дозирования; слишком интенсивное диспергирование способно повреждать гифы. Поэтому для каждой конструкции дозатора требуется установить распределение размеров частиц, допустимый период хранения после приготовления и связь дозы с временем колонизации.

В исследовании коллекционных культур наиболее благоприятными для вегетативного роста были глюкозо-пептон-дрожжевой и мальц-экстрактный агары при 16 °C и pH 6,0–6,5; свет стимулировал радиальный рост на агаре и накопление биомассы в жидкой среде [46]. Эти условия характеризуют физиологию вегетативной культуры, а не режим плодоношения, но подтверждают необходимость отдельно валидировать среду и температуру приготовления инокулята для выбранного штамма.

Инженерным следствием является разделение операций приготовления и выпуска инокулята. Партия должна иметь идентификатор, дату, поколение от мастер-банка и результаты контроля. Пробы отбирают до начала серийного инокулирования и после его завершения, поскольку контаминация дозирующего контура может затронуть всю сменную партию.

Взаимодействие штамма, зернового субстрата и геометрии ёмкости

Рис остаётся наиболее распространённой зерновой основой, но не является универсально лучшей. В разных работах высокие показатели получали на овсе, перловой крупе, коричневом рисе и пшенице [18–21]. На семи зерновых субстратах максимальная сухая масса стром составила 5,88 г на банку для овса [20]; в другом исследовании коричневый рис с питательным раствором обеспечил цикл 51,25±1,92 суток и BE 72,75±3,51% [21]. Сильное взаимодействие «штамм × субстрат» требует одновременного испытания нескольких российских партий зерна и не позволяет выбирать среду по одному литературному максимуму.

Кроме химического состава, производственный результат определяют физические свойства среды: однородность крупности, влагоудержание, отсутствие свободной воды, пористость, доступная площадь поверхности и высота слоя. В опубликованных опытах часто использовали 20–25 г зерна на банку и 32–45 мл жидкой среды [6, 21, 27]. Увеличение массы в той же геометрии изменяет теплопередачу, глубину анаэробных зон, сопротивление газообмену и расстояние до источника света; оно не является простым линейным масштабированием.

Для пилотной линии рациональнее увеличивать число стандартизованных ёмкостей, чем глубину слоя в одной ёмкости. Такой подход локализует контаминацию, сохраняет воспроизводимую площадь плодоношения и позволяет картировать положение каждой единицы на стеллаже. Укрупнение контейнера допустимо только после факторного опыта, включающего массу среды, высоту слоя, площадь открытой поверхности, газопроницаемость фильтра и пространственное распределение температуры.

Таблица 2 — Сопоставление отдельных экспериментальных систем твердофазного культивирования

Источник	Система	Ключевой режим	Результат	Что подтверждает	Ограничение переноса
Wu et al., 2016 [23]	Рис, баночная культура	23 °C колонизация; 18 °C индукция; 23 °C плодоношение; 12 ч света	4,06 г сухой массы/банку и BE 86,83% при 1750±250 лк	Стадийность и влияние освещённости	Один штамм; люксы не описывают спектр
Tao et al., 2020 [18]	6 штаммов; рис, пшеница, куколки	Одинаковые среды для разных штаммов	Для CM3: 23,19 г/банку на рисе и BE 62,26%	Взаимодействие «штамм × субстрат»	Основа массы и геометрия отличаются от других работ
Wu et al., 2022 [20]	7 видов зерна; штамм C01	4 схемы культивирования	До 5,88 г сухой массы/банку на овсе	Зерно меняет выход и профиль веществ	Pattern I нельзя реконструировать по аннотации
Minakov et al., 2024 [22]	GF-05; пшеница и 3 вида риса; полипропиленовая тара	22 °C, темнота, 14 сут; затем 16 °C, 1700 лк, 12 ч/сут, RH >80%, 21 сут	Получена мицелиально-зерновая биомасса	Российская воспроизводимость твердофазного процесса	Плодовые тела и их выход отдельно не оценены
Wu et al., 2023 [26]	Овёс; разные источники света	Оценка на 56-е сутки	До 6,20 г сухой массы/банку; максимум BE 92,75% при синем LED	Разные спектры оптимизируют разные отклики	Максимумы выхода и состава не совпадают
Shrikhandia et al., 2026 [21]	20 г зерна + 45 мл среды; 5 мл инокулята	20 °C; RH 65–70% в темноте; затем RH 85–90%, 800–1000 лк, 12 ч/сут	Цикл 51,25±1,92 сут; BE 72,75±3,51% на коричневом рисе	Полный маломасштабный протокол	Дикий изолят; 20 г зерна; не промышленная линия

Примечание — показатели разных работ непосредственно не сопоставимы без проверки свежей/сухой основы, массы сухого субстрата, объёма тары и определения BE.

Стерилизация, охлаждение и асептическое инокулирование

Богатая зерновая среда одновременно благоприятна для *C. militaris* и посторонних микроорганизмов. В верифицированном лабораторном протоколе 20 г зерна и 45 мл питательной среды предварительно дозировали в стеклянные культивационные ёмкости, после чего ёмкости с загруженным субстратом автоклавировали до инокулирования при номинальном избыточном давлении 15 psig (около 103 кПа) в течение 20 мин [21]. При насыщенном паре и эффективном удалении воздуха такое давление приблизительно соответствует температуре 121 °C; само давление не является независимым показателем стерилизующего эффекта. Переносить этот режим на промышленную загрузку без тепловой и микробиологической валидации нельзя: прогрев холодной точки зависит от геометрии ёмкости, массы и высоты слоя субстрата, конструкции закрывающего элемента, укладки в стерилизаторе и удаления воздуха.

При масштабировании следует контролировать не только номинальные параметры камеры стерилизатора, но и температурную историю в тепловой холодной точке зерново-питательного субстрата внутри репрезентативной культивационной ёмкости. Накопленную тепловую летальность рассчитывают по стандартному интегральному выражению F_0 [40]:

$$F_0 = \int 10^{(T(t) - 121{,}1)/z}\, dt,$$

где T(t) — температура в тепловой холодной точке субстрата, °C; t — время процесса, мин. Для стандартного показателя F_0 принимают опорную температуру 121,1 °C и z = 10 °C; значение выражают в эквивалентных минутах при 121,1 °C. Целевое значение F_0 для выбранного зернового субстрата не является универсальным нормативом и должно быть установлено по результатам теплового картирования, микробиологической валидации и оценки сохранности технологических свойств среды. Если расчёт выполняют с иным обоснованным значением z, результат следует обозначать как $F_{121,1}^{z}$, а не как F_0.

После термообработки ёмкости следует охлаждать закрытыми до температуры, безопасной для культуры. Открытое охлаждение сводит на нет стерилизацию. Асептическое инокулирование выполняют в квалифицированной чистой зоне с разделением потоков стерильной и нестерильной тары. Температура субстрата перед инокулированием, доза инокулята, герметичность крышки и состояние фильтра образуют отдельный пакет данных партии. Инженерное решение — ручное, полуавтоматическое или роботизированное — вторично по отношению к подтверждённой чистоте и воспроизводимости операции.

Стадийное управление температурой, светом, влажностью и газообменом

Культивирование представляет собой последовательность физиологически разных стадий. При колонизации приоритетом является равномерное освоение зерна; при фотоиндукции — переход к формированию примордиев; при плодоношении — рост и созревание стром. Один постоянный микроклимат для всего цикла не отражает эту смену целей.

В большинстве сопоставимых баночных опытов темновая колонизация проходила при 20–23 °C около 7–14 суток [20, 21, 23, 27]. Для индукции и плодоношения применяли 18–23 °C, относительную влажность воздуха камеры 80–95% и свет 500–1750 лк по 12–14 ч/сут [21, 23–27]. Более широкие значения 20–25 °C и до 60 суток встречаются в других системах [4, 5, 18–21]. Эти интервалы являются диапазонами испытанных условий. Оптимум следует устанавливать для конкретной комбинации штамма, субстрата, фильтра и геометрии тары.

Свет для *C. militaris* является морфогенетическим сигналом, а не только средством освещения камеры. Инактивация рецептора синего света CmWC-1 нарушала нормальное развитие плодовых тел и изменяла пигментацию и вторичный метаболизм [25]. В спектральном опыте темнота, красный и дальний красный свет без синей составляющей подавляли образование примордиев; сочетание красного и синего света 2:1 с добавлением 10% дальнего красного оказалось эффективным в конкретной системе [24]. Этот результат подтверждает роль синего диапазона, но не устанавливает универсальную рецептуру светильника.

Освещённость в люксах взвешена по чувствительности человеческого зрения и плохо сопоставляет синий и красный LED. Для промышленных экспериментов наряду с люксами следует регистрировать спектральный состав, фотосинтетическую плотность потока фотонов (PPFD), фотопериод, расстояние до источника и суточный интеграл света, а также строить карты по каждому ярусу. Разные спектры могут максимизировать разные отклики: в работе 2023 г. наибольшая сухая масса отмечена под белой лампой T5, максимальная BE и аденозин — при синем LED, а кордицепин — при красном [26]. Для пищевой технологии первичной целевой функцией должны быть выход товарных стром, морфологическая однородность, цвет и ресурсоёмкость, а не максимум одного метаболита.

Относительная влажность воздуха камеры и влажность среды внутри закрытой фильтруемой ёмкости неэквивалентны. Слишком сухой воздух увеличивает потери воды через фильтр, а чрезмерная влажность и холодные поверхности создают конденсат, который облегчает локальное распространение загрязнений и нарушает газообмен. Поэтому следует контролировать температуру и RH на уровне полок, рассчитывать точку росы, наблюдать внутренний конденсат и отдельно нормировать исходное водосодержание зерновой среды.

Для CO_2 универсальная предельная концентрация не установлена. Прототип мультисенсорной ёмкости подтвердил техническую возможность регистрации температуры, RH, освещённости и CO_2 с малым интервалом [27], но не являлся дозозависимым биологическим экспериментом. Концентрация в помещении, на уровне полки и в газовой полости контейнера может различаться. Поэтому любое число, например ниже 460 ppm, следует трактовать как режим конкретного прототипа, а не норматив вида. Пилотный опыт должен связывать CO_2 внутри тары, газопроницаемость фильтра и морфологию стром.

Контаминация и критерии выбраковки

Контаминация представляет одновременно экономический, биологический и пищевой риск. Помимо неспецифичных бактерий и плесеней, для культивируемого *C. militaris* описаны специализированные и возникающие микопаразиты. *Calcarisporium cordycipiticola* вызывает белую плесень плодовых тел и способен переходить от биотрофного взаимодействия к повреждению ткани хозяина [28, 29]. Для производств во Вьетнаме подтверждены также новые патогены, включая *Lecanicillium coprophilum* [30]. *Trichoderma gamsii* идентифицирован как возбудитель белой плесени культивируемого *C. militaris*; в обследованных грибных хозяйствах Чанчуня наблюдаемая поражённость составляла около 20% [31].

Особенно важно, что метаболомное исследование поражённых *C. cordycipiticola* стром выявило потенциально токсичные соединения, в том числе метаболит, сходный со стеригматоцистином [32]. Поэтому визуально или микробиологически подозрительная продукция не должна направляться в пищу или переработку. Попытка «спасти» загрязнённую партию сушкой не является допустимой стратегией контроля.

Профилактика включает квалифицированный банк культуры, валидацию стерилизации, закрытое охлаждение, контроль чистоты инокулята, санитарное зонирование и сохранение целостно-

сти фильтра. При обнаружении отклонения ёмкость изолируют до открытия, фиксируют её положение и идентификатор, а соседние единицы переводят в усиленное наблюдение. Машинное зрение может быть полезным техническим решением, но алгоритм должен обучаться на собственной размеченной базе изображений здоровой колонизации, примордиев, нормального старения и подтверждённых загрязнений.

Таблица 3 — Стадийная параметрическая модель процесса

Стадия	Биологическая цель	Исходное окно для пилота	Критерий перехода	Точка измерения	Статус
Подготовка культуры	Сохранить идентичность и плодоношение	Мастер-/рабочий банк; лимит пассажей	Чистота, идентичность, положительный тест плодоношения	Культура и тестовая банка	Биологическое требование
Приготовление инокулята	Получить активный и дозируемый материал	Жидкий инокулят в колбах на механическом/орбитальном шейкере: 23–25 °C; частота вращения платформы 120–170 об/мин; 4–8 сут	Чистота, жизнеспособность, допустимая дисперсность	Колба на шейкере и проба; для биореактора — отдельные масштабные критерии	Лабораторный диапазон
Паровая стерилизация субстрата в культивационной ёмкости	Инактивировать конкурентную микрофлору	15 psig (около 121 °C), 20 мин — только лабораторный ориентир для загруженной малой ёмкости [21]	Подтверждённая температурная история и рассчитанный F_0 в тепловой холодной точке субстрата	В холодной точке субстрата внутри репрезентативной ёмкости при полной валидируемой загрузке стерилизатора	Требует валидации
Колонизация	Равномерно освоить зерно	20–23 °C; темнота; 7–14 сут	Полное зарастание без постороннего роста	Камера, полка, визуально внутри тары	Сравнительно устойчивый диапазон
Фотоиндукция	Инициировать примордии	18–20 °C; 500–1750 лк; фотопериод 12–14 ч/сут; RH воздуха камеры 80–95%; ориентировочно 10–18 сут, до синхронного формирования примордиев [21, 24, 27]	Нормированная доля банок с синхронными примордиями	Полка + оптический контроль банок	Штаммоспецифично
Плодоношение	Сформировать товарные стромы	20–23 °C; фотопериод 12–14 ч/сут со спектром, содержащим синюю составляющую; RH воздуха камеры 80–95%; ориентировочно 26–40 сут после образования примордиев, до товарной зрелости [21, 24, 27]	Размер, цвет, морфология и зрелость	Полка и газовая полость тары	Требует картирования
Сбор и сушка	Стабилизировать пищевой продукт	50 °C; около 13 ч при скорости воздуха 1,0 м/с до влажности менее 9% [34]; для диапазона 50–55 °C окончание процесса устанавливают по целевой влажности и aw	Целевая влажность/aw, цвет и микробиология	Продукт и воздух сушилки	Продукт-специфичная валидация

Примечание — приведённые значения не являются утверждённым промышленным регламентом; RH относится преимущественно к воздуху камеры, если в первичном источнике не указано иное.

Сбор и послеуборочная стабилизация

Критерий окончания цикла должен учитывать морфологию и качество, а не только календарный день. Практически значимы длина и диаметр стром, цвет, однородность партии и состояние вершины; для фертильных линий дополнительно учитывают формирование перитециев и начало аскоспороношения. Поздний сбор может ухудшать внешний вид, повышать спороаэрозольную нагрузку и увеличивать вариабельность состава; слишком ранний — снижать сухой выход.

Свежие плодовые тела содержат много воды; в исследовании способов сушки исходная влажность составляла 85,95% [34]. Поэтому после сбора необходимы либо быстрое охлаждение и ограниченный срок обращения свежего продукта, либо контролируемое обезвоживание. Горячая сушка при 50 °C и скорости воздуха 1 м/с занимала около 13 ч до влажности менее 9%; лиофилизация лучше сохраняла часть летучих соединений, тогда как комбинированная микроволновая и горячая сушка усиливала отдельные вкусовые показатели [34]. Инфракрасная сушка при 60 °C и 1 м/с обеспечивала компромисс между длительностью и сохранностью ряда компонентов, но более низкая температура лучше сохраняла цвет и летучие вещества [33].

Ни температура, ни время сами по себе не являются конечным критерием. При разработке режима следует измерять влажность и активность

воды, цвет, усадку, ломкость, микробиологические показатели и устойчивость при хранении. Лиофилизация обычно лучше сохраняет цвет и отдельные термолабильные компоненты, но требует более сложного и энергоёмкого оборудования [33–35]. Выбор должен соответствовать пищевому формату, допустимой себестоимости и требуемому сроку годности.

Критические параметры и показатели масштабирования

На основании синтеза данных предложена биолого-технологическая модель, в которой каждая стадия завершается контрольной точкой (рис. 1). Принципиально важно различать подтверждённое биологическое требование и рекомендуемое инженерное решение. Например, асептика является требованием процесса, тогда как конкретный тип робота или ламинарного модуля — вариант реализации; необходимость регулируемого света подтверждена, но конкретное соотношение спектров должно проверяться на выбранном штамме.

Модель ориентирует масштабирование на тиражирование стандартной ёмкости с фиксированными массой субстрата, площадью плодоношения и фильтром [20, 27, 36]. Контрольная точка 1 подтверждает чистое и полное зарастание; точка 2 — наличие и синхронность примордиев; точка 3 — товарную зрелость. Дегенерация, контаминация и отсутствие примордиев ведут не к автоматическому продлению цикла, а к изоляции, диагностике и выбраковке по установленному решающему правилу.

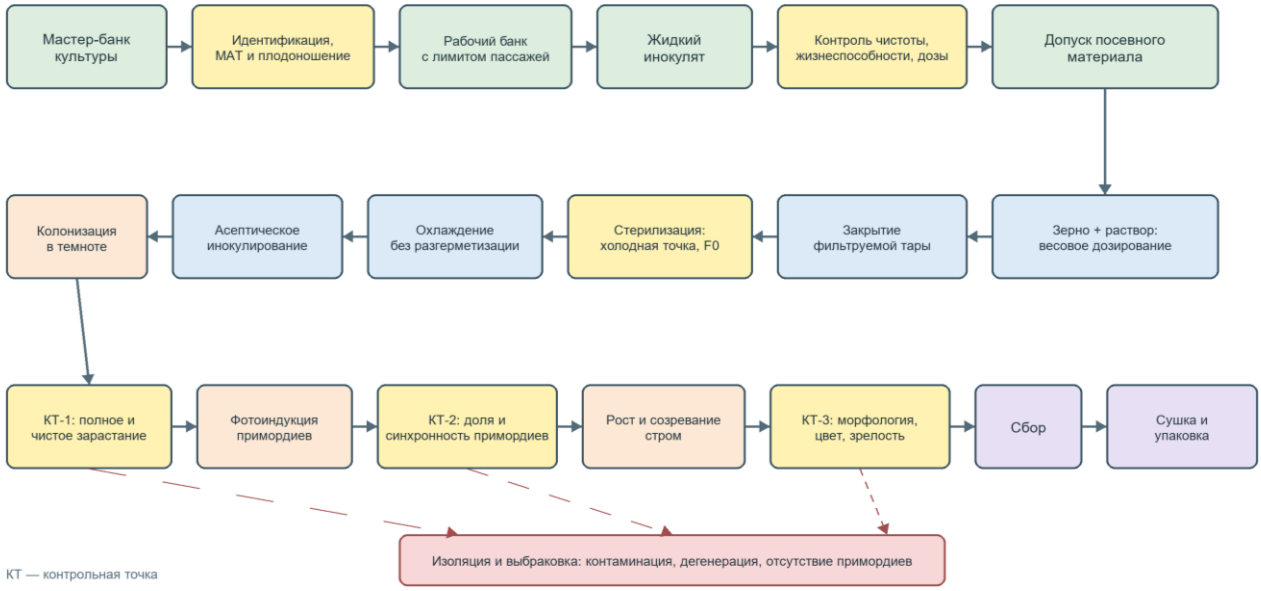


Рисунок 1 — Авторская схема стадийного управления контейнерным культивированием C. militaris
Примечание к рисунку — Цветовая кодировка блоков: светло-зелёный — формирование банка культуры и допуск посевного материала; жёлтый — контрольные и валидационные операции; голубой — подготовка культивационной ёмкости и асептические технологические операции; светло-оранжевый — биологические стадии культивирования; сиреневый — послеуборочные операции; красный — изоляция и выбраковка; КТ — контрольная точка.

Для сопоставления результатов опытов и производственных партий необходимо разграничивать свежую и сухую массу продукции. Общепринятую в грибоводстве биологическую эффективность по свежей массе плодовых тел (BEf) рассчитывают, как отношение свежей массы собранных плодовых тел к исходной массе сухих веществ субстрата [21]:

$$BE_f = m_f / m_{s,d} \times 100\%,$$

где mf — свежая масса плодовых тел, г; ms,d — исходная масса сухих веществ всех компонентов субстрата, включая зерно и растворённые питательные добавки, г. Для сопоставления высушенной продукции в настоящей работе дополнительно используют сухой выход Yd = md/ms,d, где md — сухая масса плодовых тел, г. Сопоставимость опубликованных значений биологической эффективности ограничена различиями в определении массы субстрата и влажностной основы продукции. Поэтому значения BE и выхода, для которых невозможно однозначно установить числитель, знаменатель или способ определения сухого вещества, в настоящем обзоре не использовали для прямого количественного сопоставления.

Для оценки производительности культивационного модуля в настоящем обзоре предложен расчётный показатель удельной пространственно-временной производительности товарной продукции PA = mтов/(Апол·tзан), где mтов — общая масса принятой товарной продукции, полученной со всех ёмкостей на рассматриваемой площади за один цикл, с обязательным указанием свежей или сухой основы, кг; Апол — суммарная полезная площадь всех ярусов полок, занятая

культивационными ёмкостями, м²; tзан — продолжительность занятия этой площади от размещения ёмкостей до её освобождения после сбора продукции и предусмотренной межпартийной санитарной обработки, сут. Единица измерения РА — кг/(м²·сут). Показатель предложен для последующей пилотной валидации и не рассматривается как установленный отраслевой норматив. Его следует анализировать совместно с долей плодоносящих ёмкостей, частотой контаминации, коэффициентом вариации выхода, трудоёмкостью и удельным расходом энергии и воды. Такой комплекс показателей исключает ситуацию, при которой высокий выход отдельных успешных ёмкостей маскирует низкую воспроизводимость процесса или чрезмерную продолжительность цикла.

Таблица 4 — Матрица критических параметров промышленного процесса

Параметр	Риск отклонения	Измеряемый показатель	Средство контроля	Пилотная валидация
Штамм и пассаж	Потеря плодоношения, неоднородность	Идентичность, MAT, тест плодоношения, число пассажей	Банк культур, ПЦР/секвенирование, тестовые банки	Обязательна
Зерно и жидкость	Сухие или переувлажнённые зоны	Масса, водосодержание, CV дозы, высота слоя	Весовые дозаторы, отбор проб	На каждой таре и партии сырья
Паровая стерилизация субстрата в заполненной и закрытой культивационной ёмкости	Выживание конкурентной микрофлоры или термическое повреждение субстрата	Температурная история и F_0 в холодной точке субстрата; доля контаминированных ёмкостей	Термопары/логгеры в репрезентативных ёмкостях, индикаторы, микробиологический контроль	Для каждой комбинации геометрии тары, массы и высоты слоя субстрата и полной загрузки стерилизатора
Инокулят	Медленная/неравномерная колонизация	Чистота, жизнеспособность, размер агрегатов, доза	Микроскопия, посев, дозатор	Для каждого режима приготовления
Свет	Нет примордиев, неодинаковый цвет	Спектр, PPFD/лк, фотопериод, равномерность	Спектрометр/квантовый датчик, карты ярусов	Для каждой компоновки стеллажей
Температура и RH	Замедление, конденсат, болезни	T, RH, точка росы, пространственный CV	Распределённые датчики и картирование	В полной камере
Газообмен	Дефицит O_2/накопление CO_2, изменение морфологии	CO_2 камеры и газовой полости, расход воздуха	CO_2-датчики, испытание фильтра	Универсальный предел не установлен
Контаминация	Потеря партии и пищевой риск	Доля брака, локализация, вид возбудителя	Оптический и микробиологический контроль	На собственных данных
Сбор и сушка	Недобор, старение, нестабильность	Зрелость, цвет, влажность, aw, микробиология	Машинное зрение, весы, влагомер, aw-метр	Для продукта и упаковки

Ограничения доказательной базы и программа пилотной проверки

Главное ограничение рассмотренной литературы — преобладание малых баночных экспериментов. Большинство количественных режимов получено на 20–25 г зерна, при одном штамме и ограниченном числе повторностей. Нередко отсутствуют сведения о высоте слоя, площади поверхности, характеристике фильтра, числе пассажей, точке измерения RH и CO_2, а также доле контаминации. Урожайность сообщается как свежая или сухая масса на банку либо BE с различающимися определениями. По этой причине сформированный диапазон нельзя объявлять оптимальным промышленным режимом.

Второе ограничение связано с гетерогенностью целевых показателей опубликованных исследований. Режим, при котором достигается максимальное содержание кордицепина, может не обеспечивать наибольший выход плодовых тел, требуемые цветовые характеристики или минимальные энергетические затраты [23, 26]. Поэтому результаты исследований, оптимизирующих разные отклики, нельзя объединять в единый «оптимальный» режим. Для оценки технологии получения продукта пищевого назначения приоритетными откликами следует считать выход безопасной товарной продукции, долю плодоносящих ёмкостей, соответствие органолептическим требованиям, микробиологическую стабильность и воспроизводимость процесса. Содержание отдельных метаболитов может рассматриваться как дополнительная характеристика, но не как замена пищевым и технологическим критериям.

Третье ограничение связано с недостаточностью данных для прямого переноса опубликованных режимов в российские производственные условия. Отечественные исследования подтверждают возможность культивирования *C. militaris* на местном зерновом сырье [22, 37], однако не содержат систематических данных о воспроизводимом получении отделяемых плодовых тел, частоте контаминации и ресурсной эффективности.

На основании выявленного пробела в настоящем обзоре авторами предложена исходная программа пилотной проверки. На первом этапе целесообразно провести скрининг не менее трёх доступных зерновых субстратов на верифицированном производственном штамме; при наличии двух или более контрастных по плодоношению штаммов следует дополнительно оценить взаимодействие «штамм × субстрат». Для первичной оценки межцикловой воспроизводимости необходимо предусмотреть не менее трёх независимых производственных циклов, а число ёмкостей в каждом варианте определить с учётом предварительной оценки вариабельности и требуемой статистической мощности. Ёмкости следует рандомизировать или блокировать по положению на полках. В каждом цикле необходимо регистрировать пространственное распределение температуры, относительной влажности, концентрации CO_2 и освещённости либо PPFD. Основными откликами должны быть доля плодоносящих ёмкостей, свежий и сухой выход, частота контаминации, морфометрические и цветовые характеристики плодовых тел, активность воды высушенного продукта и удельное энергопотребление на килограмм принятой товарной продукции. До перехода к укрупнённой таре необходимо выполнить факторный опыт по массе субстрата, высоте слоя и газопроницаемости фильтра.

Предложенная программа переводит выявленные ограничения доказательной базы в проверяемый экспериментальный план и может служить основой технического задания на пилотную линию; она не является готовым промышленным регламентом. Научная ценность модели состоит в разграничении биологически подтверждённых требований, испытанных лабораторных диапазонов, вариантов инженерной реализации и параметров, требующих собственной опытно-промышленной валидации.

Заключение

1. Формирование отделяемых плодовых тел C. militaris возможно без насекомого-хозяина на пищевых зерновых средах. Однако продуктивность определяется взаимодействием штамма, состава и физической структуры субстрата, геометрии тары и стадийного режима; универсального лучшего зерна не установлено.

2. Стабильность производственной культуры является критическим условием. Совместимые MAT1-1 и MAT1-2 необходимы для полноценного полового цикла и аскоспорообразования, но отдельные однотипные штаммы способны формировать стерильные товарные стромы. Поэтому банк культуры должен основываться на охарактеризованных компонентах, ограничении пассажей и регулярном тесте плодоношения.

3. Технологическое ядро процесса образуют стандартная закрытая ёмкость, точное дозирование зерна и жидкости, валидированная стерилизация, закрытое охлаждение, асептическое инокулирование и контролируемый газообмен через фильтр. Номинальный лабораторный режим паровой обработки нельзя переносить на полную загрузку без теплового картирования холодной точки субстрата, расчёта F_0 и микробиологической валидации.

4. Темновая колонизация при 20–23 °C в течение 7–14 суток и последующее культивирование при 18–23 °C, 500–1750 лк по 12–14 ч/сут и RH 80–95% образуют исходное окно пилотной проверки, но не промышленный оптимум. Для света необходимо дополнительно задавать спектр и PPFD; для влажности — различать камеру и микроклимат внутри тары.

5. Для CO_2, газопроницаемости фильтра, допустимой высоты слоя и промышленного стерилизующего эффекта универсальные границы отсутствуют. Эти параметры следует устанавливать экспериментально по морфологии, доле плодоношения, выходу и контаминации.

6. Контаминированные плодовые тела подлежат изоляции и выбраковке. Прямые исследования Calcarisporium cordycipiticola и Trichoderma gamsii, а также обнаружение потенциально токсичных метаболитов в поражённой ткани исключают использование визуально подозрительной партии в пищу.

7. Масштабирование необходимо оценивать не только по граммам на ёмкость, но и по доле плодоношения, контаминации, коэффициенту вариации выхода, выходу с единицы площади за единицу времени, трудоёмкости, воде и энергии на килограмм товарной продукции. Наиболее обоснован первый этап в форме модульной контейнерной пилотной линии с тремя контрольными точками: завершение колонизации, формирование примордиев и товарная зрелость.

Список источников

1. Sung G. H., Hywel-Jones N. L., Sung J. M., Luangsa-ard J. J., Shrestha B., Spatafora J. W. Phylogenetic classification of Cordyceps and the clavicipitaceous fungi. Studies in Mycology. 2007. Vol. 57. P. 5–59. DOI: 10.3114/sim.2007.57.01.

2. Kepler R. M., Luangsa-ard J. J., Hywel-Jones N. L., Quandt C. A., Sung G. H., Rehner S. A., Aime M. C., Henkel T. W., Sanjuan T., Zare R., Chen M., Li Z., Rossman A. Y., Spatafora J. W., Shrestha B. A phylogenetically-based nomenclature for Cordycipitaceae (Hypocreales). IMA Fungus. 2017. Vol. 8. No. 2. P. 335–353. DOI: 10.5598/imafungus.2017.08.02.08.

3. Zheng P., Xia Y., Xiao G., Xiong C., Hu X., Zhang S., Zheng H., Huang Y., Zhou Y., Wang S., Zhao G. P., Liu X., St L. R. J., Wang C. Genome sequence of the insect pathogenic fungus Cordyceps militaris, a valued traditional chinese medicine. Genome Biology. 2011. Vol. 12. No. 11. Article R116. DOI: 10.1186/gb-2011-12-11-r116.

4. Shrestha B., Zhang W., Zhang Y., Liu X. The medicinal fungus Cordyceps militaris: research and development. Mycological Progress. 2012. Vol. 11. No. 3. P. 599–614. DOI: 10.1007/s11557-012-0825-y.
5. Kontogiannatos D., Koutrotsios G., Xekalaki S., Zervakis G. I. Biomass and Cordycepin Production by the Medicinal Mushroom Cordyceps militaris—A Review of Various Aspects and Recent Trends towards the Exploitation of a Valuable Fungus. Journal of Fungi. 2021. Vol. 7. No. 11. Article 986. DOI: 10.3390/jof7110986.
6. Jędrejko K., Kała K., Sułkowska-Ziaja K., Krakowska A., Zięba P., Marzec K., Szewczyk A., Sękara A., Pytko-Polończyk J., Muszyńska B. e. Cordyceps militaris—Fruiting Bodies, Mycelium, and Supplements: Valuable Component of Daily Diet. Antioxidants. 2022. Vol. 11. No. 10. Article 1861. DOI: 10.3390/antiox11101861.
7. Chou Y. C., Sung T. H., Hou S. J., Khumsupan D., Santoso S. P., Cheng K. C., Lin S. P. Current Progress Regarding Cordyceps militaris, Its Metabolite Function, and Its Production. Applied Sciences. 2024. Vol. 14. No. 11. Article 4610. DOI: 10.3390/app14114610.
8. Park H. J. Influence of Culture Conditions on Bioactive Compounds in Cordyceps militaris: A Comprehensive Review. Foods. 2025. Vol. 14. No. 19. Article 3408. DOI: 10.3390/foods14193408.
9. Shrestha B., Han S. K., Sung J. M., Sung G. H. Fruiting Body Formation of Cordyceps militaris from Multi-Ascospore Isolates and Their Single Ascospore Progeny Strains. Mycobiology. 2012. Vol. 40. No. 2. P. 100–106. DOI: 10.5941/MYCO.2012.40.2.100.
10. Lu Y., Xia Y., Luo F., Dong C., Wang C. Functional convergence and divergence of mating-type genes fulfilling in Cordyceps militaris. Fungal Genetics and Biology. 2016. Vol. 88. P. 35–43. DOI: 10.1016/j.fgb.2016.01.013.
11. Vu T. X., Thai H. D., Dinh B. H. T., Nguyen H. T., Tran H. T. P., Bui K. L. T., Tran T. B., Pham H. T., Mai L. T. D., Le D. H., Nguyen H. Q., Tran V. T. Effects of MAT1-2 Spore Ratios on Fruiting Body Formation and Degeneration in the Heterothallic Fungus Cordyceps militaris. Journal of Fungi. 2023. Vol. 9. No. 10. Article 971. DOI: 10.3390/jof9100971.
12. Li X. E., Wang X., Liang F., Wang Z., Liu W., Ge Y., Yang S., Liu Y., Li Y., Cheng X., Li W. Biological characteristics of Cordyceps militaris single mating-type strains. Archives of Microbiology. 2024. Vol. 206. No. 5. Article 225. DOI: 10.1007/s00203-024-03952-2.
13. Wang X., Li X. E., Qiu W., Sa F., Feng Y., Ge Y., Yang S., Liu Y., Xie J., Zhang W., Li W., Cheng X. Effects of mating-type ratio imbalance on the degeneration of Cordyceps militaris subculture and preventative measures. PeerJ. 2024. Vol. 12. Article e17648. DOI: 10.7717/peerj.17648.
14. Yin J., Xin X., Weng Y., Gui Z. Transcriptome-wide analysis reveals the progress of Cordyceps militaris subculture degeneration. PLOS ONE. 2017. Vol. 12. No. 10. Article e0186279. DOI: 10.1371/journal.pone.0186279.
15. Wellham P. A. D., Hafeez A., Gregori A., Brock M., Kim D. H., Chandler D., de M. C. H. Culture Degeneration Reduces Sex-Related Gene Expression, Alters Metabolite Production and Reduces Insect Pathogenic Response in Cordyceps militaris. Microorganisms. 2021. Vol. 9. No. 8. Article 1559. DOI: 10.3390/microorganisms9081559.
16. Sun H., Hu T., Guo Y., Liang Y. Preservation affects the vegetative growth and fruiting body production of Cordyceps militaris. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 2018. Vol. 34. No. 11. Article 166. DOI: 10.1007/s11274-018-2550-4.
17. Комиссаров Н. С., Дьяков М. Ю., Гарибова Л. В. Влияние методов хранения на жизнеспособность и скорость роста макромицетов // Микология и фитопатология. 2024. Т. 58, № 4. С. 314–326. DOI: 10.31857/S0026364824040051.
18. Tao S. X., Xue D., Lu Z. H., Huang H. l. Effects of Substrates on the Production of Fruiting Bodies and the Bioactive Components by Different Cordyceps militaris Strains (Ascomycetes). International Journal of Medicinal Mushrooms. 2020. Vol. 22. No. 1. P. 55–63. DOI: 10.1615/IntJMedMushrooms.2019033257.
19. Lin Q., Long L., Wu L., Zhang F., Wu S., Zhang W., Sun X. Evaluation of different agricultural wastes for the production of fruiting bodies and bioactive compounds by medicinal mushroom Cordyceps militaris. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2017. Vol. 97. No. 10. P. 3476–3480. DOI: 10.1002/jsfa.8097.
20. Wu C. Y., Liang C. H., Liang Z. C. Enhanced production of fruiting bodies and bioactive compounds of Cordyceps militaris with grain substrates and cultivation patterns. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. 2022. Vol. 132. Article 104138. DOI: 10.1016/j.jtice.2021.11.005.
21. Shrikhandia P., Lone S. A., Wani A. H., Bhat M. Y. Nutrient media and substrate optimization for commercial cultivation of Cordyceps militaris (L.) Fr., a novel medicinal mushroom from Jammu and Kashmir. Discover Biotechnology. 2026. Vol. 3. No. 1. Article 3. DOI: 10.1007/s44340-026-00048-z.
22. Минаков Д. В., Саврасов Е. С., Базарнова Н. Г., Тихонов С. Л., Егорова Е. Ю. Экстракция биологически активных соединений Cordyceps militaris в условиях ультразвукового воздействия // Химия растительного сырья. 2024. № 2. С. 355–364. DOI: 10.14258/jcprm.20240214209.
23. Wu C. Y., Liang Z. C., Tseng C. Y., Hu S. H. Effects of Illumination Pattern during Cultivation of Fruiting Body and Bioactive Compound Production by the Caterpillar Medicinal Mushroom, Cordyceps militaris (Ascomycetes). International Journal of Medicinal Mushrooms. 2016. Vol. 18. No. 7. P. 589–597. DOI: 10.1615/IntJMedMushrooms.v18.i7.40.
24. Yi Z. L., Huang W. F., Ren Y., Onac E., Zhou G. F., Peng S., Wang X. J., Li H. H. LED lights increase bioactive substances at low energy costs in culturing

fruiting bodies of Cordyceps militaris. Scientia Horticulturae. 2014. Vol. 175. P. 139–143. DOI: 10.1016/j.scienta.2014.06.006.
25. Yang T., Guo M., Yang H., Guo S., Dong C. The blue-light receptor CmWC-1 mediates fruit body development and secondary metabolism in Cordyceps militaris. Applied Microbiology and Biotechnology. 2016. Vol. 100. No. 2. P. 743–755. DOI: 10.1007/s00253-015-7047-6.
26. Wu C. Y., Liang C. H., Liang Z. C. Effect of LED light on the production of fruiting bodies and nucleoside compounds of Cordyceps militaris at different growth stages of solid-state fermentation. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. 2023. Vol. 153. Article 105190. DOI: 10.1016/j.jtice.2023.105190.
27. Lin J. Y., Tsai H. L., Sang W. C. Implementation and Performance Evaluation of Integrated Wireless MultiSensor Module for Aseptic Incubator of Cordyceps militaris. Sensors. 2020. Vol. 20. No. 15. Article 4272. DOI: 10.3390/s20154272.
28. SUN J. Z., DONG C. H., LIU X. Z., LIU J. K., HYDE K. D. Calcarisporium cordycipiticola sp. nov., an important fungal pathogen of Cordyceps militaris. Phytotaxa. 2016. Vol. 268. No. 2. DOI: 10.11646/phytotaxa.268.2.4.
29. Liu Q., Xu Y., Zhang X., Li K., Li X., Wang F., Xu F., Dong C. Infection Process and Genome Assembly Provide Insights into the Pathogenic Mechanism of Destructive Mycoparasite Calcarisporium cordycipiticola with Host Specificity. Journal of Fungi. 2021. Vol. 7. No. 11. Article 918. DOI: 10.3390/jof7110918.
30. Nguyen T. T., Le T. N. G., Nguyen T. H. First report of emerging fungal pathogens of Cordyceps militaris in Vietnam. Scientific Reports. 2023. Vol. 13. No. 1. Article 17669. DOI: 10.1038/s41598-023-43951-9.
31. Peng H., Cong Y., Zhao Y., Liu Z., Li Y. Trichoderma gamsii, a new pathogen causing disease on cultivated mushroom Cordyceps militaris in China. Crop Protection. 2024. Vol. 184. Article 106864. DOI: 10.1016/j.cropro.2024.106864.
32. Lu L., Galappaththi M. C. A., Patabendige N. M., Feng Y. Z., Yang T., Karunarathna S. C., Xie J. T., Gentekaki E., Rapior S., Charria-Girón E., Stadler M., Ding W. F., Tian F. H., Zeng X. Y. Metabolomic profiles of the infection pathways of Calcarisporium cordycipiticola on the cultivated and medicinal mushroom, Cordyceps militaris. Fungal Biology. 2025. Vol. 129. No. 3. Article 101561. DOI: 10.1016/j.funbio.2025.101561.
33. Wu X. f., Zhang M., Li Z. Influence of infrared drying on the drying kinetics, bioactive compounds and flavor of Cordyceps militaris. LWT. 2019. Vol. 111. P. 790–798. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.05.108.
34. Zhang M., Xing S., Fu C., Fang F., Liu J., Kan J., Qian C., Chai Q., Jin C. Effects of Drying Methods on Taste Components and Flavor Characterization of Cordyceps militaris. Foods. 2022. Vol. 11. No. 23. Article 3933. DOI: 10.3390/foods11233933.
35. Nguyen T. V., Nguyen H. N., Pham T. P. T., Lan T. T., Le M. T., Thai T. C., Pham T. N. Assessing the Effects of Various Drying Techniques on the Nutritional and Antioxidant Properties of Cordyceps militaris. Journal of Food Processing and Preservation. 2025. Vol. 2025. No. 1. Article 9911661. DOI: 10.1155/jfpp/9911661.
36. Hu Y., Wu Y., Song J., Ma M., Xiao Y., Zeng B. Advancing Cordyceps militaris Industry: Gene Manipulation and Sustainable Biotechnological Strategies. Bioengineering. 2024. Vol. 11. No. 8. Article 783. DOI: 10.3390/bioengineering11080783.
37. Антипова Т. В., Желифонова В. П., Баскунов Б. П. и др. Образование биологически активных соединений сибирскими штаммами Cordyceps militaris (L.) Fr. // Микробиология. 2024. Т. 93, № 6. С. 785–796. DOI: 10.31857/S0026365624060099.
38. Wang X., Hong S., Tang G., Wang C. Accumulation of the spontaneous and random mutations is causative of fungal culture degeneration. Fundamental Research. 2026. Vol. 6. No. 1. P. 260–269. DOI: 10.1016/j.fmre.2024.02.003.
39. Hoang C. Q., Duong G. H. T., Tran M. H., Vu T. X., Tran T. B., Pham H. T. N. Molecular mechanisms underlying phenotypic degeneration in Cordyceps militaris: insights from transcriptome reanalysis and osmotic stress studies. Scientific Reports. 2024. Vol. 14. No. 1. Article 2231. DOI: 10.1038/s41598-024-51946-3.
40. Holdsworth S. D., Simpson R. Thermal Processing of Packaged Foods. Food Engineering Series. 2016. DOI: 10.1007/978-3-319-24904-9.
41. Леднев Г. Р., Крюков В. Ю., Чернышёв С. Э. Первая находка Cordyceps militaris Fries. (Ascomycota, Clavicipitales) в Западной Сибири // Евразиатский энтомологический журнал. 2007. Т. 6, № 3. С. 253–254.
42. Широких А. А. Находки фармакологически ценного сумчатого гриба Cordyceps militaris (L.) Fr. в Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023. Т. 24, № 6. С. 999–1006. DOI: 10.30766/2072-9081.2023.24.6.999-1006.
43. Нгуен Минь Л., Ле Хуин Тхи Зьем Ш., Миронов А. А. Морфологические и генетические характеристики штаммов Cordyceps militaris во Вьетнаме // Тимирязевский биологический журнал. 2023. № 3. С. 78–84. DOI: 10.26897/2949-4710-2023-3-78-84.
44. Крюков В. Ю., Кухаренко А. Е., Дубовский И. М., Глупов В. В. Продукция кордицепина и аденозина в мицелии и культуральной жидкости изолятов Cordyceps militaris // Микология и фитопатология. 2012. Т. 46, вып. 6. С. 390–396.
45. Крюков В. Ю., Ярославцева О. Н., Кухаренко А. Е., Глупов В. В. Культивирование стром энтомопатогенного гриба Cordyceps militaris (Hypocreales) на неспецифических хозяевах // Микология и фитопатология. 2012. Т. 46, вып. 4. С. 269–272.
46. Михайлова О. Б., Поєдинок Н. Л. Деякі біологічні властивості гриба Cordyceps militaris (L.:

Fr.) Fr. (Ascomycota) як продуцента лікарських речовин // Biotechnologia Acta. 2013. Т. 6, № 3. С. 100–109.
47. Линь Тао, Бородин И. И., Моисеенко Я. А. Особенности промышленного производства гриба кордицепса // Аграрный вестник Приморья. 2024. № 3 (35). С. 12–16.
48. Минаков Д. В., Конева С. И., Егорова Е. Ю. Ферменты биомассы мицелия грибов Cordyceps militaris и Lentinula edodes в технологии хлеба // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 2. С. 222–235. DOI: 10.21603/2074-9414-2024-2-2502.

References

1. Sung G. H., Hywel-Jones N. L., Sung J. M., Luangsa-ard J. J., Shrestha B., Spatafora J. W. Phylogenetic classification of Cordyceps and the clavicipitaceous fungi. Studies in Mycology. 2007. Vol. 57. P. 5–59. DOI: 10.3114/sim.2007.57.01.
2. Kepler R. M., Luangsa-ard J. J., Hywel-Jones N. L., Quandt C. A., Sung G. H., Rehner S. A., Aime M. C., Henkel T. W., Sanjuan T., Zare R., Chen M., Li Z., Rossman A. Y., Spatafora J. W., Shrestha B. A phylogenetically-based nomenclature for Cordycipitaceae (Hypocreales). IMA Fungus. 2017. Vol. 8. No. 2. P. 335–353. DOI: 10.5598/imafungus.2017.08.02.08.
3. Zheng P., Xia Y., Xiao G., Xiong C., Hu X., Zhang S., Zheng H., Huang Y., Zhou Y., Wang S., Zhao G. P., Liu X., St L. R. J., Wang C. Genome sequence of the insect pathogenic fungus Cordyceps militaris, a valued traditional chinese medicine. Genome Biology. 2011. Vol. 12. No. 11. Article R116. DOI: 10.1186/gb-2011-12-11-r116.
4. Shrestha B., Zhang W., Zhang Y., Liu X. The medicinal fungus Cordyceps militaris: research and development. Mycological Progress. 2012. Vol. 11. No. 3. P. 599–614. DOI: 10.1007/s11557-012-0825-y.
5. Kontogiannatos D., Koutrotsios G., Xekalaki S., Zervakis G. I. Biomass and Cordycepin Production by the Medicinal Mushroom Cordyceps militaris—A Review of Various Aspects and Recent Trends towards the Exploitation of a Valuable Fungus. Journal of Fungi. 2021. Vol. 7. No. 11. Article 986. DOI: 10.3390/jof7110986.
6. Jędrejko K., Kała K., Sułkowska-Ziaja K., Krakowska A., Zięba P., Marzec K., Szewczyk A., Sękara A., Pytko-Polończyk J., Muszyńska B. e. Cordyceps militaris—Fruiting Bodies, Mycelium, and Supplements: Valuable Component of Daily Diet. Antioxidants. 2022. Vol. 11. No. 10. Article 1861. DOI: 10.3390/antiox11101861.
7. Chou Y. C., Sung T. H., Hou S. J., Khumsupan D., Santoso S. P., Cheng K. C., Lin S. P. Current Progress Regarding Cordyceps militaris, Its Metabolite Function, and Its Production. Applied Sciences. 2024. Vol. 14. No. 11. Article 4610. DOI: 10.3390/app14114610.
8. Park H. J. Influence of Culture Conditions on Bioactive Compounds in Cordyceps militaris: A Comprehensive Review. Foods. 2025. Vol. 14. No. 19. Article 3408. DOI: 10.3390/foods14193408.
9. Shrestha B., Han S. K., Sung J. M., Sung G. H. Fruiting Body Formation of Cordyceps militaris from Multi-Ascospore Isolates and Their Single Ascospore Progeny Strains. Mycobiology. 2012. Vol. 40. No. 2. P. 100–106. DOI: 10.5941/MYCO.2012.40.2.100.
10. Lu Y., Xia Y., Luo F., Dong C., Wang C. Functional convergence and divergence of mating-type genes fulfilling in Cordyceps militaris. Fungal Genetics and Biology. 2016. Vol. 88. P. 35–43. DOI: 10.1016/j.fgb.2016.01.013.
11. Vu T. X., Thai H. D., Dinh B. H. T., Nguyen H. T., Tran H. T. P., Bui K. L. T., Tran T. B., Pham H. T., Mai L. T. D., Le D. H., Nguyen H. Q., Tran V. T. Effects of MAT1-2 Spore Ratios on Fruiting Body Formation and Degeneration in the Heterothallic Fungus Cordyceps militaris. Journal of Fungi. 2023. Vol. 9. No. 10. Article 971. DOI: 10.3390/jof9100971.
12. Li X. E., Wang X., Liang F., Wang Z., Liu W., Ge Y., Yang S., Liu Y., Li Y., Cheng X., Li W. Biological characteristics of Cordyceps militaris single mating-type strains. Archives of Microbiology. 2024. Vol. 206. No. 5. Article 225. DOI: 10.1007/s00203-024-03952-2.
13. Wang X., Li X. E., Qiu W., Sa F., Feng Y., Ge Y., Yang S., Liu Y., Xie J., Zhang W., Li W., Cheng X. Effects of mating-type ratio imbalance on the degeneration of Cordyceps militaris subculture and preventative measures. PeerJ. 2024. Vol. 12. Article e17648. DOI: 10.7717/peerj.17648.
14. Yin J., Xin X., Weng Y., Gui Z. Transcriptome-wide analysis reveals the progress of Cordyceps militaris subculture degeneration. PLOS ONE. 2017. Vol. 12. No. 10. Article e0186279. DOI: 10.1371/journal.pone.0186279.
15. Wellham P. A. D., Hafeez A., Gregori A., Brock M., Kim D. H., Chandler D., de M. C. H. Culture Degeneration Reduces Sex-Related Gene Expression, Alters Metabolite Production and Reduces Insect Pathogenic Response in Cordyceps militaris. Microorganisms. 2021. Vol. 9. No. 8. Article 1559. DOI: 10.3390/microorganisms9081559.
16. Sun H., Hu T., Guo Y., Liang Y. Preservation affects the vegetative growth and fruiting body production of Cordyceps militaris. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 2018. Vol. 34. No. 11. Article 166. DOI: 10.1007/s11274-018-2550-4.
17. Komissarov N. S., Dyakov M. Yu., Garibova L. V. Vliyanie metodov khraneniya na zhiznesposobnost i skorost rosta makromitsetov [Influence of Storage Methods on the Vitality and Growth Rate of Macrofungi]. Mikologiya i fitopatologiya. 2024. Vol. 58, No. 4. P. 314–326. DOI: 10.31857/S0026364824040051. (In Russ.).
18. Tao S. X., Xue D., Lu Z. H., Huang H. l. Effects of Substrates on the Production of Fruiting Bodies and the Bioactive Components by Different Cordyceps militaris Strains (Ascomycetes). International Journal

of Medicinal Mushrooms. 2020. Vol. 22. No. 1. P. 55–63. DOI: 10.1615/IntJMedMushrooms.2019033257.
19. Lin Q., Long L., Wu L., Zhang F., Wu S., Zhang W., Sun X. Evaluation of different agricultural wastes for the production of fruiting bodies and bioactive compounds by medicinal mushroom Cordyceps militaris. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2017. Vol. 97. No. 10. P. 3476–3480. DOI: 10.1002/jsfa.8097.
20. Wu C. Y., Liang C. H., Liang Z. C. Enhanced production of fruiting bodies and bioactive compounds of Cordyceps militaris with grain substrates and cultivation patterns. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. 2022. Vol. 132. Article 104138. DOI: 10.1016/j.jtice.2021.11.005.
21. Shrikhandia P., Lone S. A., Wani A. H., Bhat M. Y. Nutrient media and substrate optimization for commercial cultivation of Cordyceps militaris (L.) Fr., a novel medicinal mushroom from Jammu and Kashmir. Discover Biotechnology. 2026. Vol. 3. No. 1. Article 3. DOI: 10.1007/s44340-026-00048-z.
22. Minakov D. V., Savrasov E. S., Bazarnova N. G., Tikhonov S. L., Egorova E. Yu. Ekstraktsiya biologicheski aktivnykh soedinenii Cordyceps militaris v usloviyakh ultrazvukovogo vozdeistviya [EXTRACTION OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS FROM CORDYCEPS MILITARIS UNDER ULTRASONIC CONDITIONS]. Khimiya rastitelnogo syrya. 2024. No. 2. P. 355–364. DOI: 10.14258/jcprm.20240214209. (In Russ.).
23. Wu C. Y., Liang Z. C., Tseng C. Y., Hu S. H. Effects of Illumination Pattern during Cultivation of Fruiting Body and Bioactive Compound Production by the Caterpillar Medicinal Mushroom, Cordyceps militaris (Ascomycetes). International Journal of Medicinal Mushrooms. 2016. Vol. 18. No. 7. P. 589–597. DOI: 10.1615/IntJMedMushrooms.v18.i7.40.
24. Yi Z. L., Huang W. F., Ren Y., Onac E., Zhou G. F., Peng S., Wang X. J., Li H. H. LED lights increase bioactive substances at low energy costs in culturing fruiting bodies of Cordyceps militaris. Scientia Horticulturae. 2014. Vol. 175. P. 139–143. DOI: 10.1016/j.scienta.2014.06.006.
25. Yang T., Guo M., Yang H., Guo S., Dong C. The blue-light receptor CmWC-1 mediates fruit body development and secondary metabolism in Cordyceps militaris. Applied Microbiology and Biotechnology. 2016. Vol. 100. No. 2. P. 743–755. DOI: 10.1007/s00253-015-7047-6.
26. Wu C. Y., Liang C. H., Liang Z. C. Effect of LED light on the production of fruiting bodies and nucleoside compounds of Cordyceps militaris at different growth stages of solid-state fermentation. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. 2023. Vol. 153. Article 105190. DOI: 10.1016/j.jtice.2023.105190.
27. Lin J. Y., Tsai H. L., Sang W. C. Implementation and Performance Evaluation of Integrated Wireless MultiSensor Module for Aseptic Incubator of Cordyceps militaris. Sensors. 2020. Vol. 20. No. 15. Article 4272. DOI: 10.3390/s20154272.
28. SUN J. Z., DONG C. H., LIU X. Z., LIU J. K., HYDE K. D. Calcarisporium cordycipiticola sp. nov., an important fungal pathogen of Cordyceps militaris. Phytotaxa. 2016. Vol. 268. No. 2. DOI: 10.11646/phytotaxa.268.2.4.
29. Liu Q., Xu Y., Zhang X., Li K., Li X., Wang F., Xu F., Dong C. Infection Process and Genome Assembly Provide Insights into the Pathogenic Mechanism of Destructive Mycoparasite Calcarisporium cordycipiticola with Host Specificity. Journal of Fungi. 2021. Vol. 7. No. 11. Article 918. DOI: 10.3390/jof7110918.
30. Nguyen T. T., Le T. N. G., Nguyen T. H. First report of emerging fungal pathogens of Cordyceps militaris in Vietnam. Scientific Reports. 2023. Vol. 13. No. 1. Article 17669. DOI: 10.1038/s41598-023-43951-9.
31. Peng H., Cong Y., Zhao Y., Liu Z., Li Y. Trichoderma gamsii, a new pathogen causing disease on cultivated mushroom Cordyceps militaris in China. Crop Protection. 2024. Vol. 184. Article 106864. DOI: 10.1016/j.cropro.2024.106864.
32. Lu L., Galappaththi M. C. A., Patabendige N. M., Feng Y. Z., Yang T., Karunarathna S. C., Xie J. T., Gentekaki E., Rapior S., Charria-Girón E., Stadler M., Ding W. F., Tian F. H., Zeng X. Y. Metabolomic profiles of the infection pathways of Calcarisporium cordycipiticola on the cultivated and medicinal mushroom, Cordyceps militaris. Fungal Biology. 2025. Vol. 129. No. 3. Article 101561. DOI: 10.1016/j.funbio.2025.101561.
33. Wu X. f., Zhang M., Li Z. Influence of infrared drying on the drying kinetics, bioactive compounds and flavor of Cordyceps militaris. LWT. 2019. Vol. 111. P. 790–798. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.05.108.
34. Zhang M., Xing S., Fu C., Fang F., Liu J., Kan J., Qian C., Chai Q., Jin C. Effects of Drying Methods on Taste Components and Flavor Characterization of Cordyceps militaris. Foods. 2022. Vol. 11. No. 23. Article 3933. DOI: 10.3390/foods11233933.
35. Nguyen T. V., Nguyen H. N., Pham T. P. T., Lan T. T., Le M. T., Thai T. C., Pham T. N. Assessing the Effects of Various Drying Techniques on the Nutritional and Antioxidant Properties of Cordyceps militaris. Journal of Food Processing and Preservation. 2025. Vol. 2025. No. 1. Article 9911661. DOI: 10.1155/jfpp/9911661.
36. Hu Y., Wu Y., Song J., Ma M., Xiao Y., Zeng B. Advancing Cordyceps militaris Industry: Gene Manipulation and Sustainable Biotechnological Strategies. Bioengineering. 2024. Vol. 11. No. 8. Article 783. DOI: 10.3390/bioengineering11080783.
37. Antipova T. V., Zhelifonova V. P., Baskunov B. P. et al. Obrazovanie biologicheski aktivnykh soedinenii sibirskimi shtammami Cordyceps militaris (L.) Fr. [Formation of biologically active compounds by Siberian strains of Cordyceps militaris (L.) Fr]. Mikrobiologiya. 2024. Vol. 93, No. 6. P. 785–796. DOI: 10.31857/S0026365624060099. (In Russ.).
38. Wang X., Hong S., Tang G., Wang C. Accumulation of the spontaneous and random mutations is

causative of fungal culture degeneration. Fundamental Research. 2026. Vol. 6. No. 1. P. 260–269. DOI: 10.1016/j.fmre.2024.02.003.
39. Hoang C. Q., Duong G. H. T., Tran M. H., Vu T. X., Tran T. B., Pham H. T. N. Molecular mechanisms underlying phenotypic degeneration in Cordyceps militaris: insights from transcriptome reanalysis and osmotic stress studies. Scientific Reports. 2024. Vol. 14. No. 1. Article 2231. DOI: 10.1038/s41598-024-51946-3.
40. Holdsworth S. D., Simpson R. Thermal Processing of Packaged Foods. Food Engineering Series. 2016. DOI: 10.1007/978-3-319-24904-9.
41. Lednev G. R., Kryukov V. Yu., Chernyshev S. E. Pervaya nakhodka Cordyceps militaris Fries. (Ascomycota, Clavicipitales) v Zapadnoi Sibiri [The first find of Cordyceps militaris Fries. (Ascomycota, Clavicipitales) in Western Siberia]. Evraziatskii entomologicheskii zhurnal. 2007. Vol. 6, No. 3. P. 253–254. (In Russ.).
42. Shirokikh A. A. Nakhodki farmakologicheski tsennogo sumchatogo griba Cordyceps militaris (L.) Fr. v Kirovskoi oblasti [Records of pharmacologically valuable ascomycete fungus Cordyceps militaris (L) Fr. in the Kirov region]. Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2023. Vol. 24, No. 6. P. 999–1006. DOI: 10.30766/2072-9081.2023.24.6.999-1006. (In Russ.).
43. Nguen Min L., Le Khuin Tkhi Zem Sh., Mironov A. A. Morfologicheskie i geneticheskie kharakteristiki shtammov Cordyceps militaris vo Vetname [Morphological and genetic characteristics of Cordyceps militaris strains in Vietnam]. Timiryazevskii biologicheskii zhurnal. 2023. No. 3. P. 78–84. DOI: 10.26897/2949-4710-2023-3-78-84. (In Russ.).
44. Kryukov V. Yu., Kukharenko A. E., Dubovskii I. M., Glupov V. V. Produktsiya korditsepina i adenozina v mitselii i kulturalnoi zhidkosti izolyatov Cordyceps militaris [Production of cordycepin and adenosine in mycelium and culture fluid of Cordyceps militaris isolates]. Mikologiya i fitopatologiya. 2012. Vol. 46, iss. 6. P. 390–396. (In Russ.).
45. Kryukov V. Yu., Yaroslavtseva O. N., Kukharenko A. E., Glupov V. V. Kultivirovanie strom entomopatogennogo griba Cordyceps militaris (Hypocreales) na nespetsificheskikh khozyaevakh [Cultivation of the stroma of the entomopathogenic fungus Cordyceps militaris (Hypocreales) on non-specific hosts]. Mikologiya i fitopatologiya. 2012. Vol. 46, iss. 4. P. 269–272. (In Russ.).
46. Mikhailova O. B., Poiedinok N. L. Deyaki biologichni vlastivosti griba Cordyceps militaris (L.: Fr.) Fr. (Ascomycota) yak produtsenta likarskikh rechovin [Some biological properties of Cordyceps militaris (L.: Fr.) Fr. (Ascomycota) as a producer of medicinal substances]. Biotechnologia Acta. 2013. Vol. 6, No. 3. P. 100–109. (In Ukr.).
47. Lin Tao, Borodin I. I., Moiseenko Ya. A. Osobennosti promyshlennogo proizvodstva griba korditsepsa [Features of industrial production of Cordyceps mushroom]. Agrarnyi vestnik Primorya. 2024. No. 3 (35). P. 12–16. (In Russ.).
48. Minakov D. V., Koneva S. I., Egorova E. Yu. Fermenty biomassy mitseliya gribov Cordyceps militaris i Lentinula edodes v tekhnologii khleba [Mycelial Biomass Enzymes of Cordyceps militaris and Lentinula edodes in Baking Technology]. Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. 2024. Vol. 54, No. 2. P. 222–235. DOI: 10.21603/2074-9414-2024-2-2502. (In Russ.).

Игорь Игоревич Бородин, канд. техн. наук, borodinigor89@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-9357-0958
Линь Тао аспирант, 449145964@qq.com, https://orcid.org/0009-0002-5336-7669

Igor I. Borodin, Candidate of Technical Sciences, borodinigor89@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-9357-0958
Tao Lin PhD Student, 449145964@qq.com, https://orcid.org/0009-0002-5336-7669

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Contibution of the authors: all the authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is not conflict of interest.

Статья поступила в редакцию .13.08.2026; одобрена после рецензирования 28.08.2026; принята к публикации 03.09.2026.
The article was submitted 13.08.2026; approved after reviewing 28.08.2026; accepted for publication 03.09.2026

Научная статья
УДК 631.52:633.11(470.56)

ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗЕРНА СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Геннадий Фёдорович Ярцев, Руслан Куандыкович Байкасенов, Михаил Иванович Машенков, Павел Григорьевич Паламарчук, Наталья Викторовна Ильясова

Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия

Аннотация.

Подбор адаптированных сортов озимой пшеницы является одним из ключевых условий стабилизации производства зерна в резко континентальных условиях Оренбургской области. Цель исследования — оценить продуктивность, элементы структуры урожая и качественные показатели зерна сортов озимой пшеницы в условиях центральной зоны Оренбургской области. Исследования проводили в 2025 г. на севообороте кафедры агротехнологий, ботаники и селекции растений учебно-опытного хозяйства Оренбургского государственного аграрного университета на чернозёмах южных тяжелосуглинистого механического состава с содержанием гумуса 4,4 %. Объектами исследования являлись сорта озимой пшеницы Колос Оренбуржья, Пионерская 32, Базис, Базальт 2, Сабан, Вьюга, Малахит и Светоч. Опыт заложен при норме высева 5,0 млн всхожих семян на 1 га, учётная площадь делянки составляла 30 м², повторность — трёхкратная. Содержание белка и клейковины определяли на приборе ИНФРАСКАН 3150, натурную массу зерна — на пурке У1-ПХ1; статистическую обработку данных выполняли методом дисперсионного анализа. Погодные условия вегетационного периода характеризовались слабой засухой при ГТК 0,66. Установлено, что лучшую сохранность растений к уборке обеспечили сорта Базальт 2 и Светоч — 290 и 295 шт./м² соответственно. Наибольшее число продуктивных стеблей сформировали сорта Сабан и Светоч — 560 и 566 шт./м². Урожайность сортов варьировала от 2,62 до 4,24 т/га при НСР05 0,33 т/га; максимальный показатель получен у сорта Светоч. Высокое содержание белка и клейковины отмечено у сорта Базальт 2 — 14,50 и 39,45 %, а наибольшая натурная масса зерна установлена у сорта Светоч — 791 г/л. Качество клейковины всех изучаемых сортов соответствовало II группе. По совокупности урожайности, сохранности растений, продуктивного стеблестоя и качества зерна наиболее перспективным для условий центральной зоны Оренбургской области является сорт Светоч.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, урожайность, структура урожая, качество зерна, клейковина, натурная масса зерна, Оренбургская область

Для цитирования: Продуктивность и качественные показатели зерна сортов озимой пшеницы в условиях центральной зоны Оренбургской области / Г. Ф. Ярцев [и др.] // Аграрный вестник Приморья. - 2026. - № 3(43). - С. 22-26.

Original article

PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY INDICATORS OF WINTER WHEAT VARIETIES UNDER THE CONDITIONS OF THE CENTRAL ZONE OF THE ORENBURG REGION

Gennady F. Yartsev, Ruslan K. Baikasenov, Mikhail I. Mashenkov, Pavel G. Palamarchuk, Natalia V. Ilyasova

Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

Abstract.

The selection of adapted winter wheat varieties is one of the key conditions for stabilizing grain production under the sharply continental conditions of the Orenburg Region. The purpose of the study was to assess productivity, yield structure elements, and grain quality indicators of winter wheat varieties under the conditions of the central zone of the Orenburg Region. The research was conducted in 2025 in the crop rotation area of the Department of Agrotechnologies, Botany and Plant Breeding of the educational and experimental farm of Orenburg State Agrarian University on southern chernozems of heavy loamy texture with a humus content of 4.4%. The objects of the study were the winter wheat varieties Kolos Orenburzhya, Pionerskaya 32, Bazis, Bazalt 2, Saban, Vyuga, Malakhit, and Svetoch. The experiment was established with a seeding rate of 5.0

million viable seeds per hectare; the accounting plot area was 30 m², and the experiment was carried out in three replications. Protein and gluten content were determined using an INFRASKAN 3150 analyzer, grain test weight was measured using a U1-PKh1 grain chondrometer, and statistical data processing was performed by analysis of variance. The weather conditions of the growing season were characterized by mild drought, with a hydrothermal coefficient of 0.66. It was established that the highest plant survival by harvest was provided by the Bazalt 2 and Svetoch varieties — 290 and 295 plants/m², respectively. The largest number of productive stems was formed by the Saban and Svetoch varieties — 560 and 566 stems/m². Grain yield varied from 2.62 to 4.24 t/ha, with an LSD05 of 0.33 t/ha; the maximum value was obtained for the Svetoch variety. High protein and gluten content was recorded in the Bazalt 2 variety — 14.50 and 39.45%, respectively, while the highest grain test weight was found in the Svetoch variety — 791 g/l. Gluten quality in all studied varieties corresponded to group II. Based on the combination of yield, plant survival, productive stem density, and grain quality, the Svetoch variety is the most promising for the conditions of the central zone of the Orenburg Region.

Keywords: winter wheat, variety, yield, yield structure, grain quality, gluten, grain test weight, Orenburg Region
For citation: Yartsev G. F., Baikasenov R. K., Mashenkov M. I., et al. Productivity and grain quality indicators of winter wheat varieties under the conditions of the central zone of the Orenburg Region. Agrarian Bulletin of Primorye. 2026;(3(43)): 22-26. (In Russ.).

Введение.

Озимые культуры в условиях Оренбургской области являются важнейшими культурами, обеспечивающие продовольственную безопасность.

Климатические условия степной зоны Оренбургского Предуралья претерпели существенные изменения, связанные с усилением аридности и увеличением частоты экстремальных условий возделывания зерновых культур. За последние пять лет в области существенно возросли площади возделывания озимой пшеницы, которая в 2025 году занимала 730 тыс. га. Исходя из значимости озимой пшеницы необходимо разработать адаптивные технологии возделывания применительно к почвенно-климатическим зонам нашего региона. Ключевым фактором в современной технологии возделывания озимой пшеницы является подбор сортов, наиболее адаптированных к резко-континентальным условиям нашего региона.

К сортам озимой пшеницы, возделываемые в области, предъявляются особые требования. Они должны отличаться высокой продуктивностью, адаптивностью к местным условиям, хорошими технологическими качествами зерна.

Таким образом, изучение продуктивности сортов озимой пшеницы, рекомендованных и ещё не рекомендованных к возделыванию в нашем регионе, имеет практическое значение для сельскохозяйственных производителей Оренбургской области.

Материалы и методы исследования.

Исследования проводились на севообороте кафедры агротехнологий, ботаники и селекции растений Учебно-опытного хозяйства Оренбургского ГАУ в 2025 г. на чернозёмах южных тяжелосуглинистого механического состава с содержанием гумуса 4,4% [1].

Объектами исследования являются сорта озимой пшеницы Колос Оренбуржья, Пионерская 32, Базис, Базальт 2, Сабан, Вьюга, Малахит, Светоч.

Погодные условия в период вегетации озимой пшеницы характеризовались слабой засухой, что подтверждается значением коэффициента тепло- и влагообеспеченности (ГТК) – 0,66 ед.

Основу исследований составили полевые опыты. Посев озимой пшеницы проводился на глубину 5 – 6 см с нормой высева 5,0 млн./га селекционной сеялкой Wintersteiger, уборку – селекционным комбайном Terrion 2010. Учетная площадь делянок составляла 30 м2, повторность опыта 3-х кратная, размещение делянок последовательное. Содержание белка и клейковины определяли на приборе ИНФРАСКАН 3150, натурную массу – на пурке У1-ПХ1.

Статистическую обработку данных выполняли методом дисперсионного анализа, с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением «Excel».

Результаты исследований. Растения озимой пшеницы неудовлетворительно перезимовали в зимний период, что связано с резко-континентальными климатическими условиями Оренбургской области. Температура в зимний период в регионе может опускаться ниже 40 0С [2]. Следует отметить, что озимая пшеница выдерживает на глубине узла кущения только – 16 – 18 0С. В наших исследованиях, из 500 высеянных всхожих семян на 1м2 к уборке сохранилось в среднем по сортам озимой пшеницы только 252 шт./м2 растений, т.е. половина. В разрезе сортов количество сохранившихся растений значительно различалось. Лучше всего перезимовали растения сортов Базальт 2 и Светоч, где к уборке сохранилось 290 и 295 шт./м2 растений (таблица 1). Вероятно, это связано с тем, что на генетическом уровне они обладают повышенной зимостойкостью, то есть способностью переносить комплекс неблагоприятных зимних условий. Повышенная зимостойкость сорта Светоч приравнивается к зимостойкости сорта Мироновская 808, который долгое время служил стандартом. Хуже перезимовали сорта Пионерская 32 и Сабан.

Продуктивные стебли — это стебли зерновых культур, сформировавшие полноценный колос и давшие зерно. Они являются ключевым элементом структуры урожая, наряду с массой 1000 зёрен и весом зерна с колоса [3].

Наибольшее число продуктивных стеблей 560 и 566 шт./м2 сформировали сорта Сабан и Светоч, а наименьшее 400 и 402 шт./м2 – сорта Колос Оренбуржья и Базис. Количество общих стеблей также образовалось больше на сортах Сабан и Светоч.

Таблица 1 – Кущение озимой пшеницы

Сорт	Число сохранившихся растений к уборке, шт/м2	Число продуктивных стеблей, шт/м2	Общее число стеблей, шт/м2
Колос Оренбуржья	230	400	540
Пионерская 32	180	421	440
Базис	275	402	495
Базальт 2	290	415	505
Сабан	205	560	650
Вьюга	270	455	530
Малахит	270	461	560
Светоч	295	566	600

В 2025 г. сложились благоприятные погодные условия для зерновых культур. Поэтому урожайность озимой пшеницы сформировалась высокой по меркам Оренбургской области, где в среднем по сортам она составила 3,29 т/га.

Урожайность сортов значительно различалась, что математически достоверно. Наименьшая урожайность 2,62 т/га отмечена на сорте Базис, которая сформировалась за счет наименьшей массы 1000 зерен 33,7 г. Также невысокую урожайность 2,70 и 2,78 т/га образовали сорта Базальт 2 и Колос Оренбуржья (таблица 2). Урожайность ниже среднего уровня 3,06 т/га отмечена на сорте Пионерская 32, а выше среднего уровня 3,50 и 3,56 т/га – на сортах Малахит и Вьюга. Необходимо отметить, что в 2017 – 2019 гг. сорт Пионерская 32 сформировал урожайность на таком же уровне, где она составила 2,89 т/га [4].

Сорт Светоч сформировал наибольшую урожайность 4,24 т/га. Наибольшая урожайность получена за счет наибольшего числа продуктивных стеблей 295 и высокой массы 1000 зерен 39,0 г. Различия в урожайности связаны в первую очередь с биологическими особенностями данных сортов озимой пшеницы.

Высота растений сортов пшеницы варьировала от 69 до 103 см. Высота растений сортов Вьюга и Пионерская 32 составила 69 и 75 см соответственно, что подтверждает их характеристику как короткостебельные. Главное преимущество короткостебельных сортов пшеницы — высокая устойчивость к полеганию, благодаря которой они не теряют урожай при ветрах и дождях.

Белок пшеницы — это совокупность высокомолекулярных азотистых соединений, запасающих веществ, которые накапливаются в зерне. Белки, не растворимые в воде, называют клейковиной [5].

Содержание белка и клейковины в зерне озимой пшеницы в среднем по сортам составила 13,33% и 34,60%. Наибольшее количество белка 14,50% и клейковины 39,45% отмечено у сорта Базальт 2 (таблица 3). Содержание белка и клейковины выше среднего уровня отмечено у сортов Пионерская 32 и Светоч, на среднем уровне – у сортов Сабан и Вьюга. Сорта Колос Оренбуржья, Базис и Малахит сформировали наименьшее количество белка и клейковины.

Таблица 2 – Структура урожая и урожайность озимой пшеницы

Сорт	Высота растений, см	Число зерен в колосе, шт	Масса 1000 зерен, гр.	Урожайность, т/га
Колос Оренбуржья	90	23	34,6	2,78
Пионерская 32	75	23	36,0	3,06
Базис	93	22	33,7	2,62
Базальт 2	99	23	32,3	2,70
Сабан	90	22	35,7	3,83
Вьюга	69	22	40,6	3,56
Малахит	103	22	39,4	3,50
Светоч	96	22	39,0	4,24
			НСР05	0,33

Таблица 3 – Качественные показатели зерна

Сорт	Белок,%	Клейковина		Натурная масса, г/л
		количество, %	группа качества	
Колос Оренбуржья	12,65	32,36	II	787
Пионерская 32	13,74	37,47	II	741
Базис	12,97	33,22	II	740
Базальт 2	14,50	39,45	II	763
Сабан	13,24	33,98	II	775
Вьюга	13,34	33,70	II	762
Малахит	12,28	29,71	II	768
Светоч	13,90	36,93	II	791

Качество клейковины на изучаемых сортах озимой пшеницы было второй группы.

Натурная масса зерна — это мера объёма, показывающая массу определённого объёма зерна (обычно 1 литра). Она выражается в граммах на литр (г/л) и характеризует плотность укладки зерна в ёмкости [6]. Чем выше натурная масса, тем больше масса зерна в единице объёма, что свидетельствует о лучших товарных и технологических качествах зерна.

Объемная масса зерна изучаемых сортов озимой пшеницы соответствовала требованиям высококачественной пшеницы, и была выше 750 г/л, за исключением сортов Пионерская 32 и Базис, где она составила 741 и 740 г/л. Натурная масса зерна сортов варьировала от 740 до 791 г/л, где наибольшей была у сорта Светоч. Продуктивность сортов озимой пшеницы также была изучена учеными в других работах [7, 8, 9, 10].

Выводы. По результатам полевых исследований установлено, что перезимовка растений озимой пшеницы в условиях центральной зоны Оренбургской области была неудовлетворительной. Наибольшую сохранность растений обеспечили сорта Базальт 2 и Светоч.

Сорта Сабан и Светоч сформировали наибольшее число продуктивных стеблей — 560 и 566 шт./м² соответственно.

Наиболее продуктивными сортами озимой пшеницы являются сорта Светоч и Сабан, урожайность которых составила 4,24 и 3,83 т/га соответственно.

Наибольшее количество белка и клейковины в зерне выявлено у сортов Базальт 2 и Светоч.

Поэтому по совокупности показателей наиболее перспективным сортом озимой пшеницы с хорошим качеством зерна для условий центральной зоны Оренбургской области является сорт Светоч.

Список источников

1. Машенков М. И., Ярцев Г. Ф., Байкасенов Р. К., Глинушкин А. П., Паламарчук П. Г., Ильясова Н. В. Технологии овощеводства: учебное пособие для студентов агрономического факультета. Оренбург: Издательство Оренбургского государственного аграрного университета, 2025. 500 с.
2. Гулянов Ю. А. Устойчивость агроценозов яровой пшеницы к современным климатическим изменениям земледелия в степной зоне Южного Урала // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 2(26). С. 62–73. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-2-26-62-73.
3. Блохин В. И., Никифорова И. Ю., Ганиева И. С., Ланочкина М. А., Малафеева Ю. В., Дурбин Д. В. Элементы структуры урожая и продуктивность зерна сортов ярового ячменя // Зернобобовые и крупяные культуры. 2023. № 4(48). С. 123–130. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-4-123-130.
4. Yartsev G. F., Baikasenov R. K., Kolesnikov A. A., Akhmetgaliev A. T., Episheva Yu. Yu. Improvement of cultivation technology elements for winter crops and chickpea on southern chernozems and dark chestnut soils of the Orenburg region. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2023. Vol. 1206. Article 012034.
5. Кундик Д. Н. Стандартизация и подтверждение качества продукции растениеводства: рабочая тетрадь для обучающихся по специальностям 35.02.06 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» и 35.02.05 «Агрономия». Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2021. 71 с.
6. ГОСТ 10840-2017. Зерно. Метод определения натуры. Введен приказом Росстандарта от 31.10.2017 № 1593-ст.
7. Письменная Е. В., Азарова М. Ю., Курасова Л. Г. Влияние сортов и предшественников озимой пшеницы на плодородие почвы, урожайность и качество зерна в Ставропольском крае // Аграрный научный журнал. 2020. № 8. С. 32–37. DOI: 10.28983/asj.y2020i8pp32-37.
8. Гузенко А. В., Солонкин А. В., Сапунков В. В. Влияние макро- и микроудобрений на урожайность и качество сортов озимой пшеницы // Агрохимический вестник. 2021. № 3. С. 78–84.
9. Вошедский Н. Н., Кулыгин В. А., Целуйко О. А. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность новых сортов озимой пшеницы в Ростовской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 3(67). С. 125–134. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-03-15.
10. Нещадим Н. Н. и др. Урожайность сортов озимой пшеницы в зависимости от способов обработки почвы и применения удобрений // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 182. С. 202–217.

References

1. Mashenkov M. I., Yartsev G. F., Baikasenov R. K., Glinushkin A. P., Palamarchuk P. G., Ilyasova N. V. Tekhnologii ovoshchevodstva: uchebnoe posobie dlya studentov agronomicheskogo fakulteta [Vegetable growing technologies: a textbook for students of agronomy]. Orenburg: Izdatelstvo Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2025. 500 p. (In Russ.).
2. Gulyanov Yu. A. Ustoichivost agrotsenozov yarovoi pshenitsy k sovremennym klimaticheskim izmeneniyam zemledeliya v stepnoi zone Yuzhnogo Urala [Stability of spring wheat agrocenoses under current climate change in farming in the steppe zone of the Southern Urals]. Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki. 2021. No. 2(26). P. 62–73. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-2-26-62-73. (In Russ.).
3. Blokhin V. I., Nikiforova I. Yu., Ganieva I. S., Lanochkina M. A., Malafeeva Yu. V., Durbin D. V. Elementy struktury urozhaya i produktivnost zerna sortov

yarovogo yachmenya [Yield structure components and grain productivity of spring barley varieties]. Zernobobovye i krupyanye kultury. 2023. No. 4(48). P. 123–130. (In Russ.).
4. Yartsev G. F., Baikasenov R. K., Kolesnikov A. A., Akhmetgaliev A. T., Episheva Yu. Yu. Improvement of cultivation technology elements for winter crops and chickpea on southern chernozems and dark chestnut soils of the Orenburg region. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2023. Vol. 1206. Article 012034. DOI: 10.1088/1755-1315/1206/1/012034.
5. Kundik D. N. Standartizatsiya i podtverzhdenie kachestva produktsii rastenievodstva: rabochaya tetrad dlya obuchayushchikhsya po spetsialnostyam 35.02.06 «Tekhnologiya proizvodstva i pererabotki selskokhozyaistvennoi produktsii» i 35.02.05 «Agronomiya» [Standardization and conformity assessment of crop products: a workbook]. Bryansk: Bryanskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2021. 71 p. (In Russ.).
6. GOST 10840-2017. Zerno. Metod opredeleniya natury [GOST 10840-2017. Grain. Method for determining test weight]. Vveden prikazom Rosstandarta ot 31.10.2017 No. 1593-st. (In Russ.).
7. Pismennaya E. V., Azarova M. Yu., Kurasova L. G. Vliyanie sortov i predshestvennikov ozimoi pshenitsy na plodorodie pochvy, urozhainost i kachestvo zerna v Stavropolskom krae [Influence of winter wheat varieties and preceding crops on soil fertility, yield, and grain quality in Stavropol Krai]. Agrarnyi nauchnyi zhurnal. 2020. No. 8. P. 32–37. DOI: 10.28983/asj.y2020i8pp32-37. (In Russ.).
8. Guzenko A. V., Solonkin A. V., Sapunkov V. V. Vliyanie makro- i mikroudobrenii na urozhainost i kachestvo sortov ozimoi pshenitsy [Influence of macro- and micronutrient fertilizers on the yield and quality of winter wheat varieties]. Agrokhimicheskii vestnik. 2021. No. 3. P. 78–84. (In Russ.).
9. Voshedskii N. N., Kulygin V. A., Tseluiko O. A. Vliyanie elementov tekhnologii vozdelyvaniya na urozhainost novykh sortov ozimoi pshenitsy v Rostovskoi oblasti [Influence of cultivation technology elements on the yield of new winter wheat varieties in Rostov Region]. Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie. 2022. No. 3(67). P. 125–134. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-03-15. (In Russ.).
10. Neshchadim N. N. et al. Urozhainost sortov ozimoi pshenitsy v zavisimosti ot sposobov obrabotki pochvy i primeneniya udobrenii [Yield of winter wheat varieties depending on tillage methods and fertilizer application]. Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. No. 182. P. 202–217. (In Russ.).

Геннадий Фёдорович Ярцев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, gf_yarcev@mail.ru, https://orcid.org/0000-0003-4441-7345
Руслан Куандыкович Байкасенов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ruskuv@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-7410-3841
Михаил Иванович Машенков, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, mashenkov_mi@mail.ru, https://orcid.org/0009-0008-1258-2278
Павел Григорьевич Паламарчук, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, pavel_palamarchuk@bk.ru, https://orcid.org/0009-0005-4062-2802
Наталья Викторовна Ильясова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, nataly-shch@mail.ru, https://orcid.org/0000-0003-3328-0937

Gennady F. Yartsev, Doctor of Agriculture, Professor, gf_yarcev@mail.ru, https://orcid.org/0000-0003-4441-7345
Ruslan K. Baykasenov, Candidate of Agriculture, Associate Professor, ruskuv@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-7410-3841
Mikhail I. Mashenkov, Candidate of Agriculture, Associate Professor, mashenkov_mi@mail.ru, https://orcid.org/0009-0008-1258-2278
Pavel G. Palamarchuk, Candidate of Agriculture, Associate Professor, pavel_palamarchuk@bk.ru, https://orcid.org/0009-0005-4062-2802
Natalia V. Ilyasova, Candidate of Agriculture, Associate Professor, nataly-shch@mail.ru, https://orcid.org/0000-0003-3328-0937

Вклад авторов: Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Contribution of the authors: all the authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 02.08.2026; одобрена после рецензирования 16.08.2026; принята к публикации 06.09.2026.
The article was submitted 02.08.2026; approved after reviewing 16.08.2026; accepted for publication 06.09.2026

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья
УДК 637.1

СЕНСОРНЫЙ АНАЛИЗ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Игорь Николаевич Ким[1], Андрей Эдуардович Комин[2]

[1]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Росинформагротех», Правдинский, Россия
[2]Приморский государственный аграрно-технологический университет, Уссурийск, Россия

Аннотация.

В статье рассмотрены теоретические и методические аспекты сенсорного восприятия и органолептической оценки молока и молочных продуктов. Раскрыта роль вкусовой, обонятельной, зрительной и соматосенсорной систем в формировании целостного сенсорного профиля пищевой продукции. Обосновано разграничение понятий «вкус» и «флейвор» как основы профессионального описания органолептических свойств. Охарактеризованы типичные сенсорные признаки молока, включая чистый, приятный, слегка сладковатый вкус, а также основные виды нежелательных вкусов и привкусов. Рассмотрено влияние химического состава, молочного жира, тепловой обработки, условий хранения и технологических процессов на формирование вкусоароматических характеристик молока. Проанализированы основные требования к организации сенсорного анализа, подготовке дегустационной комиссии, стандартизации условий проведения дегустации и использованию эталонов и дескрипторов. Показано значение органолептического анализа для контроля качества, выявления технологических дефектов и оценки стабильности сенсорных характеристик молочной продукции. Отмечена необходимость комплексного сочетания сенсорных, инструментальных и физико-химических методов при разработке и совершенствовании молочной продукции. Определены современные направления развития отрасли, связанные с натуральностью состава, безопасностью ингредиентов, концепцией «чистой этикетки», технологическими инновациями и повышением экологической эффективности производства.
Ключевые слова: сенсорный анализ, органолептический анализ, молоко, молочные продукты, сенсорное восприятие, вкус, флейвор, аромат, органолептические свойства, дегустационная комиссия, дегустатор, дескрипторы, качество молока, тепловая обработка, молочный жир, технологические дефекты.
Для цитирования: Ким И. Н., Комин А. Э. Сенсорный анализ молока и молочных продуктов / И. Н. Ким, А. Э. Комин // Аграрный вестник Приморья. - 2026. - № 3(43). - С. 27-45.

Original article

SENSORY ANALYSIS OF MILK AND DAIRY PRODUCTS

Igor N. Kim[1], Andrey E. Komin[2]

[1]Federal State Budgetary Scientific Institution "Rosinformagrotech", Pravdinsky, Russia
[2]Primorsky State Agrarian and Technological University, Ussuriysk, Russia

Abstract.

The article examines the theoretical and methodological aspects of sensory perception and organoleptic evaluation of milk and dairy products. The role of the gustatory, olfactory, visual, and somatosensory systems in forming an integrated sensory profile of food products is discussed. The distinction between the concepts of “taste” and “flavor” is substantiated as a basis for the professional description of organoleptic properties. Typical sensory characteristics of milk, including its clean, pleasant, slightly sweet taste, as well as the main types of undesirable tastes and off-flavors, are described. The influence of chemical composition, milk fat, heat treatment, storage conditions, and technological processes on the development of the flavor characteristics of milk is examined. The main requirements for organizing sensory analysis, training and preparing a sensory panel, standardizing tasting conditions, and using reference standards and descriptors are analyzed. The significance of organoleptic analysis for quality control, detection of technological defects, and assessment of the stability

of sensory characteristics of dairy products is demonstrated. The necessity of combining sensory, instrumental, and physicochemical methods in the development and improvement of dairy products is emphasized. Current trends in the dairy industry associated with natural composition, ingredient safety, the clean-label concept, technological innovation, and improved environmental efficiency of production are identified.
Keywords: sensory analysis, organoleptic analysis, milk, dairy products, sensory perception, taste, flavor, aroma, organoleptic properties, sensory panel, taster, descriptors, milk quality, heat treatment, milk fat, technological defects.
For citation: Kim I. N., Komin A. E. Sensory analysis of milk and dairy products. Agrarian Bulletin of Primorye. 2026;(3(43)): 27-45. (In Russ.).

Введение.

Сенсорное восприятие пищевой продукции представляет собой сложный физиологический и психофизиологический процесс, в ходе которого физические и химические стимулы преобразуются рецепторными системами человека в нервные сигналы, обеспечивающие формирование целостного представления о свойствах продукта [16, 29, 38, 44]. При оценке пищевых продуктов задействованы вкусовая, обонятельная, зрительная и соматосенсорная системы, а в ряде случаев существенное значение имеет также слуховое восприятие. Совокупность возникающих ощущений определяет сенсорный профиль продукта и оказывает существенное влияние на его потребительское восприятие [29, 38].

Сенсорный анализ является одним из методов оценки качества пищевой продукции и основан на систематизированном использовании органов чувств человека. В профессиональной практике важно разграничивать понятия «сенсорный анализ» и «органолептический анализ», поскольку последнее является более узким понятием, относящимся преимущественно к оценке пищевых продуктов с помощью зрения, обоняния, вкуса, осязания и слуха [22, 28]. Качественная сенсорная характеристика может выражаться с помощью дескрипторов, а интенсивность отдельных ощущений — посредством количественных шкал [22].

Особое значение сенсорный анализ приобретает при оценке молока и молочных продуктов, поскольку их потребительские свойства в значительной степени определяются вкусом, запахом, ароматом, консистенцией, цветом и общим характером сенсорного профиля [3, 21, 37, 45]. При этом сенсорные характеристики связаны не только с химическим составом сырья, но и с содержанием молочного жира, технологическими режимами обработки, условиями хранения и особенностями производства [43, 45].

Профессиональная оценка молочной продукции требует разграничения понятий «вкус» и «флейвор». Вкус представляет собой ощущение, возникающее при воздействии растворенных химических веществ на вкусовые рецепторы, тогда как флейвор является более сложным комплексом ощущений, формируемым взаимодействием вкусовых, обонятельных и соматосенсорных стимулов [1, 16, 44, 49, 54]. Такое разграничение имеет принципиальное значение для корректного описания органолептических свойств пищевой продукции.

Для молока характерным считается чистый, приятный, слегка сладковатый вкус без посторонних привкусов и запахов [37, 45]. Отклонения от типичного сенсорного профиля могут свидетельствовать о качестве сырья, нарушении условий производства, хранения или транспортирования, а также о развитии различных технологических и микробиологических дефектов [13, 18, 37, 45].

Целью настоящей работы является рассмотрение теоретических и методических аспектов сенсорного восприятия и органолептической оценки молока и молочных продуктов, а также систематизация факторов, определяющих формирование их вкусоароматических характеристик и возможность использования сенсорного анализа для контроля качества.

Материалы и методы. В работе использованы методы анализа и обобщения научной, учебной и профессиональной литературы, посвященной сенсорному восприятию пищевых продуктов, органолептическому анализу, физиологии вкуса и обоняния, химии молока и технологии молочной продукции [16, 28, 43, 45]. Дополнительно рассмотрены публикации, посвященные практическому применению сенсорного анализа при оценке молока, сыров, кисломолочных и других молочных продуктов [3, 21, 23, 31, 37].

При органолептической оценке молока и молочных продуктов целесообразно учитывать внешний вид, цвет, консистенцию, запах, аромат, вкус, послевкусие и наличие посторонних оттенков. Для профессиональной характеристики отдельных признаков используются стандартизированные термины и дескрипторы, позволяющие повысить сопоставимость результатов между различными испытателями и исследованиями [21, 22, 28].

Организация сенсорного анализа предполагает стандартизацию условий проведения испытаний. Образцы одного вида продукции должны оцениваться при сопоставимых температурных условиях, в одинаковой или максимально близкой посуде и в одинаковых количествах. Для молока, сливок и кисломолочных продуктов при проведении дегустации может использоваться около 50 см³ образца на одного дегустатора, что позволяет выполнить несколько последовательных оценок [3, 28]. Образцы рекомендуется кодировать и предъявлять в порядке, исключающем

влияние последовательности их представления на результат оценки.

При проведении анализа необходимо учитывать физиологическое состояние дегустаторов. На чувствительность сенсорных систем могут влиять внимание, эмоциональное состояние, степень голода или насыщения, утомление, состояние здоровья и другие индивидуальные факторы [16, 44, 51, 53]. Поэтому перед проведением исследования целесообразно исключать факторы, способные существенно изменять чувствительность органов чувств. В частности, рекомендуется ограничивать курение и употребление кофе непосредственно перед дегустацией, а также избегать проведения анализа сразу после приема значительного количества пищи [28].

Для восстановления чувствительности рецепторных систем между образцами используют питьевую воду, позволяющую освободить полость рта от остатков предыдущего образца. Особое значение имеет предотвращение сенсорной адаптации, при которой продолжительное воздействие одного и того же стимула приводит к снижению интенсивности его восприятия [16, 51]. При одновременном воздействии нескольких стимулов возможно также взаимное усиление или подавление отдельных ощущений [44].

Для подготовки дегустационной комиссии применяются эталонные и модельные образцы, позволяющие сформировать у испытателей устойчивое представление об интенсивности и характере различных вкусовых и ароматических ощущений [21, 22, 28]. Подготовка дегустаторов должна включать развитие способности распознавать основные вкусовые ощущения, различать интенсивность стимулов и использовать единообразную терминологию при описании образцов. Для профессиональной оценки особенно важно обучение работе с дескрипторами, поскольку субъективное словесное описание без унифицированной терминологии затрудняет сопоставление результатов [22, 29].

При оценке молока и молочных продуктов следует учитывать как типичные, так и нетипичные сенсорные признаки. К числу основных показателей относятся характерные вкус и запах, выраженность аромата, однородность консистенции, цвет и отсутствие посторонних включений. При обнаружении выраженного дефекта по одному из определяющих показателей дальнейшая оценка может быть ограничена в соответствии с принятой методикой [3, 28].

Результаты и обсуждение. Сенсорный профиль молока формируется в результате взаимодействия большого количества химических соединений и физических характеристик продукта. Его восприятие не может быть сведено к одному вкусовому или ароматическому признаку, поскольку итоговое ощущение является результатом одновременного воздействия вкусовых, обонятельных и соматосенсорных стимулов [1, 16, 43, 45, 54].

Вкус является одним из наиболее значимых органолептических показателей молока. Для доброкачественного молока характерен чистый, приятный, слегка сладковатый вкус, который формируется под влиянием состава молока и прежде всего присутствия лактозы, минеральных компонентов, белков и жиров [37, 43, 45]. При этом молочный вкус является сложным комплексом ощущений, в котором собственно вкусовые характеристики взаимодействуют с ароматом и ощущениями, возникающими при контакте продукта с полостью рта [1, 37, 44].

В физиологическом отношении вкусовое восприятие связано с рецепторным распознаванием химических веществ, последующей передачей сигнала по нервным путям и его обработкой центральной нервной системой [44, 51, 56]. К традиционно выделяемым основным вкусам относятся сладкий, кислый, соленый, горький и умами. В научной литературе обсуждается вопрос о границах понятия «основной вкус» и возможности выделения дополнительных вкусовых модальностей [9, 46, 47]. В профессиональном сенсорном анализе, кроме основных вкусов, могут использоваться характеристики, связанные с металлическим, щелочным, вяжущим и другими ощущениями [22, 31].

Флейвор представляет собой более сложную характеристику, формирующуюся в результате взаимодействия вкусовых и обонятельных ощущений с текстурой и другими соматосенсорными сигналами [1, 16, 49, 50, 54]. Существенную роль играет ретроназальное восприятие: летучие соединения поступают из полости рта в носовую полость и воспринимаются обонятельными рецепторами, вследствие чего ощущения вкуса и аромата объединяются в единый перцептивный образ [1, 16, 44].

Для молока принципиальное значение имеет молочный жир. Значительная часть вкусоароматических соединений способна концентрироваться в жировой фазе, вследствие чего изменение содержания и состояния молочного жира может отражаться на интенсивности и характере сенсорных ощущений [43, 45]. В связи с этим показатели жирности следует рассматривать не только с позиции пищевой и энергетической ценности продукта, но и с точки зрения формирования его сенсорного профиля.

На вкус и аромат молока существенно влияет тепловая обработка. Пастеризация и стерилизация вызывают изменения белковых компонентов и других веществ, участвующих в формировании вкусоароматических характеристик, вследствие чего сенсорный профиль обработанного молока отличается от характеристик сырого продукта [43, 45]. При повышении температуры и увеличении продолжительности воздействия усиливается вероятность формирования специфических термически обусловленных ароматических оттенков. Общие закономерности образования

ароматических соединений при тепловой обработке пищевого сырья рассматриваются в работах по химии и технологии ароматов [50, 54, 57].

Изменение вкуса молока может происходить также в процессе хранения. На сенсорные характеристики влияют окислительные процессы, взаимодействие компонентов продукта с кислородом, светом и упаковочными материалами, а также развитие нежелательной микрофлоры [13, 27, 37, 45]. Поэтому сенсорные показатели имеют значение не только при приемке и выпуске продукции, но и при оценке ее стабильности в течение установленного срока хранения.

Отклонения от характерного вкусового профиля молока могут проявляться в виде кормового, затхлого, гнилостного, плесневелого, прогорклого, окисленного, горького, соленого и других посторонних привкусов. Причины их возникновения могут быть связаны с кормлением животных, состоянием сырья, условиями содержания и доения, контактом с посторонними веществами, нарушением технологических режимов или условий хранения [13, 37, 45]. Наличие выраженного постороннего вкуса или запаха снижает качество продукции и может служить признаком нарушения технологического процесса.

Распознавать и правильно описывать вкус молочных продуктов можно, проводя дегустации специально приготовленных растворов модельных образцов, имитирующих тот или иной вкус. Проводится такая дегустация на основе эталонов основного вкуса и выбранных свойствах молочных продуктов [33, 48, 54]. Эталоны оценивают при той же температуре, что и молочные продукты, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Эталонные вкусы молочных продуктов

Основной вкус	Эталонный продукт	Концентрация	Приготовление
Кислый	Молочная или лимонная кислота	0,3 г/дм3 (0,03 % раствор, масса на объем)	0,3 г молочной кислоты + 1 дм3 воды
Горький	Кофеин	0,3 г/дм3 (0,03 % раствор, масса на объем)	0,3 г кофеина + 1 дм3 воды
Соленый	Поваренная соль	2 г/дм3 (0,02 % раствор, масса на объем)	2 г NaCl + 1 дм3 воды
Сладкий	Сахароза	10 г/дм3 (10 % раствор, масса на объем)	10 г сахарозы + 1 дм3 воды

Для кисломолочных продуктов характерны дополнительные сенсорные особенности, связанные с процессами ферментации. В зависимости от вида продукции определяющими признаками являются выраженность кислотности, характер аромата, консистенция и однородность. Нарушение параметров сквашивания может приводить к чрезмерно кислому или, напротив, недостаточно выраженному вкусу. На органолептические характеристики также могут влиять состав заквасочной культуры, активная кислотность и технологические параметры производства [5, 33, 45].

В молочной продукции могут возникать различные технологические дефекты вкуса. Так, для плавленых сыров характер изменения вкуса может быть связан с активной кислотностью, составом сырья и условиями производства [18, 33]. Различные пороки консистенции и вкуса могут формироваться в процессе созревания сыров и зависеть от сочетания биохимических, микробиологических и физико-химических факторов [18, 32, 45]. Для предупреждения таких дефектов необходим систематический контроль сырья, технологических параметров и сенсорных характеристик готового продукта.

Органолептическая оценка позволяет выявлять изменения качества еще до того, как они становятся очевидными по отдельным физико-химическим показателям. Именно поэтому сенсорный анализ используется при разработке новых продуктов, сравнении экспериментальных образцов, контроле стабильности серий и оценке потребительских характеристик продукции [3, 21, 23, 25, 29]. При разработке новых молочных продуктов органолептическая оценка позволяет установить, насколько изменение рецептуры или технологического режима отражается на вкусе, аромате, консистенции и общем сенсорном восприятии [10, 23, 34].

Важной особенностью сенсорного анализа является его комплексный характер. В отличие от многих инструментальных методов, каждый из которых характеризует отдельный показатель, сенсорная оценка позволяет одновременно учитывать совокупность признаков, непосредственно воспринимаемых человеком. Вместе с тем результаты зависят от индивидуальной чувствительности испытателей, поэтому для повышения надежности необходимо стандартизировать процедуру, проводить обучение дегустаторов и использовать количественные методы обработки результатов [21, 22, 28, 29].

Внешние условия также могут изменять восприятие пищевого продукта. На сенсорную оценку способны влиять освещение, температура, используемая посуда, последовательность представления образцов и даже фоновые звуки [52, 58]. Поэтому стандартизация условий является необходимой предпосылкой получения воспроизводимых результатов.

Существенное значение имеет и правильный выбор терминологии. Использование конкретных дескрипторов вместо неопределенных характеристик типа «хороший вкус» или «неприятный запах» позволяет перейти от общей субъективной оценки к структурированному описанию сенсорного профиля [21, 22]. Например, вместо общей характеристики «посторонний вкус» могут применяться более конкретные определения —

«горький», «окисленный», «кормовой», «затхлый», «прогорклый» и т. д. Такой подход повышает информативность результатов и облегчает установление возможной причины дефекта.

Сенсорный анализ имеет значение также для оценки соответствия продукта ожиданиям потребителей. Восприятие вкуса и аромата связано не только с физиологическими механизмами, но и с предыдущим сенсорным опытом человека, культурными особенностями и контекстом потребления [16, 29, 38, 44]. В связи с этим при разработке новых продуктов целесообразно сочетать экспертную сенсорную оценку с потребительскими исследованиями.

Современные технологии молочной промышленности ориентированы на расширение ассортимента, создание продуктов с заданными функциональными свойствами и совершенствование их сенсорных характеристик [12, 17, 20, 39, 40]. Использование компонентов растительного происхождения, функциональных ингредиентов и новых технологических решений требует обязательной оценки их влияния на вкус, аромат, консистенцию и общую приемлемость продукции [10, 17, 23].

Отдельное направление связано с разработкой продуктов с измененным составом и функциональной направленностью. При этом изменение рецептуры может приводить к изменению привычного сенсорного профиля молочной продукции, поэтому задача технолога заключается не только в обеспечении заданной пищевой или функциональной ценности, но и в сохранении приемлемых органолептических характеристик [10, 17, 23]. В этом отношении сенсорный анализ становится инструментом оптимизации рецептуры и технологического процесса.

Для современной молочной промышленности характерен также интерес к натуральности состава, безопасности ингредиентов и концепции «чистой этикетки». Эти тенденции связаны с изменением потребительских ожиданий и необходимостью повышения прозрачности состава пищевой продукции [12, 20, 39, 40, 42]. При использовании новых ингредиентов необходимо оценивать не только их технологическую эффективность, но и возможное влияние на сенсорный профиль продукта [2, 10, 34].

Органолептические показатели имеют значение и при оценке фальсификации молочной продукции. Изменение состава, использование заменителей или компонентов, не предусмотренных рецептурой, может сопровождаться изменением вкуса, аромата, консистенции и других сенсорных характеристик [7, 30]. Однако сенсорный анализ в данном случае не может рассматриваться как единственный метод подтверждения фальсификации и должен дополняться инструментальными и физико-химическими исследованиями.

Таким образом, сенсорный анализ молока и молочных продуктов представляет собой комплексный метод оценки, позволяющий выявлять характерные и нежелательные признаки продукции, контролировать стабильность ее качества и получать информацию, необходимую для совершенствования технологии. Наиболее надежные результаты достигаются при сочетании стандартизированной сенсорной процедуры с инструментальными и физико-химическими методами исследования [21, 28, 29].

Заключение. Сенсорный анализ молока и молочных продуктов представляет собой важный инструмент оценки качества, позволяющий комплексно характеризовать вкус, аромат, внешний вид, консистенцию и другие свойства продукции. Формирование сенсорного профиля определяется совокупным воздействием химического состава, состояния молочного жира, технологических режимов, условий хранения и физиологических особенностей восприятия человека [16, 43, 45].

Для молока характерным сенсорным признаком является чистый, приятный, слегка сладковатый вкус. Отклонения от данного профиля могут проявляться в виде кормовых, затхлых, горьких, прогорклых, окисленных и других посторонних вкусов и запахов и служить индикаторами изменений качества сырья или нарушения технологических условий [13, 37, 45]. При производстве кисломолочных продуктов и сыров дополнительно учитываются признаки, связанные с процессами ферментации, созревания и изменением активной кислотности [18, 32, 33].

Важным условием объективизации сенсорной оценки является стандартизация процедуры, подготовка дегустационной комиссии, использование эталонов и дескрипторов, контроль условий проведения анализа и учет физиологических факторов, влияющих на чувствительность испытателей [21, 22, 28, 29]. При этом сенсорная оценка не исключает необходимости применения инструментальных и физико-химических методов, а дополняет их, позволяя получить комплексную характеристику качества продукции.

Современное развитие молочной отрасли сопровождается расширением ассортимента, разработкой функциональных продуктов, использованием новых ингредиентов и совершенствованием технологических процессов [10, 17, 23, 39, 40]. Одновременно возрастает значение натуральности состава, безопасности ингредиентов, прозрачности информации о продукции и концепции «чистой этикетки» [12, 20, 42]. Все эти изменения требуют обязательной оценки их влияния на сенсорные характеристики готовых продуктов.

Перспективным направлением является комплексная оценка инновационных молочных продуктов с учетом не только их пищевой и функциональной ценности, но и сенсорного профиля, потребительской приемлемости, стабильности

при хранении и технологической воспроизводимости [11, 23, 27]. В условиях повышения требований к экологической эффективности производства дополнительное значение приобретает оценка технологических решений с учетом ресурсосбережения и экологических характеристик продукции [12, 39, 40].

Таким образом, совершенствование сенсорного анализа молока и молочных продуктов должно основываться на сочетании стандартизированных методов органолептической оценки, профессиональной подготовки дегустаторов, использования унифицированной терминологии и количественной обработки результатов с современными инструментальными и физико-химическими методами исследования. Такой комплексный подход позволяет повысить объективность контроля качества и одновременно учитывать изменения потребительских требований к вкусу, аромату, натуральности и функциональным свойствам молочной продукции.

Список источников

1. Аромат больше, чем вкус / Перевод с английского Т. Яковлевой. – СПб.: Страта, 2019. – 96 с.
2. Бабкина Н. Г. Ингредиенты для создания широкого спектра вкусов в сырах // Переработка молока, 2022. — №8. – С.14-15.
3. Баша Татьяна. Органолептическое тестирование молочной продукции // Молочная промышленность, 2018. — №1. – С.49-51.
4. Валихов А. Ф. Этические вопросы безопасности пищевой продукции // Молочная промышленность, 2018. — №3. – С.15-17.
5. Васильев И. В., Матвеева О. А. Эффективное производство сметаны в современных условиях // Молочная река, — 2022. — №4. — С.34-36.
6. Вкусные молочные продукты на каждый день // Молочная промышленность, 2022. - №9. - С.32-34.
7. В ультрапастеризованном молоке обнаружены растительные жиры // Молочная река, 2022. — №2. – С.56-58.
8. Гарантия вкуса безмолочных изделий // Молочная промышленность, 2021. — №11. – С.14-15.
9. Габриель А. С., Комура М., Унеяма Х., Кимура Э., Коуда Т., Фурахата Э., Кимура Т. Разгадка тайны пятого вкуса // Мясные технологии, 2013. — №10. – С.44-50.
10. Гаптар С. Л., Тарабанова Е. В., Лисиченок О. В., Сороколетов О. Н., Колесникова И. В. Использование компонентов растительного происхождения для производства функциональных молочных продуктов // Молочная река, 2020. - №1. – С.50-53.
11. Герт ван ден Ховен. Сохранение сыра с использованием успешных технологий // Переработка молока, 2022. — №3. – С.30-32.
12. Глобальные тренды российского рынка // Молочная промышленность, 2019. — № 11. – С.6-7.
13. Губина И. Сохраняя качество и вкусовые характеристики продукта // Молочная река, 2019. — №2. – С.48-49.
14. Губина И. Постоянство качества и оригинальные вкусовые характеристики продукта: ароматизаторы «Баттер грейнс» // Переработка молока, 2022. — №2. – С.42-43.
15. Гудков А. В. Сыроделие: технологические, биофизические и физико-химические аспекты. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 800 с.
16. Дерндорфен Е. Сенсорика. Как люди воспринимают продукты питания / Пер.с немецкого. – Харьков: Гуманитарный центр, 2019. – 256 с.
17. Джеймс Д. Баланс между решениями на растительной основе и традиционными молочными продуктами крайне важен для отрасли // Молочная река, 2023. — №2. – С.20-24.
18. Дунаев А. В. Возникновение пороков вкуса плавленного сыра и меры по их предупреждению // Переработка молока, 2022. — №12. – С.12-14.
19. Евстигнеев С. В., Васильев В. В., Авроров В. А., Тутов Н. Д., Перекусихин М. В. Питание и здоровье населения: мониторинг, анализ, тенденции. – Старый Оскол: ТНТ, 2020. – 272 с.
20. Еда будущего – какая она. Продукты питания нового // Молочная река, 2019.-№2.14-15.
21. Заворохина Н. В., Феофилактова О. В. Сенсорный анализ при сравнительной оценке жировой продукции Европейского союза: инновации и тренды // Сыроделие и маслоделие, 2022. — №6. – С.38-41.
22. Заворохина Н. В. Новые стандарты в области органолептического анализа пищевых продуктов // Молочная промышленность, 2017.-№9.-С.24-25.
23. Золотин А. Ю., Симоненко С. В., Кудряшова О. В., Симоненко Е. С. Разработка продукта на основе козьего молока: органолептическая оценка экспериментальных образцов // Пищевая промышленность, 2023. — №10. – С.66-70.
24. Иванов Н. В., Дунаев А. В., Топникова Е. В. Производство продуктов маслоделия в современных условиях и перспективы развития // Переработка молока, 2023. — №6. – С.6-9.
25. Искакова А. Искусство запуска новых продуктов // Молочная промышленность, 2021. — № 10. – С.52-53.
26. Кесслер Д. А. Еще кусочек. Как взять под контроль зверский аппетит и перестать постоянно думать о том, что пожевать / Пер. с английс. И. Чорного. — М.: Эксмо, 2018. – 368 с.
27. Килкаст Д., Субраманиами П. Стабильность и срок годности. Мясо и рыбопродукты / Перевод с английского Ю. Г. Базарновой. – СПб.: ИД «Профессия», 2012. – 420 с.
28. Ким Г. Н., Ким И. Н., Сафронова Т. М., Мегеда Е. В. Сенсорный анализ продуктов переработки рыбы и беспозвоночных. - СПб.: Лань, 2014.-512 с.
29. Ким И. Н., Бредихин С. А., Новикова А. В., Фенина Т. В. О сенсорном потенциале пищевых продуктов и его влиянии на их потребление // ВИНИТИ. Серия «Экологическая экспертиза», 2020. — №2. – С.2-54.
30. Ким И. Н. О фальсификации продуктов из сырья животного происхождения на примере мясных

и молочных продуктов // ВИНИТИ. Серия «Экологическая экспертиза», 2020. — №6. – С.2-82.
31. Меркулова Н. Г. Определение вкуса продуктов // Молочная промышленность, 2016. — №12. – С.40-41.
32. Мордвинова В. А., Остроухова И. Л., Ильина С. Г. Вопросы практического сыроделия: возможные причины возникновения некоторых пороков консистенции созревающих сыров // Маслоделие и сыроделие, 2021. – №6. – С.24-26.
33. Мягконосов Д. С., Мордвинова В. А., Калабушкин В. В., Абрамов Д. В., Алексеева Е. В. Влияние активной кислотности на формирование вкуса плавленых сыров // Сыроделие и маслоделие, 2020. — №1. – С.24-26.
34. Семенова Е. С., Симоненко С. В., Симоненко Е. С., Щетникова М. Ю. Исследование влияния вкусоароматических ингредиентов на органолептические показатели ароматизаторов // Пищевая промышленность, 2024. — №6. — С.68-71.
35. Новиков В. Б. Сметанно-полезная жирность // Молочная река, 2019. — №3. – С.28-32.
36. Новиков В. Б. Творог: консерватизм и инновации // Молочная река, 2022. — №1. – С.30-36.
37. Новокшанова А. Л. Вкус молока // Переработка молока, 2020. — №9. – С.18-20.
38. Спесс Ч. Гастрофизика: новая наука о питании. – М.: КоЛибри, 2019. – 352 с.
39. Современные тренды молочной отрасли // Молочная промышленность, 2019. — №4. – С.4-6.
40. Стартапы и молочные продукты нового поколения // Молочная река, 2023. — №2. – С.10-14.
41. Суховерхова Е. Б. Вкусные молочные продукты на каждый день // Молочная промышленность, 2022. – №9. – С.32-34.
42. Тенденции на рынке растительных продуктов // Молочная промышленность, 2019. — № 11. – С.52-53.
43. Тепел А. Химия и физика молока. – СПб. Профессия, 2012. – 832 с.
44. Холмс Б. Вкус: наука о самом малоизученном человеческом чувстве. – М.: Альпина Паблишер, 2018. – 348 с.
45. Шидловская В. П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов. – М.: Колос, 2000. – 280 с.
46. Delwiche J. Are there "basic" tastes? Trends in Food Science & Technology. — 1996. — No. 7. — P. 411-415.
47. Erikson R. P. A study of the science of taste: On the origins and influence of the core ideas', Behavioral and Brain Sciences. — 2008. — No. 31. — P. 59-105.
48. Flavor of Meat, Meat Products and Seafood, 2nd edition / Edited by F. Shahidi. — London: Blackie Academic and Professional, 1998. — 429 p.
49. Flavour in food / Edited by A. Voilley and P. Etievant. — CSR Press, 2006. — 451 p.
50. Food Flavour Technology, 2nd edition / Edited by A. J. Taylor and R. S. T. Lin-forth. — Oxford: Wiley-Blackwell. — 2010. — 360 p.
51. Lindemann B. Taste reception. Physiological reviews. — 1996. — Vol. 76. -No.3. — P. 719-766.
52. Piqueras-Fiszman V., Laughlin Z., Miodownik M., Spence C.: Tasting spoons: Assessing how the material of a spoon affects the taste of the food. Food Quality and Preference. -2012. –Vol. 24. – P. 24-29.
53. Ramaekers M.G., Verhoef A., Gort G., Liming P. A., Boesveldt S.: Metabolie and Sensory Influences on Odor Sensitivity in Humans. Chemical Senses. – 2016. – Vol. 12. – P. 163-168.
54. Reineccius, G.A. Flavor Chemistry and Technology. — Boca Raton: Taylor & Francis, 2006. — 489 p.
55. Rodgers S., Busch I., Peter H., Christ-Hazelhof E. Building a tree of knowledge: analysis of bitter molecules. Chemical senses. — 2005. — Vol. 30. — No. 7. — P. 547-557.
56. Stewart R.E., DeSimone J.A., Hill D.L. New perspectives in gustatory physiology: transduction, development, and plasticity. American journal of physiology. — 1997. — Vol. 272. — No. 1. — P. 1-26.
57. Thermal Generation of Aromas / Edited by T. H. Parliment, R. J. McGorrin and C.-T. Ho. — Washington, DC : ACSSymposium Series, Vol. 409, American Chemical Society, 1989. — 560 p.
58. Woods A.T., Poliakoff E., Lloyd D.M., Kuenzel J., Hodson R., Gonda H., Batchelor J., Dijksterhuis G.B., Thomas A.: Effect of background noise on food perception. Food Quality and Preference. – 2011. – Vol. 22. – P. 42-47.

References

1. Aromat bolshe, chem vkus [Aroma is more than taste] / Perevod s angliiskogo T. Yakovlevoi. – Saint Petersburg: Strata, 2019. – 96 p. (In Russ.).
2. Babkina N. G. Ingredienty dlya sozdaniya shirokogo spektra vkusov v syrakh [Ingredients to create a wide range of flavors in cheeses]. Pererabotka moloka, 2022. — No. 8. – P. 14-15. (In Russ.).
3. Basha Tatyana. Organolepticheskoe testirovanie molochnoi produktsii [Organoleptic testing of dairy products]. Molochnaya promyshlennost, 2018. — No. 1. – P. 49-51. (In Russ.).
4. Valikhov A. F. Eticheskie voprosy bezopasnosti pishchevoi produktsii [Ethical issues of food safety]. Molochnaya promyshlennost, 2018. — No. 3. – P. 15-17. (In Russ.).
5. Vasilev I. V., Matveeva O. A. Effektivnoe proizvodstvo smetany v sovremennykh usloviyakh [Efficient production of sour cream in modern conditions]. Molochnaya reka, — 2022. — No. 4. — P. 34-36. (In Russ.).
6. Vkusnye molochnye produkty na kazhdyi den [Delicious dairy products for every day]. Molochnaya promyshlennost, 2022. — No. 9. – P. 32-34. (In Russ.).
7. V ultrapasterizovannom moloke obnaruzheny rastitelnye zhiry [Vegetable fats found in ultra-pasteurized milk]. Molochnaya reka, 2022. — No. 2. – P. 56-58. (In Russ.).

8. Garantiya vkusa bezmolochnykh izdelii [Guaranteed taste of dairy-free products]. Molochnaya promyshlennost, 2021. — No. 11. – P. 14-15. (In Russ.).
9. Gabriel A. S., Komura M., Uneyama Kh., Kimura E., Kouda T., Furakhata E., Kimura T. Razgadka tainy pyatogo vkusa [Solving the mystery of the fifth taste]. Myasnye tekhnologii, 2013. — No. 10. – P. 44-50. (In Russ.).
10. Gaptar S. L., Tarabanova E. V., Lisichenok O. V., Sorokoletov O. N., Kolesnikova I. V. Ispolzovanie komponentov rastitelnogo proiskhozhdeniya dlya proizvodstva funktsionalnykh molochnykh produktov [Use of components of plant origin for the production of functional dairy products]. Molochnaya reka, 2020. — No. 1. – P. 50-53. (In Russ.).
11. Gert van den Khoven. Sokhranenie syra s ispolzovaniem uspeshnykh tekhnologii [Cheese preservation using proven technologies]. Pererabotka moloka, 2022. — No. 3. – P. 30-32. (In Russ.).
12. Globalnye trendy rossiiskogo rynka [Global trends of the Russian market]. Molochnaya promyshlennost, 2019. — No. 11. – P. 6-7. (In Russ.).
13. Gubina I. Sokhranyaya kachestvo i vkusovye kharakteristiki produkta [Keeping the quality and taste of the product]. Molochnaya reka, 2019. — No. 2. – P. 48-49. (In Russ.).
14. Gubina I. Postoyanstvo kachestva i originalnye vkusovye kharakteristiki produkta: aromatizatory «Batter greins» [Consistency of quality and original taste characteristics of the product: Butter Grains flavors]. Pererabotka moloka, 2022. — No. 2. – P. 42-43. (In Russ.).
15. Gudkov A. V. Syrodelie: tekhnologicheskie, biofizicheskie i fiziko-khimicheskie aspekty [Cheese making: technological, biophysical and physicochemical aspects]. – M.: DeLi print, 2003. – 800 p. (In Russ.).
16. Derndorfen E. Sensorika. Kak lyudi vosprinimayut produkty pitaniya [Sensory: How people perceive food] / Per.s nemetskogo. – Kharkov: Gumanitarnyi tsentr, 2019. – 256 p. (In Russ.).
17. Dzheims D. Balans mezhdu resheniyami na rastitelnoi osnove i traditsionnymi molochnymi produktami kraine vazhen dlya otrasli [The balance between plant-based solutions and traditional dairy products is critical for the industry]. Molochnaya reka, 2023. — No. 2. – P. 20-24. (In Russ.).
18. Dunaev A. V. Vozniknovenie porokov vkusa plavlennogo syra i mery po ikh preduprezhdeniyu [The occurrence of defects in the taste of processed cheese and measures to prevent them]. Pererabotka moloka, 2022. — No. 12. – P. 12-14. (In Russ.).
19. Evstigneev S. V., Vasilev V. V., Avrorov V. A., Tutov N. D., Perekusikhin M. V. Pitanie i zdorove naseleniya: monitoring, analiz, tendentsii [Nutrition and public health: monitoring, analysis, and trends]. – Staryi Oskol: TNT, 2020. – 272 p. (In Russ.).
20. Eda budushchego – kakaya ona. Produkty pitaniya novogo pokoleniya [The food of the future is what it is. Next Generation Foods]. Molochnaya reka, 2019. — No. 2. – 14-15. (In Russ.).
21. Zavorokhina N. V., Feofilaktova O. V. Sensornyi analiz pri sravnitelnoi otsenke zhirovoi produktsii Evropeiskogo soyuza: innovatsii i trendy [Sensory analysis in the comparative assessment of fat products of the European Union: innovations and trends]. Syrodelie i maslodelie, 2022. — No. 6. – P. 38-41. (In Russ.).
22. Zavorokhina N. V. Novye standarty v oblasti organolepticheskogo analiza pishchevykh produktov [New standards in the field of organoleptic analysis of food products]. Molochnaya promyshlennost, 2017. — No. 9. – P. 24-25. (In Russ.).
23. Zolotin A. Yu., Simonenko S. V., Kudryashova O. V., Simonenko E. S. Razrabotka produkta na osnove kozego moloka: organolepticheskaya otsenka eksperimentalnykh obraztsov [Goat milk-based product development: organoleptic evaluation of experimental samples]. Pishchevaya promyshlennost, 2023. — No. 10. – P. 66-70. (In Russ.).
24. Ivanov N. V., Dunaev A. V., Topnikova E. V. Proizvodstvo produktov maslodeliya v sovremennykh usloviyakh i perspektivy razvitiya [Production of butter products in modern conditions and development prospects]. Pererabotka moloka, 2023. — No. 6. – P. 6-9. (In Russ.).
25. Iskakova A. Iskusstvo zapuska novykh produktov [The Art of Launching New Products]. Molochnaya promyshlennost, 2021. — No. 10. – P. 52-53. (In Russ.).
26. Kessler D. A. Eshche kusochek. Kak vzyat pod kontrol zverskii appetit i perestat postoyanno dumat o tom, chto pozhevat [One more piece. How to take control of a brutal appetite and stop constantly thinking about what to chew] / Per. s angliis. I. Chornogo. — M.: Eksmo, 2018. – 368 p. (In Russ.).
27. Kilkast D., Subramaniami P. Stabilnost i srok godnosti. Myaso i ryboprodukty [Stability and shelf-life Meat and fish products] / Perevod s angliiskogo Yu. G. Bazarnovoi. – Saint Petersburg: ID «Professiya», 2012. – 420 p. (In Russ.).
28. Kim G. N., Kim I. N., Safronova T. M., Megeda E. V. Sensornyi analiz produktov pererabotki ryby i bespozvonochnykh [Sensory analysis of fish and invertebrate processing products]. – Saint Petersburg: Lan, 2014. – 512 p. (In Russ.).
29. Kim I. N., Bredikhin S. A., Novikova A. V., Fenina T. V. O sensornom potentsiale pishchevykh produktov i ego vliyanii na ikh potreblenie [About the sensory potential of food and its effect on their consumption]. VINITI. Seriya «Ekologicheskaya ekspertiza», 2020. — No. 2. – P. 2-54. (In Russ.).
30. Kim I. N. O falsifikatsii produktov iz syrya zhivotnogo proiskhozhdeniya na primere myasnykh i molochnykh produktov [On the falsification of products from raw materials of animal origin on the example of meat and dairy products]. VINITI. Seriya «Ekologicheskaya ekspertiza», 2020. — No. 6. – P. 2-82. (In Russ.).

31. Merkulova N. G. Opredelenie vkusa produktov [Determining the taste of products]. Molochnaya promyshlennost, 2016. — No. 12. – P. 40-41. (In Russ.).
32. Mordvinova V. A., Ostroukhova I. L., Ilina S. G. Voprosy prakticheskogo syrodeliya: vozmozhnye prichiny vozniknoveniya nekotorykh porokov konsistentsii sozrevayushchikh syrov [Practical cheese-making issues: possible causes of some flaws in the consistency of ripening cheeses]. Maslodelie i syrodelie, 2021. – No. 6. – P. 24-26. (In Russ.).
33. Myagkonosov D. S., Mordvinova V. A., Kalabushkin V. V., Abramov D. V., Alekseeva E. V. Vliyanie aktivnoi kislotnosti na formirovanie vkusa plavlenykh syrov [Influence of active acidity on the formation of the taste of processed cheeses]. Syrodelie i maslodelie, 2020. — No. 1. – P. 24-26. (In Russ.).
34. Semenova E. S., Simonenko S. V., Simonenko E. S., Shchetnikova M. Yu. Issledovanie vliyaniya vkusoaromaticheskikh ingredientov na organoleptic-heskie pokazateli aromatizatorov [Investigation of the effect of flavor ingredients on the organoleptic characteristics of flavors]. Pishchevaya promyshlennost, 2024. — No. 6. — P. 68-71. (In Russ.).
35. Novikov V. B. Smetanno-poleznaya zhirnost [Useful fat content of sour cream]. Molochnaya reka, 2019. — No. 3. – P. 28-32. (In Russ.).
36. Novikov V. B. Tvorog: konservatizm i innovatsii [Cottage cheese: conservatism and innovation]. Molochnaya reka, 2022. — No. 1. – P. 30-36. (In Russ.).
37. Novokshanova A. L. Vkus moloka [Taste of milk]. Pererabotka moloka, 2020. — No. 9. – P. 18-20. (In Russ.).
38. Spess Ch. Gastrofizika: novaya nauka o pitanii [Gastrophysics: The New Science of Nutrition]. – M.: KoLibri, 2019. – 352 p. (In Russ.).
39. Sovremennye trendy molochnoi otrasli [Modern trends in the dairy industry]. Molochnaya promyshlennost, 2019. — No. 4. – P. 4-6. (In Russ.).
40. Startapy i molochnye produkty novogo pokoleniya [Startups and next-generation dairy products]. Molochnaya reka, 2023. — No. 2. – P. 10-14. (In Russ.).
41. Sukhoverkhova E. B. Vkusnye molochnye produkty na kazhdyi den [Delicious dairy products for every day]. Molochnaya promyshlennost, 2022. – No. 9. – P. 32-34. (In Russ.).
42. Tendentsii na rynke rastitelnykh produktov [Trends in the market of herbal products]. Molochnaya promyshlennost, 2019. — No. 11. – P. 52-53. (In Russ.).
43. Tepel A. Khimiya i fizika moloka [Milk chemistry and physics]. – Saint Petersburg. Professiya, 2012. – 832 p. (In Russ.).
44. Kholms B. Vkus: nauka o samom maloizuchennom chelovecheskom chuvstve [Taste: the science of the least understood human sense]. – M.: Alpina Pablisher, 2018. – 348 p. (In Russ.).
45. Shidlovskaya V. P. Organolepticheskie svoistva moloka i molochnykh produktov [Organoleptic properties of milk and dairy products]. – M.: Kolos, 2000. – 280 p. (In Russ.).
46. Delwiche J. Are there "basic" tastes?. Trends in Food Science & Technology. — 1996. — No. 7. — P. 411-415.
47. Erikson R. P. A study of the science of taste: On the origins and influence of the core ideas', Behavioral and Brain Sciences. — 2008. — No. 31. — P. 59-105.
48. Flavor of Meat, Meat Products and Seafood, 2nd edition / Edited by F. Shahidi. — London: Blackie Academic and Professional, 1998. — 429 p.
49. Flavour in food / Edited by A. Voilley and P. Etievant. — CSR Press, 2006. — 451 p.
50. Food Flavour Technology, 2nd edition / Edited by A. J. Taylor and R. S. T. Lin-forth. — Oxford: Wiley-Blackwell. — 2010. — 360 p.
51. Lindemann B. Taste reception. Physiological reviews. — 1996. — Vol. 76. -No.3. — P. 719-766.
52. Piqueras-Fiszman V., Laughlin Z., Miodownik M., Spence C.: Tasting spoons: Assessing how the material of a spoon affects the taste of the food. Food Quality and Preference. -2012. –Vol. 24. – P. 24-29.
53. Ramaekers M.G., Verhoef A., Gort G., Liming P. A., Boesveldt S.: Metabolie and Sensory Influences on Odor Sensitivity in Humans. Chemical Senses. – 2016. – Vol. 12. – P. 163-168.
54. Reineccius, G.A. Flavor Chemistry and Technology. — Boca Raton: Taylor & Francis, 2006. — 489 p.
55. Rodgers S., Busch I., Peter H., Christ-Hazelhof E. Building a tree of knowledge: analysis of bitter molecules. Chemical senses. — 2005. — Vol. 30. — No. 7. — P. 547-557.
56. Stewart R.E., DeSimone J.A., Hill D.L. New perspectives in gustatory physiology: transduction, development, and plasticity. American journal of physiology. — 1997. — Vol. 272. — No. 1. — P. 1-26.
57. Thermal Generation of Aromas / Edited by T. H. Parliment, R. J. McGorrin and C.-T. Ho. — Washington, DC: ACSSymposium Series, Vol. 409, American Chemical Society, 1989. — 560 p.
58. Woods A.T., Poliakoff E., Lloyd D.M., Kuenzel J., Hodson R., Gonda H., Batchelor J., Dijksterhuis G.B., Thomas A.: Effect of background noise on food perception. Food Quality and Preference. – 2011. – Vol. 22. – P. 42-47.

Игорь Николаевич Ким, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела научно-информационного обеспечения инновационного развития АПК, in.kim@rosinformagrotech. ru — уточнить e-mail
Андрей Эдуардович Комин, кандидат сельскохозяйственных наук, ректор, lesfak11@mail.ru

Igor N. Kim, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of the Department of Scientific and Information Support for Innovative Development of the AIC, in.kim@rosinformagrotech. ru — clarify e-mail
Andrey E. Komin, Candidate of Agriculture, Rector, lesfak11@mail.ru

Вклад авторов: Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Contribution of the authors: all the authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 19.07.2026; одобрена после рецензирования 02.08.2026; принята к публикации 16.08.2026.
The article was submitted 19.07.2026; approved after reviewing 02.08.2026; accepted for publication 16.08.2026

Научная статья
УДК 636.082/44.12

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА ВАЛУШКОВ НА ЛИПИДНЫЙ СОСТАВ И ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

Владимир Иванович Косилов

Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия

Аннотация.

В статье представлены результаты изучения влияния генотипа чистопородных валушков романовской породы (Iгр.), её помесей первого поколения с эдильбаевской породой (½ эдильбай х ½ романовская – II гр.) и второго поколения (¾ эдильбай х ¼ романовская – III гр.) на липидный состав и экологическую безопасность мышечной ткани. Установлено, что при убое в 10 мес содержание холестерина в ней у валушков I гр. составляло 130,2 мг %, II и III гр. 126,4 и 124,7 мг%, триглицеридов соответственно 6560 мг%, 6612 и 6689 мг%, липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) – 3,30 мг%, 2,92 и 2,78 мг%, липопритеидов высокой плотности (ЛПВП) – 2,63 мг %, 2,89 и 3,18 мг %. При этом концентрация цинка в мышечной ткани молодняка подопытных групп находились в пределах 127,0-128,1 мкг/кг, кадмия – 6531-6614 мкг/кг, меди – 2,98-3,01 мкг/кг, свинца – 2,84-2,88 мкг/кг без существенных межгрупповых различий. Мышьяк и ртуть в мышечной ткани валушков не обнаружены. При этом содержание радионуклеидов цезия 137, стронция - 90, а также КМАФАМ- было существенно ниже предельно допустимых концентраций (ПДК).

Ключевые слова: овцеводство, романовская порода, помеси с эдильбаевской породой, валушки, мышечная ткань, липидный состав, тяжёлые металлы, радионуклиды

Для цитирования: Косилов В. И. Влияние генотипа валушков на липидный состав и экологическую безопасность мышечной ткани / В. И. Косилов // Аграрный вестник Приморья. - 2026. - № 3(43). - С. 46-51.

Original article

EFFECT OF WETHER GENOTYPE ON LIPID COMPOSITION AND ENVIRONMENTAL SAFETY OF MUSCLE TISSUE

Vladimir I. Kosilov

Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

Abstract.

The article presents the results of studying the effect of the genotype of purebred Romanovian boulders (Igr.), its first–generation hybrids with the Edilbai breed (½ Edilbai x ½ Romanovskaya – II gr.) and the second generation (¾ edilbai x ¼ Romanovskaya - III gr.) on the lipid composition and environmental safety of muscle tissue. It was found that at slaughter at 10 months, the cholesterol content in it in boulders of 1 gr. was 130.2 mg%, 2 and 3 gr. 126.4 and 124.7 mg%, triglycerides 6560 m%, 6612 and 6689 m%, respectively, low–density lipoproteins (LDL) - 3.30 m%, 2.92 and 2.78 m%, high-density lipoproteins (HDL) – 2.63 mg%, 2.89 and 3.18 mg%. At the same time, the concentration of zinc in the muscle tissue of young animals of the experimental groups was in the range of 127.0-128.1 micrograms / kg, cadmium – 6531-6614 micrograms/ kg, copper – 2.98-3.01 micrograms/kg, lead – 2.84-2.88 micrograms/kg without significant intergroup differences. Arsenic and mercury were not detected in the muscle tissue of the boulders. At the same time, the content of radionucleides caesium 137, strontium - 90, and KMAFAM was significantly lower than the maximum permissible concentrations (MPC).

Keywords: sheep breeding, Romanov breed, Edilbaev crossbreds, wethers, muscle tissue, lipid composition, heavy metals, radionuclides

For citation: Kosilov V. I. Effect of wether genotype on lipid composition and environmental safety of muscle tissue. Agrarian Bulletin of Primorye. 2026;(3(43)): 46-51. (In Russ.).

Известно, что мясо и мясопродукты являются ценным продуктом питания, так как в своем составе имеют биологически полноценные белки, содержащие все незаменимые аминокислоты [1-6]. Исходя их того, что наблюдается их дефецит необходимо принять неотложные меры по увеличению производства мяса всех видов, что является основным условием организации полноценного, сбалансированного питания населения и достижения продовольственной безопасности страны [7-12].

С этой целью необходимо разработать и реализовать комплексную программу развития всех отраслей животноводства [13-18]. В ее основе должно лежать создание прочной кормовой базы, внедрение ресурсосберегающих технологий, использование методов племенной работы, позволяющих рационально использовать племенные ресурсы животноводства с целью более полной реализации генетического потенциала продуктивности [19-22].

Большие перспективы в этом плане имеет развитие овцеводства особенно при использовании различного рода помесей. Помесный молодняк вследствие проявления эффекта скрещивания отличается потенциальными возможностями повышения уровня мясной продуктивности и ее качественных характеристик.

В этой связи целью настоящего исследования являлась оценка влияния генотипа валушков на состав мышечной ткани. При этом решались следующие задачи:

1. Определить липидный состав мышечной ткани валушков разного генотипа

2. Изучить влияние генотипа на концентрацию тяжелых металлов в мышечной ткани

3. Установить содержание радионуклидов и количество мезофельных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФМ) в мышечной ткани.

Материалы и методы. При выполнении экспериментальной части работы из новорожденного молодняка были сформированы три группы баранчиков по 15 животных в каждой: I гр. – чистопородные романовской породы, II гр. – ½ эдильбай х ½ романовская, III гр. – ¾ эдильбай х ¼ романовская. В трехнедельном возрасте баранчики всех подопытных групп были кастрированы открытым способом с полным удалением семенников. В 10-месячном возрасте по методике ВИЖа (1984) был проведен контрольный убой по три валушка каждого генотипа и взяты образцы длиннейшей мышцы спины.

По общепринятым методам в длиннейшей мышце спины было определено содержание холестерина, триглецеридов, липопротеидов низкой и высокой плотности, концентрация тяжелых металлов (цинк, кадмий, медь, свинец), экотоксокантов (мышьяк, ртуть) радионуклидов (цезий – 137, стронций – 90), количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАМ).

Полученные результаты лабораторных исследований подвергали обработке с использованием статистической программы Statistica 10.0 (Stat Soft inc). Достоверность полученных материалов устанавливали по Стьюденту.

Результаты и обсуждение. Липидный состав мышечной ткани оказывает существенное влияние на пищевую и биологическую ценность мясного сырья. При этом высокие значения холестерина оказывают негативное влияние на эти признаки. Полученные нами экспериментальные материалы свидетельствуют о генетической обусловленности концентрации холестерина в мышечной ткани (табл. 1).

Таблица 1-Липидный состав мышечной ткани чистопородных и помесных валушков, мг %

Группа	Показатель							
	Холестерин		Триглицериды		ЛПНП		ЛПВП	
	X±Sx	Cv	X±Sx	Cv	X±Sx	Cv	X±Sx	Cv
I	130,2±2,55	2,14	6560±4,10	3,23	3,60±0,25	1,38	2,63±0,27	1,20
II	126,4±2,67	2,30	6612±4,23	4,10	2,92±0,27	1,44	3,19±0,28	1,35
III	124,7±2,71	2,43	6689±5,88	4,87	2,48±0,30	1,63	3,48±0,31	1,48

При этом отмечено преимущество чистопородного молодняка I гр. по величине анализируемого показателя. Помесные валушки II и III гр. уступали сверстникам I гр. по содержанию холестерина в мышечной ткани на 3,8 мг % ($P<0,05$) и 5,5 мг % ($P<0,01$) соответственно.

В свою очередь помеси второго поколения III гр. превосходили помесей первого поколения II гр. по величине анализируемого показателя на 1,7 мг% ($P>0,05$).

Что касается содержания триглицеридов в мышечной ткани, принимающих активное участие в липидном обмене, то преимущество по их концентрации было на стороне помесного молодняка II и III гр. Чистопородные сверстники I гр. уступали им по этому признаку соответственно на 52 мг % ($P<0,01$) и 129 мг% ($P<0,001$). Лидирующее положение по концентрации триглицеридов в мышечной ткани занимали помесные валушки второго поколения III гр., которые превосходили по этому показателю помесей первого поколения II гр. на 77 мг% ($P<0,01$).

Что касается липопротеидов низкой плотности (ЛПНП), то их высокая концентрация в мышечной ткани является отрицательным моментом. В этой связи необходимо использовать меры, способствующие снижению этого признака. В нашем случае это межпородное скрещивание. Этот селекционный прием способствовал снижению концентрации липопротеидов низкой плотности мышечной ткани помесей первого поколения II гр. по сравнению с чистопородными валушками I гр. на 0,68 мг % (P<0,05), молодняка второго поколения III гр. – на 1,12 мг % (P<0,001). При этом у помесей второго поколения III гр. величина анализируемого показателя была на 0,44 мг% ниже, чем у помесных валушков первого поколения II гр.

Известно, что высокая концентрация липопротеидов высокой плотности (ЛПВП) является положительным фактором, способствующим снижению содержания в мышечной ткани липопротеидов низкой плотности. Установлено преимущество помесных валушков II и III гр. по содержанию липопротеидов высокой плотности в мышечной ткани. Чистопородный молодняк I гр. уступал им по этому признаку на 0,56 мг % (P<0,05) и 0,85 мг % (P<0,01) соответственно. При этом лидирующее положение по концентрации липопротеидов высокой плотности занимали помеси второго поколения III гр., которые превосходили помесей первого поколения II гр. на 0,29 мг % (P< 0,05).

Известно, что качество мясного сырья в естественных условиях отражает объективное состояние природы. В то же время до сих пор нет четких данных о степени перехода токсичных веществ из почвы и воды в растения, из кормов и воды в организм животного, в животноводческую продукцию и сырье.

Полученные данные экологического мониторинга мышечной ткани валушков и их анализ свидетельствует, что содержание тяжелых металлов и радионуклидов было существенно ниже предельно допустимых концентраций (табл. 2,3).

Таблица 2-Содержание тяжелых металлов в длиннейшей мышце спины чистопородных и помесных валушков, мкг/кг

Группа	Тяжелый металл								
	цинк		кадмий		медь		свинец		мышьяк, ртуть
	X±Sx	Cv	X±Sx	Cv	X±Sx	Cv	X±Sx	Cv	
I	127,3±3,40	2,23	6531±8,22	3,20	3,01±0,26	1,51	2,88±0,23	1,18	не обнаружено
II	127,0±3,51	2,38	6602±9,03	3,41	2,98±0,30	1,63	2,84±0,28	1,20	
III	128,1±3,66	2,52	6614±9,88	3,68	3,00±0,33	1,72	2,85±0,31	1,22	

Таблица 3-Содержание радионуклидов и микробиологические показатели длиннейшей мышцы спины чистопородных и помесных валушков

Группа	Радионуклид, Бк/кг				Микробиологические показатели	
	Цезий - 137		Стронций - 90		КМАФАМ, КОЕ/2(см3)	
	X±Sx	Cv	X±Sx	Cv	X±Sx	Cv
I	1,94±0,30	1,20	5,21±0,24	1,23	2,32±0,30	1,38
II	1,90±032	1,33	5,22±0,26	1,40	2,31±0,33	1,44
III	1,92±0,35	1,41	5,18±0,27	1,51	2,29±0,36	1,62
ПДК	160		50		1·104	

Это же касается и количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАМ). Характерно, что таких сильнодействующих экотоксикантов как мышьяк и ртуть в мышечной ткани чистопородных и помесных валушков не обнаружено.

Выводы.

1. Полученные данные свидетельствуют, что показатели, характеризующие липидный состав мышечной ткани, не выходили за пределы нормативных требований.

2. Содержание тяжелых металлов, радионуклидов и количество КМАФАМ было существенно ниже допустимых концентраций.

3. Сильнодействующие экотоксиканты мышьяк и ртуть в мышечной ткани не обнаружены.

Список источников

1. Шевхужев А.Ф., Улимбашев М. Б., Улимбашева Р. А. Динамика роста бурого швицкого и калмыцкого молодняка в условиях отгонно-горного скотоводства // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 6(62). С. 139-141. EDN XSLATD.

2. Косилов В.И., Буравов А.Ф., Салихов А. А. Особенности формирования мясной продуктивности молодняка симментальской и черно-пестрой пород. Оренбург, 2006. 184с. EDN QKXOPV.

3. Салихов А. А., Косилов В. И. Продуктивные качества молодняка черно-пестрой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. № 1(17). С. 64-65. EDN MHVTPF.

4. Батанов С.Д., Корепанова Л.В. Формирование мясной продуктивности у черно-пестрых бычков и

помесей второго поколения с герефордской породой// Зоотехния. 2013. №8. С.20. EDN: RCLXFL
5. Genetic Aspects for Meat Quality of Purebred and Crossbred Bull-Calves / T. S. Kubatbekov, Y. A. Yuldashbaev, H. A. Amerkhanov et al. Advances in Animal and Veterinary Sciences. 2020; (8)3: 38-42. https://doi.org/ 10.17582/journal.aavs/2020/8.s3.38.42.
6. Продуктивные качества молодняка мандолонгской породы / С. В. Карамаев, Х. С. Матару, Х. З. Валитов и др. // Молочное и мясное скотоводство. 2017. № 1. С. 19-22. EDN XXIAPZ.
7. Пищевая ценность мяса овец разных генотипов / В. И. Косилов, Е. А. Никонова, Б. Б. Траисов, Ю. А. Юлдашбаев // Овцы, козы, шерстяное дело. 2018. № 3. С. 25-26. EDN YLCCFV.
8. Эффективность применения различных схем синхронизации половой охоты телок в мясном скотоводстве / П. И. Христиановский, С. С. Щетинин, С. А. Платонов и др. // Животноводство и кормопроизводство. 2025. Т. 108, № 1. С. 86-95. https://doi.org/ 10.33284/2658-3135-108-1-86.
9. Эколого-генетические аспекты продуктивных качеств овец разного направления / Т. А. Ергашев, В. И. Косилов, Ш. Т. Рахимов и др. Душанбе. 2019. 355 с. EDN BQBSBO.
10. Морфологические и биохимические показатели крови полутонкорунных овец / Б. Б. Траисов, И. С. Бейшова, Ю. А. Юлдашбаев и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 2(94). С. 315-319. https://doi.org/ 10.37670/2073-0853-2022-94-2-315-319.
11. Арилов А. Н., Амерханов М. Х. Динамика живой массы баранчиков каракульской породы при использовании пробиотической кормовой добавки «Фелуцен» // Овцы, козы, шерстяное дело. 2024. № 3. С. 28-30. https://doi.org/ 10.26897/2074-0840-2024-3-28-30.
12. Двалишвили В. Г., Осадчий А. В. Продуктивность и биологические особенности чистопородных и помесных баранчиков романовской породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2025. № 3(113). С. 312-316. https://doi.org/ 10.37670/2073-0853-2025-113-3-312-316.
13. Амирова Р.И., Губайдуллин Н.М., Косилов В.И. Качество мясной продукции молодняка романовской породы по возрастным периодам // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2025. № 3(113). С. 317-321. https://doi.org/ 10.37670/2073-0853-2025-113-3-317-321.
14. Мясная продуктивность и качество мяса баранчиков разного генотипа / А. О. Силантьева, Б. С. Иолчиев, В. А. Багиров, О. В. Косицина // Овцы, козы, шерстяное дело. 2024. № 2. С. 9-12. https://doi.org/ 10.26897/2074-0840-2024-2-9-12.
15. Рубцова И.С. Убойные и мясные показатели баранчиков разной кровности, выращенных в условиях Республики Калмыкия // Овцы, козы, шерстяное дело. 2024. № 2. С. 38-41. https://doi.org/ 10.26897/2074-0840-2024-2-38-41.
16. Влияние генотипа и возраста молодняка овец на выход естественно-анатомических частей туши / В.И. Косилов, Н.К. Комарова, А.А. Торшков и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2025. № 6(116). С. 271-276.
17. Басонов О.А., Илиади Ю.Х., Судакова А.В. Химический состав и питательная ценность мяса баранчиков различных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2025. № 5(115). С. 273-278. https://doi.org/ 10.37670/2073-0853-2025-115-5-273-278.
18. Амирова Р. И., Губайдуллин Н.М., Косилов В.И. Морфологический состав туши молодняка романовской породы по возрастным периодам // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2025. № 5(115). С. 279-284. https://doi.org/ 10.37670/2073-0853-2025-115-5-279-284.
19. Влияние генотипа молодняка овец на баланс азота / В. И. Косилов, Ю. А. Юлдашбаев, Е. А. Никонова и др. // Аграрная наука. 2025. № 4. С. 81-87. https://doi.org/ 10.32634/0869-8155-2025-393-04-81-87.
20. Лушников В.П., Стрильчук А. А. Мясная продуктивность баранчиков эдильбаевской породы в зависимости от размера курдюка // Овцы, козы, шерстяное дело. 2023. № 1. С. 23-25. https://doi.org/ 10.26897/2074-0840-2023-1-23-25.
21. Косилов В.И., Шкилев П. Н., Никонова Е. А. Убойные качества, пищевая ценность, физико-химические и технологические свойства мяса молодняка овец южноуральской породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 2(30). С. 132-135. EDN NUULDH.
22. Влияние генотипа и кастрации баранчиков на потребление и использование энергии питательных веществ кормов рациона / В. И. Косилов, Ю. А. Юлдашбаев, Е. А. Никонова и др.// Вестник КрасГАУ. 2024. № 9(210). С. 135-141. https://doi.org/ 10.36718/1819-4036-2024-9-135-141.

References

1. Shevkhuzhev A. F., Ulimbashev M. B., Ulimbasheva R. A. Dinamika rosta burogo shvitskogo i kalmytskogo molodnyaka v usloviyakh otgonno-gornogo skotovodstva [Growth dynamics of Brown Swiss and Kalmyk young cattle under transhumance mountain husbandry]. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. No. 6(62). P. 139-141. EDN XSLATD. (In Russ.).
2. Kosilov V. I., Buravov A. F., Salikhov A. A. Osobennosti formirovaniya myasnoi produktivnosti molodnyaka simmentalskoi i cherno-pestroi porod [Formation of meat productivity in young Simmental and Black-and-White cattle]. Orenburg, 2006. 184s. EDN QKXOPV. (In Russ.).

3. Salikhov A. A., Kosilov V. I. Produktivnye kachestva molodnyaka cherno-pestroi porody [Productive traits of young Black-and-White cattle]. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2008. No. 1(17). P. 64-65. EDN MHVTPF. (In Russ.).
4. Batanov S. D., Korepanova L. V. Formirovanie myasnoi produktivnosti u cherno-pestrykh bychkov i pomesei vtorogo pokoleniya s gerefordskoi porodoi [Formation of meat productivity in Black-and-White bull calves and second-generation Hereford crossbreds]// Zootekhniya. 2013. No. 8. P. 20. EDN: RCLXFL. (In Russ.).
5. Genetic Aspects for Meat Quality of Purebred and Crossbred Bull-Calves / T. S. Kubatbekov, Y. A. Yuldashbaev, H. A. Amerkhanov et al. Advances in Animal and Veterinary Sciences. 2020; (8)3: 38-42. https: DOI: 10.17582/journal.aavs/2020/8.s3.38.42.
6. Produktivnye kachestva molodnyaka mandolongskoi porody [Productive traits of young Mandolong cattle] / S. V. Karamaev, Kh. S. Mataru, Kh. Z. Valitov et al. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2017. No. 1. P. 19-22. EDN XXIAPZ. (In Russ.).
7. Pishchevaya tsennost myasa ovets raznykh genotipov [Nutritional value of meat from sheep of different genotypes] / V. I. Kosilov, E. A. Nikonova, B. B. Traisov, Yu. A. Yuldashbaev. Ovtsy, kozy, sherstyanoe delo. 2018. No. 3. P. 25-26. EDN YLCCFV. (In Russ.).
8. Khristianovskii P. I., Shchetinin S. S., Platonov S. A. et al. Effektivnost ispolzovaniya razlichnykh skhem sinkhronizatsii polovoi okhoty telok v myasnom skotovodstve [Efficiency of different estrus synchronization protocols for heifers in beef cattle production]. Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo. 2025. Vol. 108, No. 1. P. 86–95. DOI: 10.33284/2658-3135-108-1-86. (In Russ.).
9. Ekologo-geneticheskie aspekty produktivnykh kachestv ovets raznogo napravleniya [Ecological and genetic aspects of productive traits of sheep of different production types] / T. A. Irgashev, V. I. Kosilov, Sh. T. Rakhimov et al. Dushanbe. 2019. 355 p. EDN BQBSBO. (In Russ.).
10. Traisov B. B., Beishova I. S., Yuldashbaev Yu. A. et al. Morfologicheskie i biokhimicheskie pokazateli krovi polutonkorunnykh ovets [Morphological and biochemical blood parameters of semi-fine-wool sheep]. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. No. 2(94). P. 315–319. DOI: 10.37670/2073-0853-2022-94-2-315-319. (In Russ.).
11. Arilova A. N., Amerkhanov M. Kh. Dinamika zhivoi massy karakulskikh ovets pri ispolzovanii probioticheskoi kormovoi dobavki «Felutsen» [Live-weight dynamics of Karakul sheep fed the probiotic feed additive Felucene]. Ovtsy, kozy, sherstyanoe delo. 2024. No. 3. P. 28–30. DOI: 10.26897/2074-0840-2024-3-28-30. (In Russ.).
12. Dvalishvili V. G., Osadchii A. V. Produktivnost i biologicheskie osobennosti chistoporodnykh i pomesnykh ovets romanovskoi porody [Productivity and biological characteristics of purebred and crossbred Romanov sheep]. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2025. No. 3(113). P. 312–316. DOI: 10.37670/2073-0853-2025-113-3-312-316. (In Russ.).
13. Amirova R. I., Gubaidullin N. M., Kosilov V. I. Kachestvo myasnoi produktsii molodnyaka romanovskoi porody po vozrastnym periodam [Meat product quality of young Romanov sheep at different ages]. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2025. No. 3(113). P. 317–321. DOI: 10.37670/2073-0853-2025-113-3-317-321. (In Russ.).
14. Silanteva A. O., Iolchiev B. S., Bagirov V. A., Kositsina O. V. Myasnaya produktivnost i kachestvo baraniny ovets raznykh genotipov [Meat productivity and lamb quality of sheep of different genotypes]. Ovtsy, kozy, sherstyanoe delo. 2024. No. 2. P. 9–12. DOI: 10.26897/2074-0840-2024-2-9-12. (In Russ.).
15. Rubtsova I. S. Uboinye i myasnye pokazateli ovets raznoi krovnosti, vyrashchennykh v Respublike Kalmykiya [Slaughter and meat traits of sheep of different bloodlines raised in the Republic of Kalmykia]. Ovtsy, kozy, sherstyanoe delo. 2024. No. 2. P. 38–41. DOI: 10.26897/2074-0840-2024-2-38-41. (In Russ.).
16. Kosilov V. I., Komarova N. K., Torshkov A. A. et al. Vliyanie genotipa i vozrasta molodnyaka ovets na vykhod estestvenno-anatomicheskikh chastei tushi [Influence of genotype and age of young sheep on the yield of natural-anatomical carcass parts]. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2025. No. 6(116). P. 271–276. (In Russ.).
17. Basonova O. A., Iliadi U. Kh., Sudakova A. V. Khimicheskii sostav i pishchevaya tsennost myasa yagnyat raznykh genotipov [Chemical composition and nutritional value of lamb from different genotypes]. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2025. No. 5(115). P. 273–278. DOI: 10.37670/2073-0853-2025-115-5-273-278. (In Russ.).
18. Amirova R. I., Gubaidullin N. M., Kosilov V. I. Morfologicheskii sostav tush molodnyaka romanovskoi porody po vozrastnym periodam [Morphological composition of carcasses of young Romanov sheep at different ages]. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2025. No. 5(115). P. 279–284. DOI: 10.37670/2073-0853-2025-115-5-279-284. (In Russ.).
19. Kosilov V. I., Yuldashbaev Yu. A., Nikonova E. A. et al. Vliyanie genotipa molodnyaka ovets na balans azota [Influence of young sheep genotype on nitrogen balance]. Agrarnaya nauka. 2025. No. 4. P. 81–87. DOI: 10.32634/0869-8155-2025-393-04-81-87. (In Russ.).
20. Lushnikova V. P., Strilchuk A. A. Myasnaya produktivnost ovets edilbaevskoi porody v zavisimosti ot velichiny kurdyuka [Meat productivity of Edilbaev sheep depending on fat-tail size]. Ovtsy, kozy, sherstyanoe delo. 2023. No. 1. P. 23–25. DOI: 10.26897/2074-0840-2023-1-23-25. (In Russ.).

21. Kosilov V. I., Shkilev P. N., Nikonova E. A. Uboinye kachestva, pishchevaya tsennost, fiziko-khimicheskie i tekhnologicheskie svoistva myasa molodnyaka ovets yuzhnouralskoi porody [Slaughter traits, nutritional value, physicochemical and technological properties of meat from young South Ural sheep]. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. No. 2(30). P. 132-135. EDN NUULDH. (In Russ.).

22. Kosilov V. I., Yuldashbaev Yu. A., Nikonova E. A. et al. Vliyanie genotipa i kastratsii ovets na potreblenie i ispolzovanie energii pitatelnykh veshchestv ratsiona [Influence of genotype and castration of sheep on the intake and utilization of dietary nutrient energy]. Vestnik KrasGAU. 2024. No. 9(210). P. 135–141. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-9-135-141. (In Russ.).

Владимир Иванович Косилов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, kosilov_vi@bk.ru, https://orcid.org/0000-0002-0163-2179

Vladimir I. Kosilov, Doctor of Agriculture, Professor, kosilov_vi@bk.ru, https://orcid.org/0000-0002-0163-2179

Статья поступила в редакцию 12.07.2026; одобрена после рецензирования 21.07.2026; принята к публикации 03.08. 2026.
The article was submitted to the editorial office in 12.07.2026; approved after review in21.07.2026г; accepted for publication in 03.08. 2026

Научная статья
УДК 636.2:636.082:575

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧИСТОПОРОДНЫХ И ПОМЕСНЫХ БЫЧКОВ ПО СЕЗОНАМ ГОДА

Владимир Иванович Косилов, Оксана Юрьевна Ежова

Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия

Аннотация.

В статье представлены результаты оценки влияния сезона года и генотипа бычков калмыцкой породы (I гр.), ее помесей первого поколения с абердин-ангусами (½ абердин-ангус х ½ калмыцкая – II гр.) и герефордами (½ герефорд х ½ калмыцкая-III гр.) на гематологические показатели. Установлено, что помеси II и III гр. превосходили чистопородных сверстников I гр. по насыщенности крови эритроцитами в зимний период соответственно на 3,23% и 5,88%, в летний сезон года- на 5,79% и 10,08%. По концентрации гемоглобина в крови преимущество помесных бычков II и III гр. над чистопородным молодняком I гр. составляло зимой 4,98 г/л (3,74%) и 14,98 г/л (11,25%), летом- 12,10 г/л (8,83%) и 21,98 г/л (16,04%). Что касается количества лейкоцитов в крови, то межгрупповые различия были несущественны и статистически недостоверны. Установлено, что количество эритроцитов и содержание гемоглобина в крови бычков всех подопытных групп в летний период по сравнению с зимним сезоном увеличивалось, а количество лейкоцитов- уменьшалось. По содержанию кальция, фосфора, витамина А и кислотной емкости существенных межгрупповых различий не отмечалось.

Ключевые слова: мясное скотоводство, калмыцкая порода, помеси с абердин-ангусской и герефордской породами, бычки, сезон года, гематологические показатели

Для цитирования: Косилов В. И., Ежова О. Ю. Гематологические показатели чистопородных и помесных бычков по сезонам года / В. И. Косилов, О. Ю. Ежова // Аграрный вестник Приморья. - 2026. - № 3(43). - С. 52-56.

Original article

HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF PUREBRED AND CROSSBRED BULL CALVES BY SEASON

Vladimir I. Kosilov, Oksana Yu. Ezhova

Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

Abstract.

The article presents the results of an assessment of the effects of season and genotype on the hematological parameters of Kalmyk bulls (Group I), their first-generation Aberdeen Angus crossbreds (½ Aberdeen Angus × ½ Kalmyk; Group II), and Hereford crossbreds (½ Hereford × ½ Kalmyk; Group III). It was found that the crossbred bulls in Groups II and III exceeded their purebred counterparts in Group I in red blood cell count by 3.23% and 5.88%, respectively, during winter and by 5.79% and 10.08% during summer. In terms of blood hemoglobin concentration, the crossbred bulls in Groups II and III surpassed the purebred bulls in Group I by 4.98 g/L (3.74%) and 14.98 g/L (11.25%), respectively, in winter and by 12.10 g/L (8.83%) and 21.98 g/L (16.04%) in summer. Intergroup differences in white blood cell count were minor and statistically insignificant. In all experimental groups, red blood cell count and blood hemoglobin concentration were higher in summer than in winter, whereas white blood cell count decreased. No significant intergroup differences were observed in calcium, phosphorus, vitamin A, or acid capacity levels.

Key words: beef cattle breeding, Kalmyk breed, crossbreeds with Aberdeen Anguses and Herefords, steers, season of the year, hematological parameters.

Keywords: beef cattle breeding, Kalmyk breed, Aberdeen Angus and Hereford crossbreds, bull calves, season, hematological parameters

For citation: Kosilov V. I., Ezhova O. Yu. Hematological parameters of purebred and crossbred bull calves by season. Agrarian Bulletin of Primorye. 2026;(3(43)): 52-56 (In Russ.).

В Российской Федерации основной задачей агропромышленного комплекса является неуклонное наращивание производства сельскохозяйственной продукции [1-8]. При этом особое внимание следует обратить на увеличение объемов животноводческой продукции [9-15].

В этой связи необходимо разработать и реализовать комплексную программу интенсификации всех отраслей животноводства [16-19]. Это позволит в полной мере добиться реализации генетического потенциала продуктивности животных и позволит увеличить объем производства мясной продукции. Все это будет способствовать организации полноценного питания населения страны.

При интенсивном выращивании молодняка необходимо проводить регулярное тестирование состояния здоровья животных, направление и интенсивность протекания обменных процессов при использовании гематологических тестов.

В этой связи целью настоящего исследования являлось изучение влияния сезона года и генотипа бычков на гематологические показатели. Для ее достижения решались следующие вопросы:

1.Определить количество эритроцитов, лейкоцитов и содержание гемоглобина по сезонам года

2.Установить содержание кальция, фосфора, витамина, кислотную емкость крови

Материал и методы. При выполнении экспериментальной части работы были сформированы три группы бычков: I гр.- калмыцкая, II гр.- ½ абердин-ангус х ½ калмыцкая, III гр.- ½ герефорд х ½ калмыцкая.

Зимой (в феврале) и летом (в августе) у трех животных из каждой группы отбирали кровь. По общепринятым методикам определяли основные гематологические показатели.

Полученные материалы подвергали статистической обработке при использовании пакета статистических программ Statistica 10.0 (Stat Soft Inc., США). Достоверность материалов устанавливали по Стьюденту.

Результаты и обсуждение. Анализ морфологического состава крови свидетельствует о влиянии сезона года и генотипа бычков на его показатели (табл.1).

Таблица 1-Морфологические показатели крови чистопородных и помесных бычков

Показатель	Группа					
	I		II		III	
	показатель					
	x±Sx	Cv	x±Sx	Cv	x±Sx	Cv
зима						
Эритроциты, 10^{12}/л	7,48±0,64	1,94	7,72±0,68	1,98	7,92±0,71	2,01
Гемоглобин, г/л	133,12±2,14	1,90	138,10±2,23	2,04	148,10±2,38	2,13
Лейкоциты, 10^{9}/л	6,88±0,50	1,43	6,8±0,55	1,52	6,83±0,61	1,60
лето						
Эритроциты, 10^{12}/л	7,94±0,70	2,04	8,40±0,79	2,12	8,74±0,88	2,24
Гемоглобин, г/л	137,04±2,33	2,13	149,14±2,42	2,23	159,02±2,50	2,33
Лейкоциты, 10^{9}/л	5,60±0,52	1,49	5,62±0,55	1,53	5,61±0,58	1,60

При этом отмечено повышение количества эритроцитов и содержания гемоглобина в летний период по сравнению с зимним сезоном года. Так у чистопородных бычков I гр. увеличение количества эритроцитов в крови составляло $0,46*10^{12}$/л (6,15%), помесей II гр.- $0,68*10^{12}$/л (8,81%), помесей III гр.- $0,82*10^{12}$/л (10,35%).

Аналогичная сезонная динамика отмечалась и по содержанию гемоглобина. Так у чистопородных бычков I гр. это повышение составляло 3,92 г/л (2,94%), помесей II гр.-11,04 г/л (7,99%), помесей III гр.- 10,92 г/л (737%). Сезонная динамика количества лейкоцитов была противоположной количеству эритроцитов и содержанию гемоглобина в крови. Так в летний сезон года по сравнению с зимним периодом количество лейкоцитов в крови чистопородных бычков I гр. уменьшилось на $1,28^{9}$/л (18,60%), помесей II гр.- на $1,18^{9}$/л (17,35%), помесей III гр. –на $1,22^{9}$/л (17,86%).

Установлено влияние генотипа бычков на морфологический состав крови. При этом чистопородные бычки I гр. уступали помесям II и III гр. по количеству эритроцитов в крови в зимний период соответственно на $0,24*10^{12}$/л (3,23%) и $0,44*10^{12}$/л (5,88%), в летний сезон года- на $0,46*10^{12}$/л (5,79%) и $0,80*10^{12}$/л (10,08%).

Аналогичные межгрупповые различия установлены по содержанию гемоглобина в крови. Достаточно отметить, что помеси II и III гр. превосходили чистопородных бычков I гр. по величине анализируемого показателя в зимний период на 4,98 г/л (3,74%, $P<0,05$) и 14,98 г/л (11,25%, $P<0,01$), в летний сезон года- на 12,10 г/л (8,83%, $P<0,01$) и 21,98 г/л (16,04%, $P<0,01$). Что касается межгрупповых различий по количеству лейкоцитов в крови, то как в зимний сезон, так и в летний период года межгрупповые различия несущественны и статистически недостоверны.

Известно, что минеральный обмен в организме имеет важное значение в жизнедеятельности организма животных.

Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание кальция и фосфора у бычков было в пределах нормы (табл.2).

Таблица 2- Минеральный состав, кислотная емкость и содержание витамина А в сыворотке крови бычков по сезонам года

Группа	Показатель							
	кальций, ммоль/л		фосфор, ммоль/л		кислотная емкость, ммоль/л		витамин А, мкмоль/л	
	x±Sx	Cv	x±Sx	Cv	x±Sx	Cv	x±Sx	Cv
зима								
I	2,70±0,07	1,78	2,26±0,06	1,51	123,4±3,44	2,12	1,62±0,07	1,18
II	2,68±0,09	1,81	2,27±0,08	1,54	125,0±3,50	2,38	1,60±0,08	1,20
III	2,69±0,010	1,83	2,27±0,09	1,58	124,8±3,52	2,42	1,63±0,10	1,23
лето								
I	2,51±0,08	1,80	2,80±0,08	1,66	125,0±3,12	2,23	1,98±0,10	1,23
II	2,53±0,09	1,83	2,82±0,10	1,70	126,4±3,38	2,41	1,95±0,12	1,25
III	2,50±0,10	1,90	2,80±0,12	1,72	126,0±3,41	2,45	1,97±0,13	1,31

При этом сезонная динамика концентрации кальция и фосфора в сыворотке крови носила разнонаправленный характер. Так содержание кальция у чистопородных бычков I гр. в летний период снизилась по сравнению с зимним сезоном года на 0,19 ммоль/л (7,04%), помесей II и III гр.- на 0,15 ммоль/л (5,60%) и 0,19 ммоль/л (7,06%), а концентрация фосфора повысилась соответственно на 0,54 ммоль/л (23,68%), 0,55 ммоль/л (24,23%) и 0,53 ммоль/л (23,35%).

Отмечалась тенденция повышения кислотной емкости крови летом в связи с переходом на рационы с большой долей зеленого корма. В летний сезон наблюдалось повышение концентрации витамина А в сыворотке крови. Так у чистопородных бычков I гр. это повышение составляло 0,36 мколь/л (22,22%), помесей II гр.- 0,35 мколь/л (21,87%), помесей III гр.- 0,34 ммоль/л (20,86%).

При этом существенных межгрупповых различий по величине анализируемого показателя как зимой, так и в летний сезон года не наблюдалось.

Выводы. 1.Полученные данные свидетельствуют, что у баранчиков всех генотипов количество эритроцитов, содержание гемоглобина в крови, фосфора, витамина А и кислотная емкость в летний период по сравнению с зимним повышалась, а количество лейкоцитов и содержание кальция-снижалось.

2.Скрещивание овец цигайской и эдильбаевской пород способствовало повышению количества эритроцитов и содержанию гемоглобина в крови, кастрация баранчиков приводила к их снижению

Список источников

1. Косилов В.И., Буравов А.Ф., Салихов А.А. Особенности формирования мясной продуктивности молодняка симментальской и черно-пестрой пород. Оренбург, 2006. ISBN 5-88838-282-5. EDN QKXOPV.
2. Шевхужев А. Ф., Улимбашева Р. А. Качество мяса, полученного при разных технологиях выращивания бычков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 3(125). С. 140-143. EDN TNHFAZ.
3. Особенности роста и развития бычков мясных, комбинированных пород и их помесей / И. П. Заднепрянский, В. И. Косилов, С. С. Жаймышева, В. А. Швынденков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 6(38). С. 105-107. EDN PMWLIV.
4. Комарова Н. К., Косилов В. И., Востриков Н. И. Влияние лазерного излучения на молочную продуктивность коров различного типа стрессоустойчивости // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3(53). С. 132-134. EDN UBLIWR.
5. Гизатуллин Р. С., Седых Т. А., Салихов А. Р. Продуктивные качества бычков герефордской породы в зависимости от возраста реализации на мясо // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 2(90). С. 55-60. EDN TZQSOR.
6. Косилов В. И., Миронова И. В. Потребление питательных веществ и баланс азота у коров чёрно-пёстрой породы при введении в их рацион пробиотического препарата Ветоспорин-актив // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3(53). С. 122-124. EDN UBLIVD.
7. Салихов А. Р., Седых Т. А. Хозяйственно-биологические особенности герефордской породы австралийской селекции при чистопородном разведении в условиях Южного Урала // Фундаментальные исследования. 2013. № 4-5. С. 1161-1163. EDN PXMLFD.
8. Косилов В. И., Губашев Н. М., Насамбаев Е. Г. Повышение мясных качеств казахского белоголового скота путем скрещивания // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2007. № 1(13). С. 91-93. EDN MEHKQZ.
9. Эффективность использования адаптогенов различного происхождения на мясную продуктивность крупного рогатого скота / И. М. Хабибуллин, И. В. Миронова, Р. М. Хабибуллин и др. // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2022. № 4. С. 94-102. https://doi.org/10.26897/0021-342X-2022-4-94-102. EDN DBMDSP.
10. Испытание и отбор бычков по собственной продуктивности как метод повышения генетического потенциала продуктивности животных / Е. Г. Насамбаев, К. К. Бозымов, С. К. Абугалиев и др. //

Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2025. № 1(111). С. 231-239. EDN OYOYQG.
11. Мясная продуктивность молодняка различных генотипов чистопородного мясного скота лимузинской породы, разводимого на территории Республики Башкортостан / Н. Р. Субханкулов, Т. А. Седых, Р. С. Гизатуллин и др. // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37, № 2. С. 45-50. https://doi.org/10.53859/02352451_2023_37_2_45. EDN WWCSWT.
12. Рациональное использование генетических ресурсов красного степного скота для производства говядины при чистопородном разведении и скрещивании / В. И. Косилов, С. И. Мироненко, А. А. Салихов, К. С. Литвинов. Москва, 2010. 452 с. ISBN 978-5-98353-030-2. EDN QLBIUX.
13. Батанов С., Березкина Г., Шкарупа Е. Реализация генетического потенциала быков-производителей различных эколого-генетических групп // Зоотехния. 2011. № 10. С. 6-7. EDN OFAQGX.
14. Есенгалиев А. К., Мазуровский Л. З., Косилов В. И. Эффективность скрещивания казахского белоголового и мандолонгского скота // Молочное и мясное скотоводство. 1993. № 2-3. С. 15-17. EDN VSRTGD.
15. Продуктивные качества молодняка мандолонгской породы / С. В. Карамаев, Х. С. Матару, Х. З. Валитов, А. С. Карамаева // Молочное и мясное скотоводство. 2017. № 1. С. 19-22. EDN XXIAPZ.
16. Весовой рост бычков калмыцкой породы разной линейной принадлежности в условиях Приморского края / В. В. Толочка, Д. Ц. Гармаев, В. И. Косилов, Е. А. Никонова // Аграрный вестник Приморья. 2019. № 3(15). С. 25-27. EDN CTPRDY.
17. Совершенствование бестужевского и черно-пестрого скота на Южном Урале / А. М. Белоусов, В. И. Косилов, Р. С. Юсупов, Х. Х. Тагиров. Оренбург, 2004. 168 с. ISBN 5-85054-240-5. EDN VMJIJP.
18. Dynamics of Hematological Indicators of Chickens under Stress-Inducing Influence / O. V. Gorelik, S. Yu. Kharlap, N. L. Lopaeva et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2020; 2: 264-267. – EDN XVHTEY.
19. Effect of genotype on the development pattern of muscles and muscle groups in steers at the age of 18 months / S. S. Zhaimysheva, V. I. Kosilov, L. N. Voroshilova et al. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021; 12227. DOI 10.1088/1755-1315/848/1/012227. EDN CRIUIC.

References

1. Kosilov V. I., Buravov A. F., Salikhov A. A. Osobennosti formirovaniya myasnoi produktivnosti molodnyaka simmentalskoi i cherno-pestroi porod [Formation of meat productivity in young Simmental and Black-and-White cattle]. Orenburg, 2006. ISBN 5-88838-282-5. EDN QKXOPV. (In Russ.).
2. Shevkhuzhev A. F., Ulimbasheva R. A. Kachestvo myasa, poluchennogo pri raznykh tekhnologiyakh vyrashchivaniya bychkov [Meat quality under different bull-calf rearing technologies]. Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. No. 3(125). P. 140-143. EDN TNHFAZ. (In Russ.).
3. Osobennosti rosta i razvitiya bychkov myasnykh, kombinirovannykh porod i ikh pomesei [Growth and development of beef and dual-purpose bull calves and their crossbreds] / I. P. Zadnepryanskii, V. I. Kosilov, S. S. Zhaimysheva, V. A. Shvyndenkov. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. No. 6(38). P. 105-107. EDN PMWLIV. (In Russ.).
4. Komarova N. K., Kosilov V. I., Vostrikov N. I. Vliyanie lazernogo izlucheniya na molochnuyu produktivnost korov razlichnogo tipa stressoustoichivosti [Influence of laser radiation on milk productivity of cows with different stress-resistance types]. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. No. 3(53). P. 132-134. EDN UBLIWR. (In Russ.).
5. Gizatullin R. S., Sedykh T. A., Salikhov A. R. Produktivnye kachestva bychkov gerefordskoi porody v zavisimosti ot vozrasta realizatsii na myaso [Productive traits of Hereford bull calves depending on age at slaughter]. Vestnik myasnogo skotovodstva. 2015. No. 2 (90). P. 55-60. EDN: TZQSOR. (In Russ.).
6. Kosilov V. I., Mironova I. V. Potreblenie pitatelnykh veshchestv i balans azota u korov cherno-pestroi porody pri vvedenii v ikh ratsion probioticheskogo preparata Vetosporin-aktiv [Nutrient intake and nitrogen balance in Black-and-White cows supplemented with the probiotic Vetosporin-active]. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. No. 3(53). P. 122-124. EDN UBLIVD. (In Russ.).
7. Salikhov A. R., Sedykh T. A. Khozyaistvenno-biologicheskie osobennosti gerefordskoi porody avstraliiskoi selektsii pri chistoporodnom razvedenii v usloviyakh Yuzhnogo Urala [Economic and biological characteristics of Australian Hereford cattle under purebred breeding in the Southern Urals]. Fundamentalnye issledovaniya. 2013. No. 4-5. P. 1161-1163. EDN PXMLFD. (In Russ.).
8. Kosilov V. I., Gubashev N. M., Nasambaev E. G. Povyshenie myasnykh kachestv kazakhskogo belogolovogo skota putem skreshchivaniya [Improvement of meat traits of Kazakh Whiteheaded cattle through crossbreeding]. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2007. No. 1(13). P. 91-93. EDN MEHKQZ. (In Russ.).
9. Effektivnost ispolzovaniya adaptogenov razlichnogo proiskhozhdeniya na myasnuyu produktivnost krupnogo rogatogo skota [Efficiency of adaptogens of different origins in improving cattle meat productivity] / I. M. Khabibullin, I. V. Mironova, R. M. Khabibullin et al. Izvestiya Timiryazevskoi selskokhozyaistvennoi akademii. 2022. No. 4. P. 94-102. EDN DBMDSP.

DOI: 10.26897/0021-342X-2022-4-94-102. (In Russ.).
10. Ispytanie i otbor bychkov po sobstvennoi produktivnosti kak metod povysheniya geneticheskogo potentsiala produktivnosti zhivotnykh [Performance testing and selection of bull calves as a method for increasing the genetic potential of animal productivity] / E. G. Nasambaev, K. K. Bozymov, S. K. Abugaliev et al. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2025. No. 1(111). P. 231-239. EDN OYOYQG. (In Russ.).
11. Myasnaya produktivnost molodnyaka razlichnykh genotipov chistoporodnogo myasnogo skota limuzinskoi porody, razvodimogo na territorii Respubliki Bashkortostan [Meat productivity of young purebred Limousin cattle of different genotypes raised in the Republic of Bashkortostan] / N. R. Subkhankulov, T. A. Sedykh, R. S. Gizatullin et al. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2023. Vol. 37, No. 2. P. 45-50. EDN WWCSWT. DOI: 10.53859/02352451_2023_37_2_45. (In Russ.).
12. Ratsionalnoe ispolzovanie geneticheskikh resursov krasnogo stepnogo skota dlya proizvodstva govyadiny pri chistoporodnom razvedenii i skreshchivanii [Rational use of Red Steppe cattle genetic resources for beef production in purebred breeding and crossbreeding] / V. I. Kosilov, S. I. Mironenko, A. A. Salikhov, K. S. Litvinov. Moscow, 2010. 452 p. ISBN 978-5-98353-030-2. EDN QLBIUX. (In Russ.).
13. Batanov S., Berezkina G., Shkarupa E. Realization of the genetic potential of breeding bulls of various ecological and genetic groups. Zootehnua. 2011; 10: 6-7. EDN OFAQGX [Realization of the genetic potential of breeding bulls from different ecological and genetic groups]. (In Russ.).
14. Esengaliev A. K., Mazurovskii L. Z., Kosilov V. I. Effektivnost skreshchivaniya kazakhskogo belogolovogo i mandolongskogo skota [Efficiency of crossbreeding Kazakh Whiteheaded and Mandolong cattle]. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 1993. No. 2-3. P. 15-17. EDN VSRTGD. (In Russ.).
15. Produktivnye kachestva molodnyaka mandolongskoi porody [Productive traits of young Mandolong cattle] / S. V. Karamaev, Kh. S. Mataru, Kh. Z. Valitov, A. S. Karamaeva. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2017. No. 1. P. 19-22. EDN XXIAPZ. (In Russ.).
16. Vesovoi rost bychkov kalmytskoi porody raznoi lineinoi prinadlezhnosti v usloviyakh Primorskogo kraya [Body-weight growth of Kalmyk bull calves of different lineages under the conditions of Primorsky Krai] / V. V. Tolochka, D. Ts. Garmaev, V. I. Kosilov, E. A. Nikonova. Agrarnyi vestnik Primorya. 2019. No. 3(15). P. 25-27. EDN CTPRDY. (In Russ.).
17. Sovershenstvovanie bestuzhevskogo i chernopestrogo skota na Yuzhnom Urale [Improvement of Bestuzhev and Black-and-White cattle in the Southern Urals] / A. M. Belousov, V. I. Kosilov, R. S. Yusupov, Kh. Kh. Tagirov. Orenburg, 2004. 168 p. ISBN 5-85054-240-5. EDN VMJIJP. (In Russ.).
18. Dynamics of Hematological Indicators of Chickens under Stress-Inducing Influence / O. V. Gorelik, S. Yu. Kharlap, N. L. Lopaeva et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2020; 2: 264-267. – EDN XVHTEY.
19. Zhaimysheva S. S., Kosilov V. I., Voroshilova L. N., Gerasimova T. G., Klyukvina Y. Y. Effect of genotype on the development pattern of muscles and muscle groups in steers at the age of 18 months. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 848. No. 1. Article 012227. DOI: 10.1088/1755-1315/848/1/012227.

Владимир Иванович Косилов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Kosilov_VI@bk.ru, https://orcid.org/0000-0003-4754-1771
Оксана Юрьевна Ежова, кандидат биологических наук, доцент, oxsi-80@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-8785-8258

Vladimir I. Kosilov, Doctor of Agriculture, Professor, Kosilov_VI@bk.ru, https://orcid.org/0000-0003-4754-1771
Oksana Yu. Ezhova, Candidate of Biology, Associate Professor, oxsi-80@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-8785-8258

Вклад авторов: Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Contribution of the authors: all the authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 12.07.2026; одобрена после рецензирования 21.07.2026; принята к публикации 03.08. 2026.
The article was submitted to the editorial office in 12.07.2026; approved after review in 21.07.2026г; accepted for publication in 03.08. 2026

Научная статья
УДК 636.22/.28:636.234.1.034

ВЛИЯНИЕ ПАРАТИПИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И ОТБОРА НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ

Лаззат Дюсековна Примбетова, Тыргоот Джумадиевич Чортонбаев

Кыргызский национальный аграрный университет имени К. И. Скрябина, Бишкек, Кыргызская Республика

Аннотация.

В статье рассматриваются проблемы влияния паратипических факторов реализацию генотипа животных, которые могут быть простыми и сложными. Простые — это факторы внешней среды, т.е. освещенность, температурный режим в помещении и др. Наиболее важным и сложным паратипических фактором является сезон отёла животных, который оказывает многостороннее влияние на молочную продуктивность коров и качество их потомства. Целью данного исследования была определение изменения среднемесячных удоев у коров в зависимости от сезона отёла, показателей удоя в зависимости от времени года, динамику живой массы телок в зависимости от сезона рождения. С целью совершенствования отбора животных предложен сокращенный вариант оценки коров по комплексу признаков, при котором по продуктивным качествам животных целесообразно относить к бонитировочным классам: элита, первый и внеклассные, а по породности к высококровным – III поколение и выше и низкокровных – ниже III поколения. Определены коэффициенты перевода удоя за I и II лактации к полновозрастной и поправочный коэффициент на сезон отёла. Для первой лактации коэффициент пересчёта равен 1,41, а для второй – 1,15. Поправочный коэффициент для осенне-зимних отёлов составляет 1,11. Высококровные животные не ниже первого класса и элита могут быть включены в активную часть породы.
Ключевые слова: генотип, паратипические факторы, воспроизводство коров, молочная продуктивность, отёл, показатели удоя, динамика живой массы, отбор животных
Для цитирования: Примбетова Л. Д., Чортонбаев Т. Д. Влияние паратипических факторов и отбора на молочную продуктивность коров / Л. Д. Примбетова, Т. Д. Чортонбаев // Аграрный вестник Приморья. - 2026. - № 3(43). - С. 57-62.

Original article

THE IMPACT OF PARATYPIC FACTORS AND SELECTION ON DAIRY PRODUCTIVITY IN COWS

Lazzat D. Primbetova, Tyrgoot D. Chortonbaev

Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin, Bishkek, Kyrgyz Republic

Abstract.

This article examines the influence of paratypic factors on the development of animal genotypes, which can be simple or complex. Simple factors include environmental factors, such as lighting, room temperature, and others. The most important and complex paratypic factor is calving season, which has a multifaceted impact on the milk production of cows and the quality of their offspring. The aim of this study was to determine changes in average monthly milk yield in cows depending on calving season, milk yield indicators depending on the season, and live weight dynamics in heifers depending on the season of birth. To improve animal selection, a shortened version of cow assessment based on a set of traits was proposed. Based on productive qualities, animals are appropriately classified into the following classification classes: elite, first, and non-class, and based on breed type, they are classified as high-blooded (third generation and above) and low-blooded (below third generation). Conversion factors for milk yield in the first and second lactations to full-term milk yield and a correction factor for the calving season have been determined. For the first lactation, the conversion factor is 1.41, and for the second, 1.15. The correction factor for autumn and winter calving is 1.11. High-blooded animals of at least first-class and elite quality may be included in the active part of the breed.
Keywords: genotype, paratypic factors, cow reproduction, milk productivity, calving, milk yield indicators, live weight dynamics, animal selection

For citation: Primbetova L. D., Chortonbaev T. D. The impact of paratypic factors and selection on dairy productivity in cows. Agrarian Bulletin of Primorye. 2026;(3(43)): 57-62. (In Russ.).

Введение

На реализацию генотипа животных большое влияние, наряду с генетическими, оказывают и паратипические факторы, которые могут быть простыми и сложными. Простыми факторами внешней среды являются освещенность, температурный режим в помещении и другие, которые легко можно изменить в нужном направлении за счёт применения дополнительных технологических приемов.

Одним из наиболее важных и сложных паратипических факторов является сезон отёла животных. Сложность заключается в том, что регулировать сезон отёла в стаде можно только за счёт ввода нетелей. Трудно и нецелесообразно вмешиваться в сложнейший режим воспроизводства коров и вносить коррективы на сезон отёла, который оказывает многостороннее влияние на молочную продуктивность коров и качество их потомства. В хозяйствах с разным уровнем продуктивности проведены исследования по изучению влияния сезона отёла на уровень молочной продуктивности коров.

Материалы и методы

Влияние паратипических факторов: Установлено, что в стадах проводятся круглогодовые отёлы. Значительный удельный вес (от 23,8 до 39,2%) занимают лето (таблица 1.).

Таблица 1. – Молочная продуктивность коров в зависимости от сезона отёла (1 лактация)

Сезон отёла	Всего коров		Удой, кг	Молочный		Живая масса, кг
	гол	%		жир,%	белок,%	
Удой по стаду до 3000						
Зима	6	28,5	2986±67,3***	3,19±0,04	3,26±0,02	489±3,8
Весна	7	33,3	2553=Ы13,1	3,09±0,02	3,23±0,02	475±2,0
Лето	3	14,4	2569±99,0	3,08±0,02	3,20±0,03	479±3,0
Осень	5	23,8	3000±120,8***	3,21±0,04	3,24±0,02	497±3,1
Удой по стаду более 3000						
Зима	5	21,7	3809±33,6**	3,83±0,01	3,37±0,01	515±3,6
Весна	4	17,4	3667±39,1	3,82±0,02	3,37±0,01	512±3,4
Лето	5	21,7	3402±30,4	3,84±0,02	3,38±0,01	511±3,9
Осень	9	39,2	3933±36,9***	3,85±0,02	3,38±0,01	515±3,2

Выявлена общая закономерность, характерная для обоих стад. Самые высокие удои имеют коровы осенне-зимних отёлов. Разница в удое по сравнению с летними отёлами достоверна.

При осенне-зимних отёлах высокие удои в первые месяцы лактации объясняются повышенной деятельностью молочной железы после отёла, а во второй половине лактации повышенный удой сохраняется под влиянием летнего содержания животных, так как независимо от сезона в летние месяцы получают самые высокие удои. Повышенная продуктивность коров летом связана с питательной полноценностью зеленой травы, содержанием скота на воздухе, солнечной инсоляцией и постоянным движением животных. При летних отелах резкое снижение удоев у коров происходит при переводе их с пастбищного содержания на стойловое (таблица 2.).

Сезон отёла оказывает влияние и на продолжительность лактации. Коровы летнего отёла имеют укороченную лактацию (менее 305 дней). При осенних и зимних отёлах у коров более равномерная лактационная кривая (Рисунок 1.).

Коэффициент равномерности лактационной кривой (отношение максимального месячного удоя к среднемесячному удою за лактацию) может служить показателем распределения удоев по месяцам лактации. У коров летнего отёла коэффициент равномерности лактационной кривой составляет 1,42; весеннего отёла – 1,40; зимнего – 1,29 и осеннего – 1,27.

Осенние и зимние отёлы способствуют получению более крупных и жизнеспособных телят. При зимних отёлах первая половина стельности, а при осенних – вторая приходится на летнее пастбищное содержание, при котором животные хорошо обеспечиваются протеином, минеральными веществами и витаминами, что положительно сказывается на внутриутробном развитии телят.

Таблица 2. – Изменение среднемесячных удоев у коров в зависимости от сезона отёла

Сезон отёла	Удои по месяцам лактации, кг									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зима	370	376	430	421	397	277	268	288	296	195
Весна	340	400	424	388	304	241	296	221	180	189
Лето	310	385	415	385	280	223	285	245	189	150
Осень	376	406	430	406	288	319	283	296	257	210

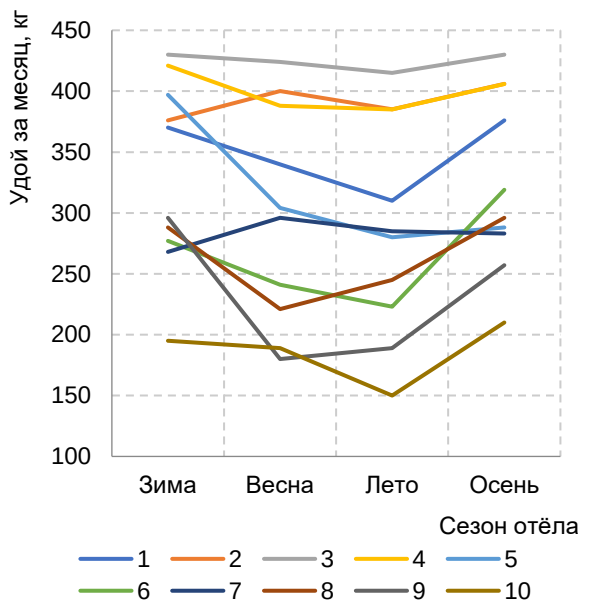


Рисунок 1. Показатели удоя в зависимости от времени года

В процессе проведения опыта нами изучена динамика живой массы телок в зависимости от сезона рождения (таблица 3.).

Установлено, что тёлки, родившиеся в осенне-зимний период, имеют высокие темпы роста во все возрастные периоды (Рисунок 2.).

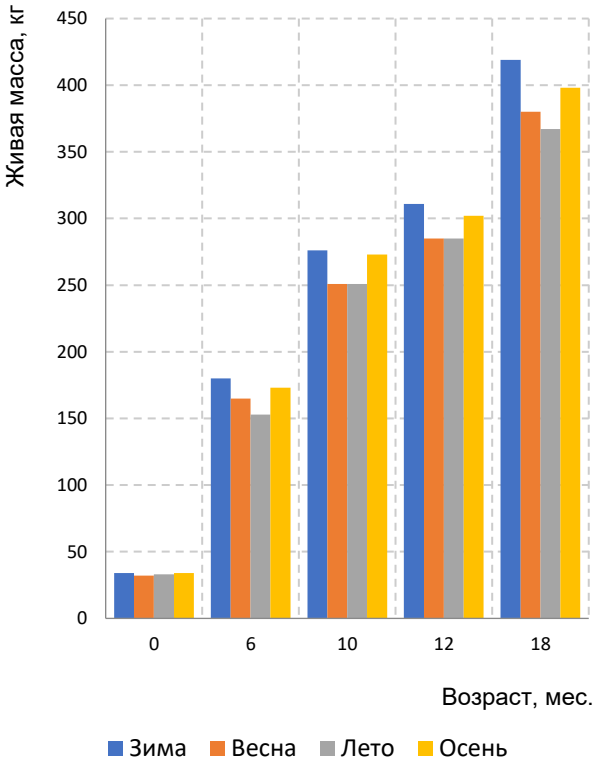


Рисунок 2. Живая масса телок в зависимости от сезона рождения

Таблица 3. – Динамика живой массы телок в зависимости от сезона рождения (X±mx)

Сезон отёла	Всего телок, голов	Живая масса в возрасте, кг				
		при рождений	6 мес.	10 мес.	12 мес.	18 мес.
Зима	11	34±0,6	180±3,1***	276±3,0***	311±2,7***	419±3,1***
Весна	11	32±0,4	165±2,8**	251±2,9	285±3,0	380±3,2**
Лето	8	33±0,5	153±3,3	251±3,2	285±3,3	367±3,5
Осень	14	34±0,7	173±2,4***	273±2,5***	302±2,4***	398±3,0***
*Примечание:*** - ***-						

Живая масса у них в возрасте 6-ти, 10-ти, 12-ти и 18-ти месяцев достоверно выше по сравнению со сверстницами летнего сезона рождения (P<0,001). Поэтому надо стремиться к тому, чтобы удельный вес коров летних отёлов в стаде не превышал 7-10%, для чего ежегодно необходимо делать перерыв в оплодотворении телок с августа по октябрь. Этот прием полностью исключить летние отёлы нетелей, а через 2-3 года значительно снизится удельный вес летних отёлов и в целом по стаду. Установлено, что сокращение удельного веса коров летних отёлов будет способствовать повышению удоев коров на 106-157 кг молока на корову в год без дополнительных затрат.

Отбор животных: с целью совершенствования отбора животных в личных и фермерских хозяйствах нами разработан сокращенный вариант оценки коров по комплексу признаков, при котором по продуктивным качествам животных целесообразно относить к бонитировочным классам: элита, первый и внеклассные, а по породности к высококровным – III поколение и выше и низкокровных – ниже III поколения.

Породность можно установить с учётом сведений о происхождениях животного, масти и других признаков.

При наличии сведений о родителях и хорошо выраженных породных признаках животных относят к чистопородным. При хорошо выраженных породных признаках и наличии сведений, хотя бы об одном родителе, животное может быть отнесено к III поколению. При отсутствии сведений о происхождении и недостаточно выраженных породных признаках (несоответствие масти, краниологического типа и т.д.) животных относят к помесям первого или второго поколения.

По живой массе, экстерьеру и молочной продуктивности коров относят к трем бонитировочным классам (таблица 4.).

Живую массу коров определяют по промерам обхвата груди за лопатками и косой длине туловища (способ Клювер-Штрауха) или только по обхвату груди за лопатками (по шкале). При определении живой массы этими способами вносится поправка на упитанность животных: при вышесредней упитанности расчетную массу увеличивают на 5-10%, при нижесредней – снижают на 5-10%.

Проведенные расчёты определения удоя за лактацию разными способами показали, что наиболее точным является способ по трем пробным суточным удоям, которые учитываются вначале следующих друг за другом тех месяцев лактации с учетом коэффициентов для месяцев лактации: - I, II, III,x78; - II,III,IV,x84; -III,IV,Vx90; - IV,V,VIx96; -V,VI,VIIx105; -VI,VII,VIIIx110; и VII,VIII,IXx132.

Таблица 4. – Оценка по основным селекционным признакам

Класс	Требование для отнесения к классу по:		
	живой массе	экстерьеру	удою
Элита	превышает стандарт породы	нет явно выраженных недостатков экстерьера	превышает стандарт породы
Первый	соответствует стандарту породы	имеется не более трёх экстерьерных недостатков	соответствует стандарту породы
Неклассные	ниже стандарта породы	имеется более трёх экстерьерных недостатков	ниже стандарта породы

Результаты и обсуждение

Нами определены коэффициенты перевода удоя за I и II лактации к полновозрастной и поправочный коэффициент на сезон отёла. Для первой лактации коэффициент пересчёта равен 1,41, а для второй – 1,15. Поправочный коэффициент для осенне-зимних отёлов составляет 1,11. Высококровные животные не ниже первого класса и элита могут быть включены в активную часть породы.

Таким образом, предлагаемый вариант оценки коров личных и фермерских хозяйств по комплексу признаков позволяет достаточно объективно оценивать животных по породным и продуктивным качествам.

Определение содержания жира и белка в молоке (не реже одного раза в два месяца) позволит в дальнейшем вести отбор коров по жирно-и белковомолочности.

Список источников

1. Национальная стратегия развития Кыргызской Республики на 2018–2040 годы. URL: https://www.gov.kg/storage/2020/01/files/program/8/natsionalnaya_strategiya_razvitiya_kyrgyzskoy_respubliki_na_2018_2040_gody.pdf.
2. Вильвер Д. С. Влияние возраста материнских предков на молочную продуктивность и морфофункциональные свойства вымени коров черно-пестрой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 2 (52). С. 138-140.
3. Вильвер, А. С. Влияние паратипических факторов на показатели молочной продуктивности коров в условиях промышленной технологии производства молока / А. С. Вильвер. // Известия Курганской ГСХА. — 2023. — № 3. — С. 40–46.
4. Gorelik O.V., Brjanzev A.Yu., Safron-ov S.L., Gritsenko S.A., Bobkova E. Inluence of the age of cows on the dynamics of dairy efficiency depending on a breeding line. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk, 2021. P. 42015.
5. Даленов, Ш. Д. Молочная продуктивность и состав молока коров, помесей черно-пестрой и голштинской пород / Ш. Д.Даленов, Ж. Ж.Адайбаев, У. А.Альходжаев // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана, 2000. — № 9. — С. 34.
6. Деркенбаев, С. М. Влияние породности на молочную продуктивность коров на примере СКХ «Чабрец» Кыргызской Республики / С. М.Деркенбаев, А. К.Самыкбаев, У. А.Шергазиев // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К. И.Скрябина. — 2020. — №3 (54). — С. 116-119.
7. Омбаев, А. М. Особенности выращивания телят черно – пестрой породы и казахского бурого типа молочного скота в профилакторный и молочный периоды. / А. М. Омбаев, Д. А.Беймуканов, Д. А.Бегалиева // Научно – практический журнал Западно – Казахстанского аграрно – технического университета им. Жангир хана Наука и образование. 2022. — № 4-3 (69). — С. 80-91.
8. Primbetova L., Bekturov A., Kadyrova C., Turdubaev T., Chortonbaev T. Condition of the initial population of black-breed cattle. BIO Web of Conferences. 2024. Vol. 130. Article 07002. DOI: 10.1051/bioconf/202413007002.
9. Ляшенко.В. В.Каешова.И. В. Молочная продуктивность дочерей разных быков-производителей голштинской породы. Нива Поволжья. №2 (62) 2022.
10. Попова, О. А. Влияние паратипических факторов при формировании молочной продуктивности коров симментальской породы в условиях промышленной технологии / О. А. Попова, А. П. Хохлова, Н. А. Маслова. // Известия Коми научного центра УРО РАН. Серия «Сельскохозяйственные науки». — 2026. — № 1 (86).
11. Татуева, О. В. Влияние паратипических и генетических факторов на молочную продуктивность и

продолжительность продуктивной жизни коров в условиях Смоленской области / О. В. Татуева, Д. Н. Кольцов. // АгроЗооТехника. — 2021. — Т. 4, № 2. — URL: http://azt-journal.ru/article/28951.
12. Чортонбаев, Т. Ж. Влияние уровня кормления на молочную продуктивность первотелок на примере МТФ АО «АПК Адал» / Т. Ж.Чортонбаев, Н. Б.Есжанов, Б. У.Умирзаков, А. Б.Бектуров // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К. И.Скрябина. — 2022. — №2 (63). — С. 191-198.
13. Чучунов В. А., Радзиевский Е. Б., Ко-ноблей Т. В. Методика оценки будущей молочной продуктивности коров симментальской породы // Вестник Курганской ГСХА. 2021. № 1 (37). С. 45-50.
14. Шергазиев, У. А. Влияние уровня лактации коров в годы зарождения потомства на их будущие продуктивные племенные качества / У. А.Шергазиев // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К. И.Скрябина. — 2021. — №4 (58). — С. 47-51.
15. Федосеева, Н. Связь удоя и воспроизводительной способности коров / Н.Федосеева // Молочное и мясное скотоводство, 2000. — №2. — С. 25.

References

1. Natsionalnaya strategiya razvitiya Kyrgyzskoi Respubliki na 2018–2040 gody [National Development Strategy of the Kyrgyz Republic for 2018–2040]. URL: https://www.gov.kg/storage/2020/01/files/program/8/natsionalnaya_strategiya_razvitiya_kyrgyzskoy_respubliki_na_2018_2040_gody.pdf. (In Russ.).
2. Vilver D. S. Vliyanie vozrasta materinskikh predkov na molochnuyu produktivnost i morfofunktsionalnye svoistva vymeni korov cherno-pestroi porody [Influence of the age of maternal ancestors on milk productivity and morphofunctional properties of the udder of black-and-white cows]. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. No. 2 (52). P. 138-140. (In Russ.).
3. Vilver, A. S. Vliyanie paratipicheskikh faktorov na pokazateli molochnoi produktivnosti korov v usloviyakh promyshlennoi tekhnologii proizvodstva moloka [Influence of paratypic factors on milk productivity of cows under industrial milk production technology] / A. S. Vilver. Izvestiya Kurganskoi GSKhA. — 2023. — No. 3. — P. 40–46. (In Russ.).
4. Gorelik O.V., Brjanzev A.Yu., Safron-ov S.L., Gritsenko S.A., Bobkova E. Inluence of the age of cows on the dynamics of dairy efficiency depending on a breeding line. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk, 2021. P. 42015.
5. Dalenov, Sh. D. Molochnaya produktivnost i sostav moloka korov, pomesei cherno-pestroi i golshtinskoi porod [Milk productivity and milk composition of Black-and-White × Holstein crossbred cows] / Sh. D. Dalenov, Zh. Zh. Adaibaev, U. A. Alkhodzhaev. Vestnik selskokhozyaistvennoi nauki Kazakhstana, 2000. — No. 9. — P. 34. (In Russ.).
6. Derkenbaev, S. M. Vliyanie porodnosti na molochnuyu produktivnost korov na primere SKKh «Chabrets» Kyrgyzskoi Respubliki [Influence of breed composition on cow milk productivity at the Chabrets farm in the Kyrgyz Republic] / S. M. Derkenbaev, A. K. Samykbaev, U. A. Shergaziev. Vestnik Kyrgyzskogo natsionalnogo agrarnogo universiteta im. K. I. Skryabina. — 2020. — No. 3 (54). — P. 116-119. (In Russ.).
7. Ombaev, A. M. Osobennosti vyrashchivaniya telyat cherno – pestroi porody i kazakhskogo burogo tipa molochnogo skota v profilaktornyi i molochnyi periody. / A. M. Ombaev, D. A. Beimukanov, D. A. Begalieva. Nauchno – prakticheskii zhurnal Zapadno – Kazakhstanskogo agrarno – tekhnicheskogo universiteta im. Zhangir khana Nauka i obrazovanie. 2022. — No. 4-3 (69). — P. 80-91. [Rearing of Black-and-White and Kazakh Brown dairy calves during the preventive and milk-feeding periods]. (In Russ.).
8. Primbetova L., Bekturov A., Kadyrova C., Turdubaev T., Chortonbaev T. Condition of the initial population of black-breed cattle. BIO Web of Conferences. 2024. Vol. 130. Article 07002. DOI: 10.1051/bioconf/202413007002.
9. Lyashenko.V. V.Kaeshova.I. V. Molochnaya produktivnost docherei raznykh bykov-proizvoditelei golshtinskoi porody [Milk productivity of daughters of different Holstein sires]. Niva Povolzhya. No. 2 (62) 2022. (In Russ.).
10. Popova, O. A. Vliyanie paratipicheskikh faktorov pri formirovanii molochnoi produktivnosti korov simmentalskoi porody v usloviyakh promyshlennoi tekhnologii [Influence of paratypic factors on the formation of milk productivity in Simmental cows under industrial technology] / O. A. Popova, A. P. Khokhlova, N. A. Maslova. Izvestiya Komi nauchnogo tsentra URO RAN. Seriya «Selskokhozyaistvennye nauki». — 2026. — No. 1 (86). (In Russ.).
11. Tatueva, O. V. Vliyanie paratipicheskikh i geneticheskikh faktorov na molochnuyu produktivnost i prodolzhitelnost produktivnoi zhizni korov v usloviyakh Smolenskoi oblasti [Influence of paratypic and genetic factors on milk productivity and productive longevity of cows in Smolensk Region] / O. V. Tatueva, D. N. Koltsov. AgroZooTekhnika. — 2021. — Vol. 4, No. 2. — URL: http://azt-journal.ru/article/28951. (In Russ.).
12. Chortonbaev, T. Zh. Vliyanie urovnya kormleniya na molochnuyu produktivnost pervotelok na primere MTF AO «APK Adal» [Influence of feeding level on first-lactation cow milk productivity at the dairy farm of APK Adal JSC] / T. Zh. Chortonbaev, N. B. Eszhanov, B. U. Umirzakov, A. B. Bekturov. Vestnik Kyrgyzskogo natsionalnogo agrarnogo universiteta im. K. I. Skryabina. — 2022. — No. 2 (63). — P. 191-198. (In Russ.).

13. Chuchunov V. A., Radzievskii E. B., Ko-noblei T. V. Metodika otsenki budushchei molochnoi produktivnosti korov simmentalskoi porody [Methodology for assessing the future dairy productivity of Simmental cows]. Vestnik Kurganskoi GSKhA. 2021. No. 1 (37). P. 45-50. (In Russ.).
14. Shergaziev, U. A. Vliyanie urovnya laktatsii korov v gody zarozhdeniya potomstva na ikh budushchie produktivnye plemennye kachestva [Influence of cow lactation level in the years when offspring were conceived on their future productive breeding qualities] / U. A. Shergaziev. Vestnik Kyrgyzskogo natsionalnogo agrarnogo universiteta im. K. I. Skryabina. — 2021. — No. 4 (58). — P. 47-51. (In Russ.).
15. Fedoseeva, N. Svyaz udoya i vosproizvoditelnoi sposobnosti korov [Relationship between milk yield and reproductive performance of cows] / N. Fedoseeva. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo, 2000. — No. 2. — P. 25. (In Russ.).

Лаззат Дюсековна Примбетова, старший преподаватель, plazzat@inbox.ru
Тыргоот Джумадиевич Чортонбаев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Lazzat D. Primbetova, Senior Lecturer, plazzat@inbox.ru
Tyrgoot D. Chortonbaev, Doctor of Agriculture, Professor.

Вклад авторов: Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Contribution of the authors: all the authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 12.08.2026; одобрена после рецензирования 27.08.2026; принята к публикации 03.09. 2026.
The article was submitted to the editorial office in 12.08.2026; approved after review in 27.08.2026; accepted for publication in 03.09. 2026

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Научная статья
УДК 630*232.3:582.475(571.63)

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ЛИСТВЕННИЦЫ КАЯНДЕРА В УСЛОВИЯХ УССУРИЙСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Алексей Сергеевич Лиман, Максим Александрович Лихитченко

Приморский государственный аграрно-технологический университет, Уссурийск, Россия

Аннотация.

Представлены результаты сплошной инвентаризации 58-летних лесных культур лиственницы Каяндера (Larix cajanderi Mayr.) на участке площадью 0,62 га вблизи пос. Барановский Уссурийского городского округа Приморского края. В 2025 г. учтено 202 дерева; густота составила 326 шт./га, средние диаметр и высота — 24 см и 19,5 м, относительная полнота — 0,8, запас — 411,8 м³/га. Диаметры распределены в диапазоне 12–40 см. Полученные показатели характеризуют сохранившийся древостой как сформированный и продуктивный в пределах обследованного участка. Вместе с тем одноразовое обследование одной площади не позволяет оценить динамику роста и обосновать интенсивность рубок ухода. Для выбора лесохозяйственных мероприятий необходимы индивидуальная оценка жизненного состояния и крон, учет сухостоя и повреждений, а также повторные измерения на постоянной пробной площади.
Ключевые слова: лесные культуры, лиственница Каяндера, лесная таксация, густота древостоя, запас древесины, размерная структура, постоянная пробная площадь
Для цитирования: Лиман А. С., Лихитченко М. А. Оценка состояния лесных культур лиственницы Каяндера в условиях Уссурийского городского округа Приморского края / А. С. Лиман, М. А. Лихитченко // Аграрный вестник Приморья. - 2026. - № 3(43). - С. 63-67.

Original article

ASSESSMENT OF THE CONDITION OF CAJANDER LARCH FOREST PLANTATIONS IN THE USSURIYSK URBAN DISTRICT OF PRIMORSKY KRAI

Alexey S. Liman, Maksim A. Likhitchenko

Primorsky State Agrarian and Technological University, Ussuriysk, Russia

Abstract.

The paper presents a complete inventory of a 58-year-old Cajander larch (Larix cajanderi Mayr.) plantation on a 0.62-ha site near Baranovsky, Ussuriysk Urban District, Primorsky Krai. In 2025, 202 trees were recorded; stand density was 326 trees ha−1, mean diameter and height were 24 cm and 19.5 m, relative stocking was 0.8, and growing stock was 411.8 m³ ha−1. Tree diameters ranged from 12 to 40 cm. These values characterize the surviving stand as well developed and productive within the surveyed site. However, a single census of one plot cannot describe growth dynamics or justify thinning intensity. Selection of silvicultural measures requires an individual assessment of tree vitality and crown condition, an inventory of dead and damaged trees, and repeated measurements on a permanent sample plot.
Keywords: forest plantations, Cajander larch, forest inventory, stand density, growing stock, size structure, permanent sample plot
For citation: Liman A. S., Likhitchenko M. A. Assessment of the condition of Cajander larch forest plantations in the Ussuriysk Urban District of Primorsky Krai. Agrarian Bulletin of Primorye. 2026;(3(43)): 63-67. (In Russ.).

Введение.

Искусственные насаждения рассматриваются как инструмент воспроизводства древесных ресурсов и восстановления защитных функций леса, однако их эффективность определяется соответствием породы лесорастительным условиям, качеством посадочного материала и последующим уходом. Российские исследования преимущественно посвящены нормативно-правовым

и организационно-экономическим аспектам плантационного лесовыращивания [1–5]. Для Дальнего Востока особенно важны натурные данные о сохранности и структуре культур, поскольку перенос нормативов из других регионов без учета местных условий ограничивает обоснованность лесохозяйственных решений.

Лиственницы сочетают высокую долговечность древесины с широкой экологической амплитудой, но темпы роста и устойчивость древостоев зависят от происхождения посадочного материала, возраста, густоты и условий участка [6–12]. Для лиственницы Каяндера показана существенная роль густоты и конкуренции в формировании прироста и запаса [8, 10–12]. Поэтому оценивать насаждение только по средним диаметру и высоте недостаточно: необходимы сведения о распределении деревьев по размерам, полноте, запасе, состоянии крон и повреждениях.

Опубликованные данные о культурах лиственницы Каяндера немногочисленны. Длительные наблюдения в Якутии подтверждают возможность успешного искусственного лесовосстановления этой породой, но одновременно показывают выраженную зависимость роста от периода адаптации и условий местообитания [7]. Сведения о естественных и послепожарных древостоях нельзя непосредственно переносить на культуры Приморья, однако они дают основу для интерпретации влияния возраста, густоты и конкуренции [8–12].

Цель исследования — дать лесотаксационную характеристику сохранившихся культур лиственницы Каяндера на конкретном участке Уссурийского городского округа. Задачи включали сплошной учет деревьев, определение диаметра и высоты, расчет густоты, полноты и запаса, анализ распределения стволов по ступеням толщины и формулирование рекомендаций по дальнейшему мониторингу и уходу.

Материалы и методы. Обследование проведено в 2025 г. на участке культур площадью 0,62 га в окрестностях пос. Барановский, на территории бывшего филиала военного госпиталя Уссурийского городского округа (рис. 1). Границы участка закреплены четырьмя угловыми точками; их координаты приведены ниже.



Рисунок 1 - Место закладки пробной площади

Координаты по столбам на углах пробы имели следующие значения: 1 столб 43°43'53.5"N 132°00'11.1"E; 2 столб 43°43'53.5"N 132°00'16.5"E; 3 столб 43°43'47.9"N 132°00'16.6"E и 4 столб 43°43'48.5"N 132°00'11.3"E.

Культуры чистые, созданы трехлетними саженцами по рядовой схеме 4,0 × 2,0 м на лугово-болотной аллювиальной суглинистой почве. В первый год выполняли три механизированных и два ручных ухода; позднее стволы дважды очищали от сучьев и удаляли отмирающие и отставшие в росте деревья. Точная высота очистки в исходных материалах не зафиксирована, поэтому этот показатель не использовали при интерпретации качества стволов.

На участке выполнен сплошной перечет сохранившихся деревьев. Диаметр ствола в коре измеряли на высоте груди (1,3 м), высоту дерева определяли с округлением до 1 м. Учитывали подрост, подлесок и живой напочвенный покров. Всего зарегистрировано 202 дерева лиственницы в 17 сохранившихся рядах.

Густоту пересчитывали на 1 га как отношение числа учтенных деревьев к площади участка; абсолютную полноту определяли по сумме площадей поперечных сечений стволов. Для характеристики размерной структуры деревья распределяли по ступеням толщины. Расчеты выполнены по общепринятым приемам лесной таксации и с учетом региональных справочных материалов [6].



Рисунок 2 - Внешний вид культур лиственницы

Исследование имеет описательный характер: обследована одна площадь один раз, контрольный участок и повторности отсутствуют. Поэтому приведенные показатели относятся только к данному насаждению, а различия между деревьями не интерпретируются как временная динамика или региональная закономерность.

Результаты и обсуждение. По данным сплошного перечета получена таксационная характеристика культур лиственницы Каяндера (табл. 1). При возрасте 58 лет средний диаметр составил 24 см, средняя высота — 19,5 м, абсолютная полнота — 30,96 м²/га, относительная полнота — 0,8, запас — 411,8 м³/га. Эти значения свидетельствуют о сформированном древостое, однако сами по себе не характеризуют санитарное и жизненное состояние отдельных деревьев.

Таблица 1 - Средние таксационные показатели культур лиственницы Каяндера

Пробная площадь	0,62 га
Ярус	I
Состав	
По массе	10 Л
По числу стволов	10 Л
Полнота	0,8
Возраст главной породы, лет	58
Число ствол-ов, шт.	202
в т.ч. на 1 га	326
Сумма площ-адей сечения м2	30,96
H ср. м	19,5
D ср., см	24
Класс бонитета	II
Общ-ий запас, м3	255,2
в т.ч. на 1 га	411,8

На участке отмечен многопородный подрост с участием ясеня, дуба и ильма; за пределами культур преобладали ясень и дуб. Подлесок густой, многовидовой, с участием кленов, черемухи, боярышника и жимолости. Наличие естественного возобновления и подлеска повышает структурное разнообразие, но для оценки его влияния на культуры необходимы количественные данные о густоте и размещении.

Размерная структура дополняет средние таксационные показатели и позволяет выявить неоднородность роста. Распределение числа стволов по ступеням толщины построено по данным сплошного перечета (рис. 3). В литературе показано, что густота и конкурентные отношения могут заметно изменять индивидуальный прирост лиственницы, поэтому решение о разреживании следует принимать по совокупности признаков, а не только по форме диаметрального ряда [8, 10–12].

Диаметры стволов на высоте груди варьировали от 12 до 40 см; три дерева достигли диаметра 40 см. Такой диапазон указывает на выраженную размерную неоднородность древостоя. Для ее причинной интерпретации нужны данные о пространственном положении деревьев, состоянии крон, повреждениях и индивидуальном приросте.

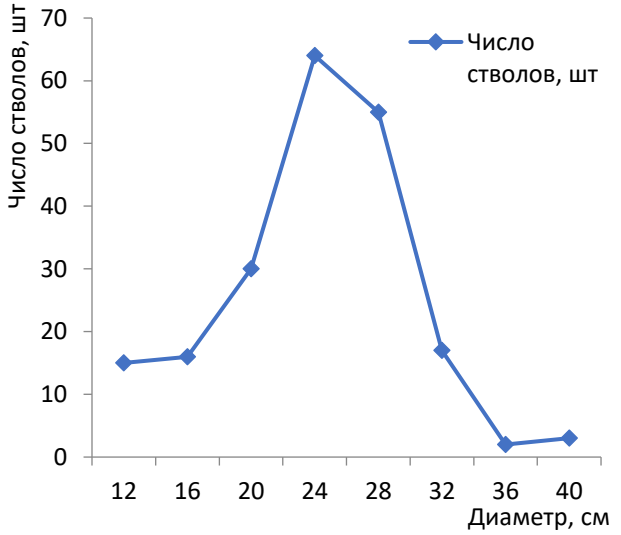


Рисунок 3 - График распределения стволов лиственницы по ступеням толщины

Заключение. На обследованном участке сохранились 202 дерева лиственницы Каяндера; при густоте 326 шт./га, относительной полноте 0,8 и запасе 411,8 м³/га древостой характеризуется как сформированный и продуктивный. Однако термин «состояние» в данной работе относится прежде всего к лесотаксационной структуре: специальные показатели жизненного и санитарного состояния не определялись.

Автоматическое назначение рубки ухода по имеющимся данным не обосновано. На первом этапе целесообразны инвентаризация сухостоя и повреждений, оценка классов Крафта, протяженности и сомкнутости крон, а также выявление деревьев с дефектами ствола. Выборочное удаление допустимо только после такой диагностики и с учетом защитных функций участка.

Для оценки динамики рекомендуется закрепить участок как постоянную пробную площадь и повторять измерения диаметра, высоты, отпада и возобновления через сопоставимые интервалы. Это позволит рассчитать текущий прирост и отделить возрастные изменения от последствий ухода и внешних воздействий.

Список источников

1. Алексеенко А. Ю., Никитенко Е. А. Перспективы создания лесных плантаций на Дальнем Востоке России // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2017. Т. 21, № 4. С. 15–18.
2. Желдак В. И. Лесные плантации в системе лесоводства // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2017. № 3 (35). С. 5–25.
3. Желдак В. И., Дорощенкова Э. В., Прока И. Ю., Липкина Т. В. Научно-методическое обеспечение

освоения в лесном хозяйстве разработок лесоводства // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы XIX Международной научно-технической конференции. Вологда, 2021. С. 60–65.
4. Желдак В. И., Родин С. А., Сидоренков В. М., Дорощенкова Э. В. Развитие нормативно-правового и методического обеспечения использования земель лесного фонда и земель иных категорий для создания лесных плантаций // Лесотехнический журнал. 2015. Т. 5, № 1 (17). С. 35–54.
5. Ильин Ф. С., Сидоренков В. М., Закиров Г. Д. Научное обоснование создания промышленных лесосырьевых плантаций в Республике Татарстан // Лесохозяйственная информация. 2021. № 1. С. 49–55.
6. Корешков Н. В., Царева Е. А. Географические культуры лиственницы. Санкт-Петербург: Наукоемкие технологии, 2021. 414 с.
7. Габышева Л. П., Исаев А. П. Рост лиственничных культур в условиях криолитозоны Якутии // Сибирский лесной журнал. 2024. № 1. С. 21–30. DOI: 10.15372/SJFS20240103.
8. DOLEZAL J. Tree Growth and Competition in a Betula platyphylla-Larix cajanderi Post-fire Forest in Central Kamchatka. Annals of Botany. 2004. Vol. 94. No. 3. P. 333–343. DOI: 10.1093/aob/mch149.
9. Eichhorn M. P. Boreal Forests of Kamchatka: Structure and Composition. Forests. 2010. Vol. 1. No. 3. P. 154–176. DOI: 10.3390/f1030154.
10. Alexander H. D., Mack M. C., Goetz S., Loranty M. M., Beck P. S. A., Earl K., Zimov S., Davydov S., Thompson C. C. Carbon Accumulation Patterns During Post-Fire Succession in Cajander Larch (Larix cajanderi) Forests of Siberia. Ecosystems. 2012. Vol. 15. No. 7. P. 1065–1082. DOI: 10.1007/s10021-012-9567-6.
11. Arzac A., Popkova M., Anarbekova A., Olano J. M., Gutiérrez E., Nikolaev A., Shishov V. Increasing radial and latewood growth rates of Larix cajanderi Mayr. and Pinus sylvestris L. in the continuous permafrost zone in Central Yakutia (Russia). Annals of Forest Science. 2019. Vol. 76. No. 4. Article 96. DOI: 10.1007/s13595-019-0881-4.
12. Borth E. B., Alexander H. D., Zimov N., McEwan R. W. Seed sources and safe sites as drivers of Larix cajanderi regeneration following wildfire in the Siberian Arctic. Ecosphere. 2023. Vol. 14. No. 7. Article e4617. DOI: 10.1002/ecs2.4617.

References

1. Alekseenko A. Yu., Nikitenko E. A. Perspektivy sozdaniya lesnykh plantatsii na Dalnem Vostoke Rossii [Prospects for the creation of forest plantations in the Far East of Russia]. Lesnoi vestnik. Forestry Bulletin. 2017. Vol. 21, No. 4. P. 15–18. (In Russ.).
2. Zheldak V. I. Lesnye plantatsii v sisteme lesovodstva [Forest plantations in the forestry system]. Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie. 2017. No. 3 (35). P. 5–25. (In Russ.).
3. Zheldak V. I., Doroshchenkova E. V., Proka I. Yu., Lipkina T. V. Nauchno-metodicheskoe obespechenie osvoeniya v lesnom khozyaistve razrabotok lesovodstva [Scientific and methodological support for the development of forestry developments in forestry]. Aktualnye problemy razvitiya lesnogo kompleksa: materialy XIX Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii. Vologda, 2021. P. 60–65. (In Russ.).
4. Zheldak V. I., Rodin S. A., Sidorenkov V. M., Doroshchenkova E. V. Razvitie normativno-pravovogo i metodicheskogo obespecheniya ispolzovaniya zemel lesnogo fonda i zemel inykh kategorii dlya sozdaniya lesnykh plantatsii [Development of regulatory and methodological support for the use of forest fund lands and lands of other categories for the creation of forest plantations]. Lesotekhnicheskii zhurnal. 2015. Vol. 5, No. 1 (17). P. 35–54. (In Russ.).
5. Ilin F. S., Sidorenkov V. M., Zakirov G. D. Nauchnoe obosnovanie sozdaniya promyshlennykh lesosyrevykh plantatsii v Respublike Tatarstan [Scientific substantiation of the creation of industrial forestry plantations in the Republic of Tatarstan]. Lesokhozyaistvennaya informatsiya. 2021. No. 1. P. 49–55. (In Russ.).
6. Koreshkov N. V., Tsareva E. A. Geograficheskie kultury listvennitsy [Geographical provenance trials of larch]. Saint Petersburg: Naukoemkie tekhnologii, 2021. 414 p. (In Russ.).
7. Gabysheva L. P., Isaev A. P. Rost listvennichnykh kultur v usloviyakh kriolitozony Yakutii [Growth of larch plantations in the permafrost zone of Yakutia]. Sibirskii lesnoi zhurnal. 2024. No. 1. P. 21–30. DOI: 10.15372/SJFS20240103. (In Russ.).
8. DOLEZAL J. Tree Growth and Competition in a Betula platyphylla-Larix cajanderi Post-fire Forest in Central Kamchatka. Annals of Botany. 2004. Vol. 94. No. 3. P. 333–343. DOI: 10.1093/aob/mch149.
9. Eichhorn M. P. Boreal Forests of Kamchatka: Structure and Composition. Forests. 2010. Vol. 1. No. 3. P. 154–176. DOI: 10.3390/f1030154.
10. Alexander H. D., Mack M. C., Goetz S., Loranty M. M., Beck P. S. A., Earl K., Zimov S., Davydov S., Thompson C. C. Carbon Accumulation Patterns During Post-Fire Succession in Cajander Larch (Larix cajanderi) Forests of Siberia. Ecosystems. 2012. Vol. 15. No. 7. P. 1065–1082. DOI: 10.1007/s10021-012-9567-6.
11. Arzac A., Popkova M., Anarbekova A., Olano J. M., Gutiérrez E., Nikolaev A., Shishov V. Increasing radial and latewood growth rates of Larix cajanderi Mayr. and Pinus sylvestris L. in the continuous permafrost zone in Central Yakutia (Russia). Annals of Forest Science. 2019. Vol. 76. No. 4. Article 96. DOI: 10.1007/s13595-019-0881-4.
12. Borth E. B., Alexander H. D., Zimov N., McEwan R. W. Seed sources and safe sites as drivers of Larix cajanderi regeneration following wildfire in the Siberian Arctic. Ecosphere. 2023. Vol. 14. No. 7. Article e4617. DOI: 10.1002/ecs2.4617.

Алексей Сергеевич Лиман, магистр, liman-2027@mail.ru, https://orcid.org/0009-0009-2480-5165
Максим Александрович Лихитченко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, maksim.lixitchenko@mail.ru, https://orcid.org/0009-0008-4493-0126

Alexey S. Liman, Master's, liman-2027@mail.ru, https://orcid.org/0009-0009-2480-5165
Maksim A. Likhitchenko, Candidate of Agriculture, Associate Professor, maksim.lixitchenko@mail.ru, https://orcid.org/0009-0008-4493-0126

Вклад авторов: Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Contribution of the authors: all the authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 14.07.2026; одобрена после рецензирования 21.07.2026; принята к публикации 03.08. 2026.
The article was submitted to the editorial office in 14.07.2026; approved after review in 21.07.2026; accepted for publication in 03.08. 2026

Научная статья
УДК 504.54

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ЭСТЕТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЛЕСОВ ЗЕЛЕНОЙ ЗОНЫ ГОРОДОВ ЮЖНОГО ПРИМОРЬЯ

Наталья Геннадьевна Розломий

Приморский государственный аграрно-технологический университет, Уссурийск, Россия

Аннотация.

Представлена описательная оценка лесов зеленых зон Владивостока и Уссурийска по породному и возрастному составу, устойчивости насаждений, стадиям рекреационной дигрессии, эстетическим и рекреационным характеристикам. Использованы маршрутные обследования, пробные площади 100 × 100 м, фотофиксация и таксационное описание. На обследованных участках преобладали I–II стадии дигрессии; одновременно значительная часть площади отнесена ко II–III классам эстетической оценки. Результаты указывают на неоднородность рекреационной пригодности и необходимость дифференцированного управления: сохранения устойчивых участков, локализации нагрузки на оборудованных маршрутах и адресного ухода в местах с сухостоем, захламленностью и низкой просматриваемостью. Поскольку число и схема размещения пробных площадей в исходных материалах не зафиксированы, выводы относятся к обследованной совокупности и не являются статистической оценкой всей агломерации.
Ключевые слова: дигрессия, эстетическая оценка, класс возраста, степень устойчивости, рекреационная оценка, зеленая зона, урбанизированная территория
Для цитирования: Розломий Н. Г. Результаты мониторинга эстетической оценки лесов зеленой зоны городов Южного Приморья / Н. Г. Розломий // Аграрный вестник Приморья. - 2026. - № 3(43). - С. 68-73.

Original article

RESULTS OF MONITORING THE AESTHETIC ASSESSMENT OF FORESTS IN THE GREEN ZONES OF CITIES OF SOUTHERN PRIMORYE

Natalia G. Rozlomiy

Primorsky State Agrarian and Technological University, Ussuriysk, Russia

Abstract.

A descriptive assessment of the green-zone forests of Vladivostok and Ussuriysk is presented in terms of species and age composition, stand resistance, recreational digression, and aesthetic and recreational characteristics. Route surveys, 100 × 100 m sample plots, photo documentation, and forest inventory descriptions were used. Digression stages I–II prevailed in the surveyed areas, while a substantial part of the area was assigned to aesthetic classes II–III. The results indicate heterogeneous recreational suitability and support differentiated management: conservation of stable sites, concentration of visitor pressure on designated routes, and targeted maintenance where deadwood, littering, or poor visibility reduce site quality. Because the number and spatial design of sample plots were not recorded in the source materials, the conclusions apply to the surveyed set and should not be treated as a statistical estimate for the entire urban agglomeration.
Keywords: digression, aesthetic assessment, age class, degree of stability, recreational assessment, green zone, urbanized area
For citation: Rozlomiy N. G. Results of monitoring the aesthetic assessment of forests in the green zones of cities of Southern Primorye. Agrarian Bulletin of Primorye. 2026;(3(43)): 67-73 (In Russ.).

Введение. Зеленые зоны городов одновременно выполняют средозащитные, рекреационные и культурные функции. Их эстетическая ценность связана не только с породным составом, но и с пространственной структурой, естественностью, мозаичностью, просматриваемостью и состоянием подлеска [7–13, 15]. Поэтому оценка рекреационного качества должна объединять лесоводственные показатели и характеристики восприятия ландшафта.

Рост Владивостокской агломерации повышает нагрузку на пригородные леса и усиливает значение научно обоснованного управления зелеными поясами. Для Южного Приморья задача осложняется высокой природной мозаичностью хвойно-широколиственных лесов и неравномерной доступностью участков. В этих условиях усредненная оценка может скрывать локальные зоны деградации и участки высокой природной и эстетической ценности.

Эстетическая и рекреационная оценки не тождественны. Участок может быть визуально привлекательным, но труднодоступным, либо удобным для посещения, но обедненным по структуре. Экспериментальные исследования показывают, что предпочтения зависят от сочетания естественности, разборчивости пространства, высоты подлеска, наличия троп и цветовых акцентов [8–13]. Одновременно рекреационное вытаптывание способно снижать покрытие и изменять состав растительности, поэтому благоустройство должно сопровождаться контролем нагрузки [14].

Следовательно, лесохозяйственные решения должны быть адресными и опираться на совместный анализ устойчивости насаждений, стадии дигрессии, эстетического класса и доступности, а не на стремление унифицировать облик всей зеленой зоны.

Цель исследования — дать описательную эстетическую и рекреационную оценку обследованных лесных участков зеленых зон Владивостока и Уссурийска. Задачи включали анализ породной и возрастной структуры, устойчивости и дигрессии насаждений, распределение участков по эстетическим и рекреационным классам и формулирование приоритетов управления.

Материалы и методы. Объект исследования — лесные участки зеленых зон Владивостока и Уссурийска [6]. Маршрутные обследования включали закладку площадей 100 × 100 м, фотофиксацию и таксационное описание. Оценивали мозаичность и пространственную разнородность, сезонную декоративность, наличие доминант и цветовых акцентов, транспортную и пешеходную доступность, тропы и видовые точки, санитарное состояние, просматриваемость и проходимость, а также стадии рекреационной дигрессии I–IV.

Эстетический класс трактовали как интегральную характеристику визуального качества участка, а рекреационную оценку — как характеристику пригодности и комфортности посещения. Эти показатели анализировали раздельно, поскольку высокая эстетическая ценность не означает автоматически высокую доступность [7–13].

Исследование носило маршрутно-рекогносцировочный характер. В исходных материалах не зафиксированы число площадей, даты обследований, схема отбора и повторность оценок; поэтому результаты представлены как распределение обследованной совокупности. Статистическая экстраполяция на всю площадь агломерации и причинные выводы не выполнялись.

Результаты и обсуждение. Южное Приморье относится к восточноазиатским муссонным хвойно-широколиственным лесам умеренного пояса. Сложный рельеф, многоярусность и участие декоративных деревьев, кустарников и лиан формируют высокое природное разнообразие пейзажей. Вторичные дубовые леса южных склонов нередко имеют парковый облик, однако густой подрост и подлесок могут одновременно повышать естественность и снижать просматриваемость.

хвойные – сосна корейская (Pinus koraiensis Sieb. et Zucc), ель аянская и корейская (Picea ajanensis Lindl. et Gord., P. Koraiensis Nakai), пихта белокорая (Abies nephrolepis (Trautv.) Maxim.), сосна обыкновенная (Pinus sylvestris L.);

твердолиственные: дуб монгольский (Quercus mongolica Fisch. exLedeb.), дуб зубчатый (Quercus dentata Thunb.), ясень манчжурский (Fráxinus mandshurica Rupr.), ясень носолистный (Fraxinus rhynchophylla Hance), ильм японский (U. japonica (Rehd.) Sarg.), ильм лопастной (U. laciniata (Trautv.) Mayer) и др., клен приречный (Acer ginnala Maxim.), клен ложнозибольдов (Acer pseudosieboldianum (Pax.) Kom.); мягколиственные - береза даурская (B. davurica Pall.), береза желтая (Betula costata Trautv.) и др., осина (Populus tremula L.) и др. древесные породы.

Распределение покрытой лесом площади исследуемой территории по основным породам и классам возраста неравномерно (рис. 1).

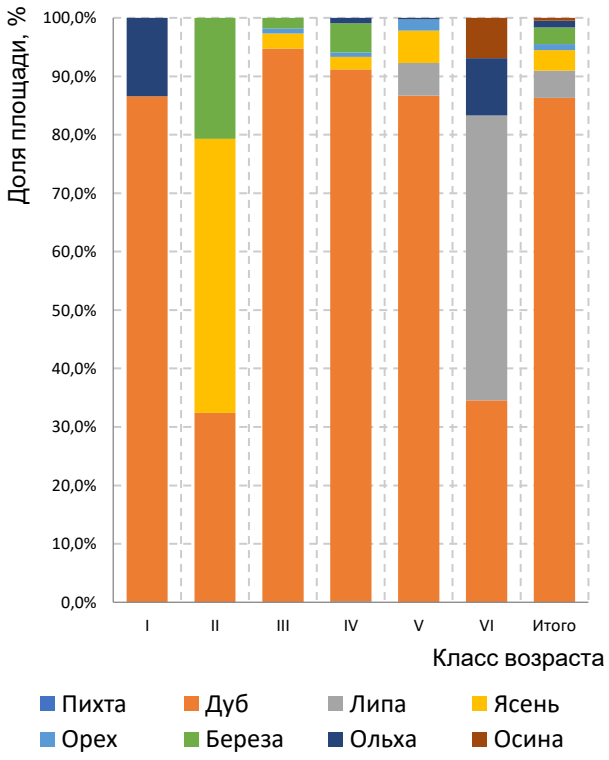


Рисунок 1 – Распределение покрытой лесом площади по породам и по классам возраста на исследуемой территории

При реконструкции насаждений важно сохранять чередование открытых, полуоткрытых и закрытых пространств. Исследования восприятия лесных ландшафтов показывают, что эстетическая привлекательность и удобство посещения зависят от сочетания древесного полога, подлеска и маршрутной инфраструктуры [9–13]. Поэтому ландшафтные рубки и расчистки следует применять локально, сохраняя элементы естественной структуры и исключая сплошное упрощение подлеска.

В настоящее время широкое применение в практике лесного хозяйства находит типологическая классификация лесов, предложенная Б.П. Колесниковым (1956) [1,2]. На территории «Большого Владивостока» можно выделить:

- Лиственнично-широколиственные леса
- Кедрово-широколиственные леса (Островное лесничество)
- Чернопихтово-широколиственные леса (район р. Сухой, Артемовское участковое лесничество, кв. 143, 144, 145; участок пихты цельнолистной — Садгородское участковое лесничество, кв. 87)
- Рощи тиса остроконечного (Нежинское участковое лесничество, кв. 33, выд. 9; кв. 14, выд. 6, 7, 8)
- Многовидовые широколиственные влажные леса (Надеждинское, Раздольнинское, Островное лесничества)
- Долинные широколиственные леса (Раздольнинское участковое лесничество)
- Ясеневые леса (Садгородское, Нежинское участковые лесничества)
- Маньчжурские дубовые леса, или дубняки (территория всех лесничеств «Большого Владивостока»)
- Кленово-липовые леса (Лазурное, Надеждинское участковые лесничества)
- Леса березы ребристой, или желтоберезники (Артемовское участковое лесничество)

В обследованной совокупности площадь насаждений с высокой степенью устойчивости по главным породам была примерно в 1,2 раза больше площади насаждений II–IV степеней устойчивости (рис. 3). Средний класс устойчивости варьировал от 1,0 до 1,6. Эти значения указывают на преобладание устойчивых участков в обследованном материале, но не исключают локально уязвимых зон.

На участках с низкой устойчивостью концентрация рекреационной нагрузки повышает риск дальнейшей дигрессии [3, 14]. Для таких территорий приоритетны регулирование потоков посетителей, устройство устойчивых покрытий на основных маршрутах и периодический контроль напочвенного покрова, а не увеличение доступности по всей площади.

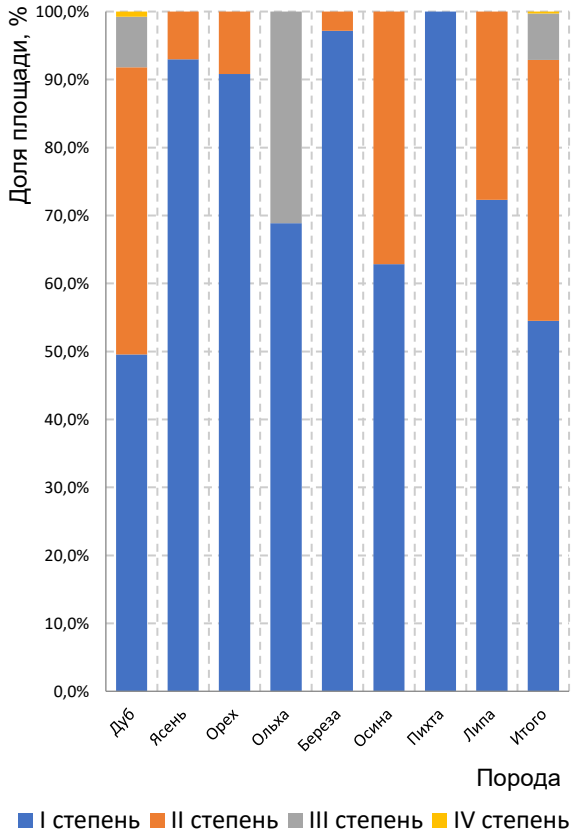


Рисунок 3 – Распределение покрытой лесом площади исследуемой территории по степеням устойчивости насаждений

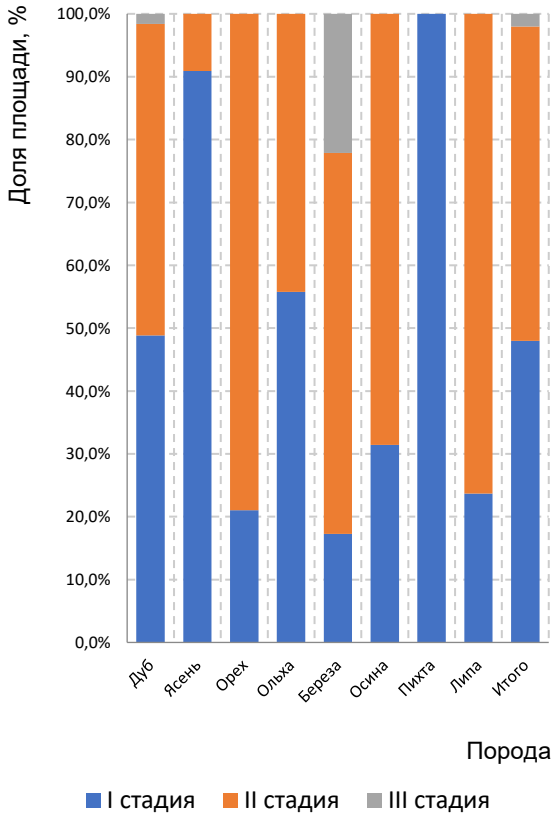


Рисунок 4 – Распределение покрытой лесом площади исследуемой территории по стадиям дигрессии

На обследованных участках преобладали I и II стадии дигрессии; III стадия отмечена только в дубовых и березовых насаждениях. Для ореховых, березовых и липовых участков площадь II стадии была в 3,5 раза больше площади I стадии. Средняя стадия дигрессии варьировала от 1,0 до 2,01. Это указывает на сравнительно слабую или умеренную нарушенность обследованной совокупности, но не доказывает высокую устойчивость всех лесов агломерации.

Эстетическая оценка зависела от захламленности, сухостоя и ветровала, а также проходимости и просматриваемости (рис. 5). При этом мертвая древесина имеет экологическую ценность, поэтому ее удаление оправдано прежде всего в опасных и интенсивно посещаемых местах; на удаленных участках следует различать санитарный риск и естественные элементы лесной структуры.

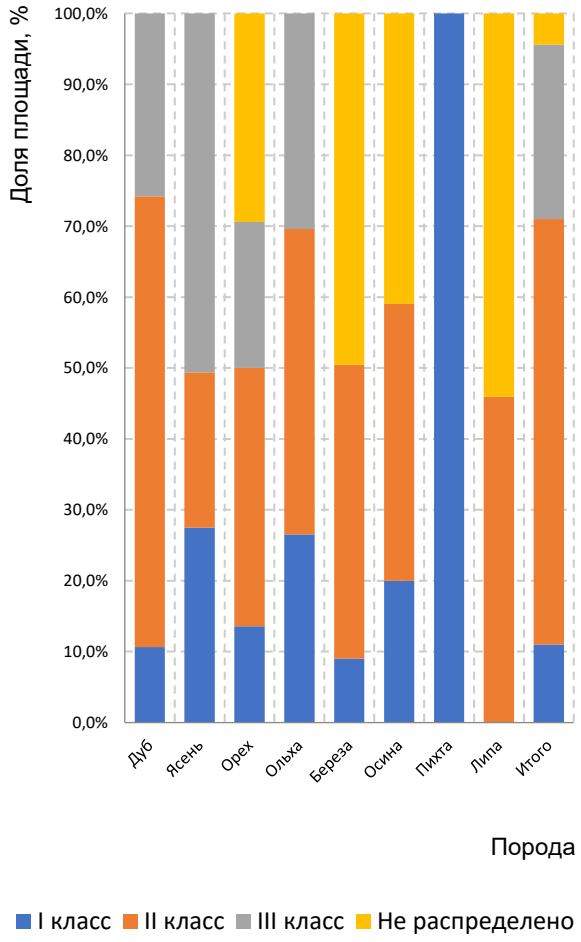


Рисунок 5 – Эстетическая оценка участков, га

Наибольшая площадь пришлась на насаждения II и III классов эстетической оценки. Это указывает на резерв повышения визуального качества, но не означает необходимости рубок на всей такой территории. Приоритет вмешательства следует определять по сочетанию эстетического класса, стадии дигрессии, устойчивости, интенсивности посещения и наличия опасных деревьев.

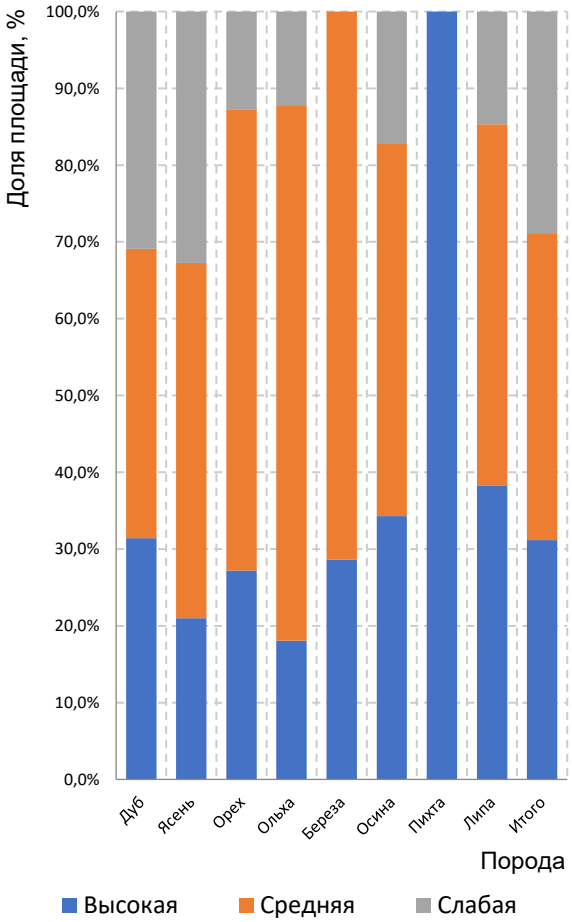


Рисунок 6 – Рекреационная оценка исследуемой территории, га

При реконструкции рекреационных участков необходимо одновременно учитывать микроклиматический комфорт, сохранение природной структуры, безопасность и разборчивость маршрутов. Эстетическая ценность зависит от исходных природных условий и восприятия посетителей; поэтому профессиональная визуальная оценка желательно дополняется стандартизированным опросом пользователей [7, 8, 12, 13, 15].

Рекреационная оценка обеспечивает информационную основу для зонирования нагрузки и выбора мероприятий [1, 3–5]. Наиболее устойчивые и доступные участки могут принимать основной поток посетителей, тогда как уязвимые территории требуют ограничения транзита и мониторинга дигрессии.

Заключение. В обследованной совокупности преобладали участки с высокой и средней рекреационной оценкой и I–II стадиями дигрессии, однако значительная доля насаждений относилась ко II–III классам эстетической оценки. Результаты подтверждают неоднородность зеленой зоны и необходимость дифференцированного, а не единообразного ухода.

Рекомендуется выделять три группы управленческих приоритетов: сохранение устойчивых и эстетически ценных участков; концентрация посещения на оборудованных маршрутах; адресное

улучшение безопасности и просматриваемости в зонах интенсивной рекреации. Вывод о нехватке общей площади зеленой зоны из доли участков со слабой рекреационной оценкой не следует: для него нужны отдельные данные о площади на жителя, доступности и фактической посещаемости. Дальнейший мониторинг должен фиксировать число и координаты площадей, даты обследований, состав экспертов и повторяемость оценок.

Список источников

1. Исаченко Т. Е., Косарев А. В. Рекреационное природопользование: учебник для вузов. Москва: Юрайт, 2020. 268 с.
2. Николаев В. А. Ландшафтоведение: эстетика и дизайн. Москва: Аспект Пресс, 2003. 176 с.
3. Репшас Э. Оптимизация рекреационного лесопользования (на примере Литвы). Москва: Наука, 1994. 240 с.
4. Сериков М. Т. О проектировании освоения защитных лесов рекреационного назначения // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2008. № 6. С. 50–53.
5. Тарасова О. Ю., Кимяева В. А., Бояркина Т. В. Эколого-эстетическая и рекреационная оценка рекреационных объектов (на примере г. Саранска) // Современные проблемы территориального развития. 2016. № 1. 13 с.
6. Gukov G. V., Rozlomiy N. G. Creation of a steady green belt “The Big Vladivostok”. Materials Digest of the International Research and Practice Conference. London, 2013.
7. Daniel T. C., Boster R. S. Measuring Landscape Esthetics: The Scenic Beauty Estimation Method. USDA Forest Service Research Paper RM-167. Fort Collins, 1976. 66 p.
8. Frank S., Fürst C., Koschke L., Witt A., Makeschin F. Assessment of landscape aesthetics—Validation of a landscape metrics-based assessment by visual estimation of the scenic beauty. Ecological Indicators. 2013. Vol. 32. P. 222–231. DOI: 10.1016/j.ecolind.2013.03.026.
9. Wang R., Zhao J., Meitner M. J. Urban woodland understory characteristics in relation to aesthetic and recreational preference. Urban Forestry & Urban Greening. 2017. Vol. 24. P. 55–61. DOI: 10.1016/j.ufug.2017.03.019.
10. Wang R., Zhao J., Meitner M. J., Hu Y., Xu X. Characteristics of urban green spaces in relation to aesthetic preference and stress recovery. Urban Forestry & Urban Greening. 2019. Vol. 41. P. 6–13. DOI: 10.1016/j.ufug.2019.03.005.
11. Lis A., Zalewska K., Pardela u., Adamczak E., Cenarska A., Bławicka K., Brzegowa B., Matiiuk A. How the amount of greenery in city parks impacts visitor preferences in the context of naturalness, legibility and perceived danger. Landscape and Urban Planning. 2022. Vol. 228. Article 104556. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2022.104556.
12. Schroeder H., Daniel T. C. Progress in Predicting the Perceived Scenic Beauty of Forest Landscapes. Forest Science. 1981. Vol. 27. No. 1. P. 71–80. DOI: 10.1093/forestscience/27.1.71.
13. Kaplan R., Kaplan S. The Experience of Nature: A Psychological Perspective. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. 340 p.
14. Pescott O. L., Stewart G. B. Assessing the impact of human trampling on vegetation: a systematic review and meta-analysis of experimental evidence. PeerJ. 2014. Vol. 2. Article e360. DOI: 10.7717/peerj.360.
15. Tveit M., Ode Å., Fry G. Key concepts in a framework for analysing visual landscape character. Landscape Research. 2006. Vol. 31. No. 3. P. 229–255. DOI: 10.1080/01426390600783269.

References

1. Isachenko T. E., Kosarev A. V. Rekreatsionnoe prirodopolzovanie: uchebnik dlya vuzov [Recreational nature management: a textbook for universities]. Moscow: Yurait, 2020. 268 p. (In Russ.).
2. Nikolaev V. A. Landshaftovedenie: estetika i dizain [Landscape studies: aesthetics and design]. Moscow: Aspekt Press, 2003. 176 p. (In Russ.).
3. Repshas E. Optimizatsiya rekreatsionnogo lesopolzovaniya (na primere Litvy) [Optimization of recreational forest use: the case of Lithuania]. Moscow: Nauka, 1994. 240 p. (In Russ.).
4. Serikov M. T. O proektirovanii osvoeniya zashchitnykh lesov rekreatsionnogo naznacheniya [On the design of the development of protective forests for recreational purposes]. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Lesnoi zhurnal. 2008. No. 6. P. 50–53. (In Russ.).
5. Tarasova O. Yu., Kimyaeva V. A., Boyarkina T. V. Ekologo-esteticheskaya i rekreatsionnaya otsenka rekreatsionnykh obektov (na primere g. Saranska) [Ecological, aesthetic and recreational assessment of recreational facilities (on the example of Saransk)]. Sovremennye problemy territorialnogo razvitiya. 2016. No. 1. 13 p. (In Russ.).
6. Gukov G. V., Rozlomiy N. G. Creation of a steady green belt “The Big Vladivostok”. Materials Digest of the International Research and Practice Conference. London, 2013.
7. Daniel T. C., Boster R. S. Measuring Landscape Esthetics: The Scenic Beauty Estimation Method. USDA Forest Service Research Paper RM-167. Fort Collins, 1976. 66 p.
8. Frank S., Fürst C., Koschke L., Witt A., Makeschin F. Assessment of landscape aesthetics—Validation of a landscape metrics-based assessment by visual estimation of the scenic beauty. Ecological Indicators. 2013. Vol. 32. P. 222–231. DOI: 10.1016/j.ecolind.2013.03.026.
9. Wang R., Zhao J., Meitner M. J. Urban woodland understory characteristics in relation to aesthetic and recreational preference. Urban Forestry & Urban Greening. 2017. Vol. 24. P. 55–61. DOI: 10.1016/j.ufug.2017.03.019.
10. Wang R., Zhao J., Meitner M. J., Hu Y., Xu X. Characteristics of urban green spaces in relation to

aesthetic preference and stress recovery. Urban Forestry & Urban Greening. 2019. Vol. 41. P. 6–13. DOI: 10.1016/j.ufug.2019.03.005.
11. Lis A., Zalewska K., Pardela u., Adamczak E., Cenarska A., Bławicka K., Brzegowa B., Matiiuk A. How the amount of greenery in city parks impacts visitor preferences in the context of naturalness, legibility and perceived danger. Landscape and Urban Planning. 2022. Vol. 228. Article 104556. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2022.104556.
12. Schroeder H., Daniel T. C. Progress in Predicting the Perceived Scenic Beauty of Forest Landscapes. Forest Science. 1981. Vol. 27. No. 1. P. 71–80. DOI: 10.1093/forestscience/27.1.71.
13. Kaplan R., Kaplan S. The Experience of Nature: A Psychological Perspective. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. 340 p.
14. Pescott O. L., Stewart G. B. Assessing the impact of human trampling on vegetation: a systematic review and meta-analysis of experimental evidence. PeerJ. 2014. Vol. 2. Article e360. DOI: 10.7717/peerj.360.
15. Tveit M., Ode Å., Fry G. Key concepts in a framework for analysing visual landscape character. Landscape Research. 2006. Vol. 31. No. 3. P. 229–255. DOI: 10.1080/01426390600783269.

Наталья Геннадьевна Розломий, кандидат биологических наук, доцент, доцент, boss. shino@mail, https://orcid.org/0000-0003-2980-5147

Natalia G. Rozlomiy, Candidate of Biology, Associate Professor, Associate Professor, boss. shino@mail, https://orcid.org/0000-0003-2980-5147

Статья поступила в редакцию 12.08.2026; одобрена после рецензирования 30.08.2026; принята к публикации 07.09. 2026.
The article was submitted to the editorial office in 12.08.2026; approved after review in 30.08.2026г; accepted for publication in 07.09. 2026

Научная статья
УДК 630*5:582.475.4(571.64)

К ВОПРОСУ О РЕСУРСНОЙ ОЦЕНКЕ ЛЕСОВ С УЧАСТИЕМ ЕЛИ ГЛЕНА НА ЮГЕ САХАЛИНА

Ольга Викторовна Храпко[1], Наталья Альбертовна Царенко[2], Александр Николаевич Гриднев[3]

[1]Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток, Россия
[2]Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия
[3]Приморский государственный аграрно-технологический университет, Уссурийск, Россия

Аннотация.

Оценена семилетняя динамика древостоев с участием ели Глена (Picea glehnii (F. Schmidt) Mast.) на юге Сахалина. Семь постоянных пробных площадей размером не менее 400 м², заложенных в 2008 г., повторно обследованы в 2015 г. Выполнены перечислительная таксация, учет подроста и подлеска, геоботанические описания и характеристика условий увлажнения. На всех площадях запас ели Глена увеличился, однако ее доля в древостое и обеспеченность возобновлением существенно различались. На переувлажненных участках вид сохранялся в составе низкобонитетных редкостойных насаждений; в более дренированных условиях его динамика зависела от конкуренции с пихтой сахалинской, елью аянской и лиственницей Каяндера. Результаты характеризуют локальные траектории семи древостоев и не дают основания автоматически рекомендовать ель Глена для лесовосстановления вне ее естественных местообитаний. Природоохранный статус вида и неодинаковое возобновление требуют продолжения мониторинга.
Ключевые слова: ель Глена, постоянные пробные площади, повторная таксация, динамика древостоя, естественное возобновление, заболоченные леса, охраняемый вид
Для цитирования: Храпко О. В., Царенко Н. А., Гриднев А. Н. К вопросу о ресурсной оценке лесов с участием ели Глена на юге Сахалина / О. В. Храпко, Н. А. Царенко, А. Н. Гриднев // Аграрный вестник Приморья. - 2026. - № 3(43). - С. 74-83.

Original article

ON THE RESOURCE ASSESSMENT OF FORESTS WITH GLEHN'S SPRUCE IN SOUTHERN SAKHALIN

Olga V. Khrapko[1], Natalia A. Tsarenko[2], Alexander N. Gridnev[3]

[1]Botanical Garden-Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia
[2]Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia
[3]Primorsky State Agrarian and Technological University, Ussuriysk, Russia

Abstract.

Seven-year stand dynamics involving Glehn's spruce (Picea glehnii (F. Schmidt) Mast.) were assessed in southern Sakhalin. Seven permanent sample plots of at least 400 m² established in 2008 were remeasured in 2015. Complete tree inventories, regeneration and shrub surveys, geobotanical descriptions, and site-moisture characterization were conducted. Growing stock of Glehn's spruce increased on all plots, but its stand share and regeneration density varied substantially. On waterlogged sites the species persisted in open, low-productivity stands; on better-drained sites its dynamics depended on competition with Sakhalin fir, Jezo spruce, and Cajander larch. The findings describe local trajectories of seven stands and do not by themselves justify the use of Glehn's spruce for reforestation outside its natural habitats. Its protected status and uneven regeneration call for continued monitoring.
Keywords: Glehn's spruce, permanent sample plots, repeated forest inventory, stand dynamics, natural regeneration, waterlogged forests, protected species
For citation: Khrapko O. V., Tsarenko N. A., Gridnev A. N. On the resource assessment of forests with Glehn's spruce in Southern Sakhalin. Agrarian Bulletin of Primorye. 2026;(3(43)): 74-83. (In Russ.).

Введение. Ель Глена (Picea glehnii (F. Schmidt) Mast.) имеет ограниченный восточноазиатский ареал; в России встречается на юге Сахалина и Южных Курильских островах [1, 16, 17]. Ре-

гиональные ботанические и лесоводственные работы описывают ее распространение, продуктивность и особенности естественного возобновления [3–10]. Исследования на Хоккайдо показывают, что древостои приурочены к специфическим влажным, подзолистым и местами серпентинитовым местообитаниям, а успешность возобновления зависит от микросайтов, валежа, нарушений и конкуренции с пихтой сахалинской [11–15]. Эти особенности ограничивают прямую трактовку вида как универсально «неприхотливого» лесовосстановительного материала.

На Сахалине количественные данные о многолетней динамике лесов с участием ели Глена немногочисленны, а региональные нормативы их ресурсной оценки не разработаны [2]. Цель работы — по повторным учетам 2008 и 2015 гг. охарактеризовать изменения основных таксационных показателей ели Глена и сопутствующих пород на семи постоянных пробных площадях. Дополнительные задачи — сопоставить возобновление и нижние ярусы в разных условиях увлажнения и определить ограничения ресурсной и сукцессионной интерпретации полученных данных.

Объекты, методы и объем исследований. Площадки расположены преимущественно на Муравьевской низменности, в том числе в окрестностях памятника природы «Корсаковский ельник» (рис. 1). Исследованные леса охватывают заболоченные и переувлажненные равнинные участки, поймы и более дренированные местоположения. Такое размещение позволяет сравнивать локальные варианты древостоев, но не представляет статистически случайную выборку всех лесов юга Сахалина.



Рисунок 1 – Карта-схема расположения объектов исследования на территории Сахалинской области (пробные площадки №3,7,8,16,17,18 и 19)

На переувлажненных площадках почвы торфянистые, сырые, со слабым дренажем; равнинные леса с елью Глена относятся к болотно-травяной группе типов леса. Способность вида сохраняться на влажных и бедных субстратах подтверждается исследованиями в северной Японии [11–15], однако состав и динамика древостоя зависят не только от увлажнения, но и от истории нарушений, конкурентной среды и доступности микросайтов для возобновления.

Исследование включало семь постоянных пробных площадей размером не менее 400 м² (20 × 20 м), заложенных в 2008 г. и повторно обследованных в 2015 г. На каждой площади выполняли перечислительную таксацию древостоя, учет подроста и подлеска, геоботаническое описание живого напочвенного покрова, а также характеристику почв, увлажнения, дренажа и признаков антропогенных нарушений.

Для каждой породы определяли средние высоту, диаметр и возраст, густоту, сумму площадей поперечных сечений, запас, относительную полноту и класс бонитета. Все деревья картировали; диаметр измеряли на высоте груди. Дере-

вья диаметром 6 см и более относили к древостою, меньшего диаметра — к подросту. Подлесок, травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый ярусы характеризовали по видовому составу, средней высоте, общему проективному покрытию и обилию по шкале Браун–Бланке.

Изменения показателей рассчитывали, как арифметическую разность значений 2015 и 2008 гг. для каждой площади и породы. Поскольку каждому варианту сообщества соответствует одна постоянная площадь, статистические тесты между типами леса не применялись; различия интерпретировали как локальные траектории конкретных древостоев.

Средние диаметр, высота и возраст чувствительны к отпаду, переходу подроста в древостой и изменению состава выборки. Поэтому уменьшение среднего значения не обязательно означает отрицательный индивидуальный прирост, а увеличение густоты — появление новых деревьев без учета порога 6 см. Основным сопоставимым ресурсным показателем в работе служит изменение запаса при одновременном анализе густоты и абсолютной полноты.

Результаты и обсуждение.

Пробная площадь № 3 характеризует лиственнично-пихтово-еловый лес багульниково-зеленомошный с высокополнотным древостоем (рис. 2). Участок расположен в правобережной части долины р. Мерея; почвы торфянистые, сырые, дренаж слабый. В прошлом проводились выборочные рубки. Таксационная характеристика и динамика древостоя в 2008–2015 гг. приведены в табл. 1.

Насаждение представляет собой заключительную стадию демутации коренного ценоза после вырубки. Ель Глена в динамике (с 2008 по 2015 гг) показала рост основных таксационных показателей. Средний диаметр увеличился незначительно с 22,5 см до 22,6 см. Средняя высота, наоборот, уменьшилась с 14 м до 12,5 м, что может указывать на выборочный выпад более высоких экземпляров или приход в ярус более молодых и низкорослых деревьев. Густота увеличилась с 350 до 425 шт./га, а сумма площадей поперечного сечения возросла с 13,9 до 17,1 м²/га, что является значительным увеличением. Запас древесины также существенно вырос с 92,8 до 114,2 м³/га.



Рисунок 2 – Растительный покров на пробной площади № 3

Ель Глена доминировала на ПП № 3: в 2008 г. на нее приходилось около 48% суммы площадей сечений и 43% общего запаса, а в 2015 г. — около 59 и 60% соответственно. Рост ее доли указывает на усиление роли в данном древостое; для вывода о последовательности замещения пород нужны более ранние наблюдения.

Таблица 1 Динамика таксационных показателей насаждения с участием ели Глена с 2008 по 2015 год на пробной площади № 3

Таксационные показатели	Древесные породы					Всего
	Ег	Лц	Пс	Еа	Ол	
Дср±Δ, см	22,5+0,1	21,8+2,1	14,1+1,1	27,4-15,6	8-8	21,4-0,5
Нср±Δ, м	14-1,5	16-2,7	16-5,3	14-4,9	8-8	14,7-2,6
N±Δ, шт./га	350+75	125-25	375-25	75+0	25-25	950+0
G±Δ, м2/га	13,9+3,2	4,7-0,2	5,8+0,5	4,4-3,6	0,1-0,1	29,0-0,2
M±Δ, м3/га	92,8+21,4	57,7-19,7	38,3-6,2	31,5-26,8	0,8-0,8	221,1-32,1
Аср±Δ, лет	120+3	100+8	60+4	136-62	21-21	
P±Δ	0,53+0,2	0,15+0	0,2+0,1	0,16-0,1	0,01+0	1,05+0,1
Ба–Ба+n	V–Va	V–V	IV–III	V–Va	II–нет	
	2008 год учета			2015 год учета		
Формулы состава рассчитанные по:						
N, шт/га	3,7Ег3,9Пс1,3Лц0,8Еа0,3Ол			4,4Ег3,7Пс1,1Лц0,8Еа		
G, м2/га	4,8Ег2Пс1,7Лц1,5Еа, Ол			5,9Ег2,2П1,6Лцс0,3Еа		
M, м3/га	4,3Ег2,6Лц1,7Пс1,4Еа, Ол			6,1Ег2Лц1,7Пс0,2Еа		

Примечание, здесь и далее: Дср — средний диаметр древостоя; Нср — средняя высота древостоя; N — густота древостоя; G — абсолютная полнота древостоя; М — запас древостоя; Р — относительная полнота древостоя; Ба–Ба+n — классы бонитета в начале (2008 г.) и в конце обследования древостоя (2015 г.); ±D — текущее изменение таксационного показателя; Ег — ель Глена; Еа — ель аянская; Пс — пихта сахалинская; Лц — лиственница Каяндера; Ол — ольха волосистая; Бэ — берёза Эрмана; Ряб — рябина похуашаньская.

Возобновление обеспечивается преимущественно пихтой сахалинской (более 3000 экз./га). Подрост ели Глена и ели аянской немногочислен (по 100-150 экз./га каждой). Кустарниковый ярус хорошо развит (25-50% покрытия), доминирует багульник болотный. Травяно-кустарничковый ярус развит хуже (менее 10%), мохово-лишайниковый ярус очень хорошо развит, доминируют зелёные мхи.

Пробная площадь № 7 представляет лиственничник осоково-мелкотравный с пихтой и елями в пойме р. Кутра. Почвы торфянистые, сырые, дренаж слабый; явных антропогенных нарушений не отмечено. Светлохвойный лес (рис. 3) является серийным сообществом, в котором развитие темнохвойного подроста создает предпосылки для изменения состава. Направление и скорость смены зависят от выживаемости подроста, будущих нарушений и гидрологического режима, поэтому требуют повторных учетов.

Динамика древостоя (табл. 2) показала, что лиственница доминировала по запасу в оба срока учета (более 80%). За ревизионный период ее густота и запас снизились, тогда как изменения остальных пород были разнонаправленными. Доля ели Глена оставалась небольшой, но учтенные экземпляры заметно увеличились по средним размерам и запасу.



Рисунок 3 – Растительный покров на пробной площади № 7

Средний диаметр деревьев ели Глена увеличился с 7,1 см до 16,5 см, а средняя высота с 4 м до 11,6 м. Запас древесины увеличился с 0,8 до 6,3 м³/га, что является многократным ростом, хотя абсолютные значения остаются низкими.

Таблица 2 - Динамика таксационных показателей насаждения с участием ели Глена с 2008 по 2015 год на пробной площади № 7

Таксационные показатели	Древесные породы						Всего
	Лц	Еа	Пс	Бэ	Ег	Ряб	
Дср±Δ, см	15,9+3,4	12,9-2,4	11,1+0,6	10,2-0,2	7,1+9,4	+6,9	14,8+2,9
Нср±Δ, м	18-3,3	10-1	10-2,1	9+4,2	4+7,6	+10,3	15,7-2,2
N±Δ, шт./га	1325-275	475-200	325+75	50-25	50+0	+125	2225-300
G±Δ, м2/га	26,3+4,6	6,2-3,9	3,1+1,2	0,4-0,2	0,2+0,9	+0,5	36,3+2,9
M±Δ, м3/га	281,4-36,6	37,6-24,5	14,5+1,5	2,6-1,2	0,8+5,5	+3,6	336,9-51,7
Аср±Δ, лет	75+15	80-15	50+7	35+7	37+7	+7	
P±Δ	0,79+0,2	0,28-0,2	0,14+0,1	0,03+0	0,02+0	+0	1,26+0,2
Ба–Ба+n	III-V	Va-V	IV-IV	V-V	Va-V	нет-IV	
	2008 год учета			2015 год учета			
Формулы состава рассчитанные по:							
N, шт/га	6Лц2,1Еа1,5Пс0,2Бэ0,2Ег			5,5Лц2,1Пс1,4Еа0,3Ег0,6Ряб0,1Бэ			
G, м2/га	7,2Лц1,7Еа0,9Пс0,1Бэ0,1Ег			7,8Лц1,1Пс0,6Еа0,3Ег0,1Ряб0,1Бэ			
M, м3/га	8,4Лц1,1Еа0,4Пс0,1Бэ,Ег			8,6Лц0,6Пс0,5Еа0,2Ег0,1Ряб,Бэ			

Возобновление – успешное, преобладают темнохвойные породы (80% пихта), подрост лиственницы и ели Глена малочислен. Кустарниковый ярус почти отсутствует. Травяно-кустарничковый ярус хорошо развит (более 50% покрытия), доминируют осока шаровидная и майник широколистный. Мохово-лишайниковый покров выражен очень слабо.

Пробная площадь № 8. Местоположение – верхняя часть пологого склона, почвы торфянистые, умеренно влажные, умеренно дренированные, без антропогенных нарушений. Пробная площадь представляет темнохвойно-лиственничный лес мелкотравный (рис. 4). Возможно, лиственничное насаждение искусственного происхождения, а темнохвойные – естественного.



Рисунок 4 – Растительный покров на пробной площади № 8

Таксационная характеристика ПП8 и динамика древостоя (2008-2015 гг.) приведена в табл. 3.

По данным табл. 3 лиственница сохраняла около 78% общего запаса в оба срока учета; ее густота несколько снизилась, а запас увеличился со 121,9 до 131,6 м³/га.

Доля ели Глена в общем запасе увеличилась примерно с 7 до 10%. Средний диаметр снизился с 14,3 до 13,5 см, средняя высота возросла с 4,0 до 11,8 м, а запас — с 10,9 до 17,4 м³/га. Разнонаправленность средних показателей может быть связана с переходом новых деревьев через учетный порог и изменением состава учтенной совокупности.

Для ели Глена на данной площади отмечен выраженный разрыв между взрослыми деревьями и возобновлением возрастом до 20 лет. Общая численность подроста составляла около 2300 экз./га; более половины приходилось на темнохвойные породы (пихта — 26%, ель аянская — 20%, ель Глена — 8%), лиственница составляла 41%.

Наличие темнохвойного подроста указывает на возможное постепенное усиление роли пихты и елей. Однако определить срок смены породного состава по двум учетам за семь лет невозможно; для прогноза необходимы данные о выживаемости и переходе подроста в древостой.

Кустарниковый ярус хорошо развит (25-50% покрытия), доминирует багульник болотный. Травяно-кустарничковый ярус развит хуже (более 10%). Мохово-лишайниковый ярус развит слабо, но зелёные мхи могут формировать сплошной покров.

Таблица 3 -Динамика таксационных показателей насаждения с участием ели Глена с 2008 по 2015 год на пробной площади № 8

Таксационные показатели	Древесные породы					
	Лц	Пс	Ег	Еа	Ряб	Всего
Дср±Δ, см	10+1,8	8,9+1,3	14,3-0,8	8,6+0,7	6+0,7	10,3+1,3
Нср±Δ, м	18-4,4	10-2,8	4+7,8	10-0,9	7+0,5	13,9-1,9
N±Δ, шт./га	1450-100	400+75	175+0	300-175	150-75	2475-275
G±Δ, м2/га	11,4+3,3	2,5+1,4	2,8-0,3	1,7-0,9	0,4-0,2	18,8+3,4
M±Δ, м3/га	121,9+9,7	11,4+1,9	10,9+6,5	10,4-5,3	2,2-0,7	156,8+12,1
Аср±Δ, лет	75-26	50-4	37+48	80-24	30+5	
P±Δ	0,34+0,1	0,11+0,1	0,28-0,2	0,08+0	0,04+0	0,85+0
Ба–Ба+n	III-III	IV-IV	Va-V	Va-V	IV-IV	
	2008 год учета			2015 год учета		
Формулы состава рассчитанные по:						
N, шт/га	5,9Лц1,6Пс1,2Еа0,7Ег0,6Ряб			6,1Лц2,2Пс0,8Ег0,6Еа0,3Ряб		
G, м2/га	6,1Лц1,5Ег1,3Пс0,9Еа0,2Ряб			6,7Лц1,7Пс1,1Ег0,4Еа0,1Ряб		
M, м3/га	7,8Лц0,7Пс0,7Ег0,7Еа0,1Ряб			7,8Лц1Ег0,8Пс0,3Еа0,1Ряб		

Пробная площадь № 16 – представляет Корсаковский ельник. Пробная площадь находится на равнинном заболоченном участке в долине р. Мерея с торфянистыми, сырыми почвами и со слабым дренажем. Биогеоценоз на пробной площади представлен редкостойным лиственнично-темнохвойным лесом со следами старых рубок (рис. 5). Редкостойность обусловлена заболоченностью, которая также снижает бонитет насаждений.

Таксационная характеристика древостоя (табл. 4) показала, что пихта преобладала по густоте (около 46% в 2008 г.), а лиственница имела наибольшую долю запаса (около 39% в 2008 г. и 43% в 2015 г.). Участие ели Глена было небольшим, но ее запас увеличился с 3,3 до 5,6 м³/га. Возобновление состоит почти исключительно из темнохвойных пород (пихта, ель аянская), при этом отмечается отсутствие подроста ели Глена.

Кустарниковый ярус хорошо развит (25-50%), доминирует багульник болотный. Травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый ярусы развиты слабее.



Рисунок 5 – Растительный покров на пробной площади № 16

Таблица 4 - Динамика таксационных показателей насаждения с участием ели Глена с 2008 по 2015 год на пробной площади № 16

Таксационные показатели	Древесные породы				
	Лц	Пс	Еа	Ег	Всего
Дср±Δ, см	13,6+1,7	12,6+0	12,8+0,2	12,6+3,2	12,9+0,9
Нср±Δ, м	12-2,7	10-0,4	9-1,6	9+1,6	10,3-1,1
N±Δ, шт./га	250+0	425+25	200+0	50+0	925+25
G±Δ, м2/га	3,6+1	5,3+0,4	2,6+0,1	0,6+0,4	12,1+1,8
M±Δ, м3/га	25,8+8,1	24,4+1	13,6+0,4	3,3+2,3	67,1+11,8
Аср±Δ, лет	65+5	55+0	80+2	80+17	
P±Δ	0,12+0,1	0,24+0	0,13+0	0,03+0	0,52+0,1
Ба–Ба+n	V-Va	IV-IV	Va-Vб	Va-Va	
	2008 год учета			2015 год учета	
Формулы состава рассчитанные по:					
N, шт/га	4,6Пс2,7Лц2,2Еа0,5Ег			4,7Пс2,6Лц2,1Еа0,5Ег	
G, м2/га	4,4Пс3Лц2,1Еа0,5Ег			4,1Пс3,3Лц1,9Еа0,7Ег	
M, м3/га	3,9Лц3,6Пс2Еа0,5Ег			4,3Лц3,2Пс1,8Еа0,7Ег	

Пробная площадь № 17 – Корсаковский ельник. Местоположение и условия: Равнинный заболоченный участок в долине р. Мерея, торфянистые, сырые почвы, слабый дренаж, без антропогенных нарушений. Насаждение на пробной площади в целом характеризуется как редкостойный лиственничник багульниковый с большими прогалинами (рис.6). Редкостойность обусловлена заболоченностью и периодическими низовыми пожарами.

Таксационная характеристика древостоя в динамике (2008-2015 гг.) дана в табл. 5. На пробной площади безраздельно господствует лиственница (более 95% от общего запаса древесины). Запас древесины лиственницы изменился с 117,2 в 2008 году до 119,8 м³/га в 2015 году. Участие ели Глена измеряется процентами или долями процента.



Рисунок 6 – Растительный покров на пробной площади № 17

Таблица 5 - Динамика таксационных показателей насаждения с участием ели Глена с 2008 по 2015 год на пробной площади № 17

Таксационные показатели	Древесные породы				
	Лц	Ег	Пс	Еа	Всего
Дср±Δ, см	12,1+1	14+4	8,2+0,9	6+2	12+1,1
Нср±Δ, м	14-2	11+4	10-4	4-4	13,8-1,9
N±Δ, шт./га	1125+150	25+0	50+0	25+0	1225+150
G±Δ, м2/га	13,0+4,3	0,4+0,3	0,3+0,1	0,1+0,1	13,7+4,7
M±Δ, м3/га	117,2+2,6	2,6+2,4	1,2-0,2	0,4+0,1	121,4+4,9
Аср±Δ, лет	50+5	88+17	35+5	25+20	
P±Δ	0,42+0,2	0,02+0	0,01+0	0+0	0,45+0,2
Ба–Ба+n	III-IV	Va-V	IV-IV	II-III	
	2008 год учета		2015 год учета		
Формулы состава рассчитанные по:					
N, шт/га	9,2Лц0,2Ег0,4Пс0,2Еа		9,2Лц0,2Ег0,4Пс0,2Еа		
G, м2/га	9,4Лц0,3Ег0,2Пс0,1Еа		9,4Лц0,3Ег0,2Пс0,1Еа		
M, м3/га	9,7Лц0,2Ег0,1Пс, Еа		9,5Лц0,4Ег0,1Пс, Еа		

Однако, как и на других участках, средний диаметр увеличился с 14 до 18 см (+4 см), средняя высота с 11 до 15 м (+4 м), а запас древесины вырос с 2,6 до 5,0 м³/га (+2,4 м³). Возобновление слабое, состоит в основном из лиственницы (более 90% подроста). Подрост ели Глена и ели аянской малочислен (20-30 экз./га). Кустарниковый ярус хорошо развит (более 50% покрытия), исключительно за счёт багульника болотного. Травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый покров развиты очень слабо.

Пробная площадь № 18 расположена в пределах Корсаковского ельника на равнинном участке долины р. Мерея, менее заболоченном,

чем предыдущие площади. Фитоценоз представлен лиственнично-темнохвойным багульниково-папоротниковым лесом с хорошо развитым древесным ярусом без отмеченных антропогенных нарушений (рис. 7). Почвы торфянистые, сырые, со слабым дренажем.

Таксационная характеристика и динамика древостоя в 2008–2015 гг. приведены в табл. 6. Лиственница имела наибольшую долю общего запаса: около 49% в 2008 г. и 69% в 2015 г. Увеличение ее доли связано не только с приростом, но и с существенным снижением запаса пихты сахалинской.

Запас ели Глена увеличился с 32,5 до 44,1 м³/га (+11,6 м³/га), а ее доля в общем запасе — примерно с 11 до 18%. Средний диаметр увеличился с 18,5 до 20,4 см.



Рисунок 7 – Растительный покров на пробной площади № 18

Таблица 6 - Динамика таксационных показателей насаждения с участием ели Глена с 2008 по 2015 год на пробной площади № 18

Таксационные показатели	Древесные породы					
	Лц	Пс	Ег	Еа	Бэ	Всего
Дср±Δ, см	21,6+3,2	22,1-10,4	18,5+1,9	14,5+2,5	11,4+0,8	20,9+0,6
Нср±Δ, м	21+0,7	18,5-8	18-1,2	14-5,8	13+1	19,2-1
N±Δ, шт./га	375-25	325+50	125+25	100-25	50+0	975+25
G±Δ, м2/га	13,8+3,2	12,4-8,4	3,4+1,5	1,7+0,1	0,5+0,1	31,7-3,6
M±Δ, м3/га	149,2+25,3	106,2-86,8	32,5+11,6	13,4-3,2	3,8-0,5	305,1-53,6
Аср±Δ, лет	100+12	85-34	109+7	100+3	40+7	
P±Δ	0,4+0,1	0,39-0,2	0,11+0,1	0,06+0	0,03+0	0,99+0
Ба–Ба+n	III-III	III-IV	IV-V	V-Vб	III-IV	
	2008 год учета			2015 год учета		
Формулы состава рассчитанные по:						
N, шт/га	3,8Лц3,3Пс1,3Ег1Еа0,5Бэ			3,5Лц1,5Ег3,8Пс0,8Еа0,5Бэ		
G, м2/га	4,3Лц3,9Пс1,1Ег0,5Еа0,2Бэ			6Лц1,7Ег1,4Пс0,6Еа0,2Бэ		
M, м3/га	4,9Лц3,5Пс1,1Ег0,4Еа0,1Бэ			6,9Лц1,8Ег0,8Пс0,4Еа0,1Бэ		

Общая численность подроста высокая; более 90% составляли молодые пихты (свыше 5000 экз./га). Численность ели Глена (400–500 экз./га) и ели аянской (350–400 экз./га) также была заметной. Кустарниковый ярус имел около 40% покрытия с доминированием багульника болотного; травяно-кустарничковый ярус занимал 10–25%, а в моховом покрове на заболоченных участках встречались сфагновые мхи.

Пробная площадь № 19 заложена на равнинном перешейке между Большим Вавайским озером и заливом Анива. Высокополнотное насаждение представляет лиственнично-темнохвойный мелкотравный лес (рис. 8).

Таксационная характеристика и динамика древостоя ПП № 19 в 2008–2015 гг. приведены в табл. 7.

Древостой ПП № 19 произрастает на суглинистых умеренно влажных почвах с умеренным дренажем. Доля темнохвойных пород в общем запасе составляла около 69% в 2008 г. и 66% в 2015 г.; доля лиственницы — около 31 и 34% соответственно.



Рисунок 8 – Растительный покров на пробной площади № 19

Запас ели Глена на ПП № 19 увеличился с 29,6 до 38,4 м³/га (+8,8 м³/га). Под пологом учтено более 6 тыс. экз./га подроста, в котором доминировали темнохвойные породы при отсутствии молодой лиственницы. Такая структура создает предпосылки для усиления темнохвойного компо-

нента, но не гарантирует вытеснения лиственницы: дальнейшая траектория зависит от выживаемости подроста и режима нарушений [11, 12].

Кустарниковый ярус развит слабо. Травяно-кустарничковый ярус развит неплохо (до 50% покрытия), преобладают виды таёжного мелкотравья. Мохово-лишайниковый покров развит очень слабо, но содержит охраняемый лишайник *Menegazzia terebrata*.

Таблица 7 - Динамика таксационных показателей насаждения с участием ели Глена с 2008 по 2015 год на пробной площади № 19

Таксационные показатели	Древесные породы				
	Пс	Лц	Еа	Ег	Всего
Дср±Δ, см	26,5-0,7	22,5+0,3	24,5+3,5	25,4-0,3	24,8+0,4
Нср±Δ, м	19-2,3	18-0,1	18+0,1	17-0,5	18,3-1
N±Δ, шт./га	350+25	350+0	225-75	75+25	1000-25
G±Δ, м2/га	19,4+0,2	13,9+0,4	10,7-1,4	3,8+1,1	47,7+0,4
M±Δ, м3/га	168,1-18	129+4,1	92-17,4	29,6+8,8	418,7-22,5
Аср±Δ, лет	105-6	105-1	130+7	130+0	
P±Δ	0,6+0,1	0,42+0	0,31+0	0,13+0	1,46+0,1
Ба–Ба+n	II-II	IV-IV	V-V	V-V	
	2008 год учета			2015 год учета	
Формулы состава рассчитанные по:					
N, шт/га	3,5Пс3,4Лц2,3Еа0,8Ег			3,9Пс3,6Лц1,5Еа1Ег	
G, м2/га	4,1Пс2,9Лц2,2Еа0,8Ег			4,1Пс3Лц1,9Еа1Ег	
M, м3/га	4Пс3,1Лц2,2Еа0,7Ег			3,7Пс3,4Лц1,9Еа1Ег	

Выводы:

1. На семи изученных площадях ель Глена входила в состав сообществ от заболоченных лиственничников до высокополнотных лиственнично-темнохвойных лесов. Ее относительная роль была максимальной не во всех переувлажненных условиях, поэтому устойчивость вида следует оценивать совместно с дренажем, историей нарушений и конкурентным окружением.

2. Запас ели Глена увеличился на всех площадях за период 2008–2015 гг., хотя густота и средние размеры менялись разнонаправленно. Увеличение запаса подтверждает сохранение и рост древесного компонента на обследованных площадях, но не является самостоятельной оценкой жизненного состояния популяции.

3. Преобладание темнохвойного подроста на части площадей указывает на возможное усиление роли пихты и елей. На заболоченных участках слабое возобновление и господство лиственницы могут замедлять эту тенденцию. Двух учетов недостаточно для определения конечной стадии и сроков сукцессии.

4. Следы прошлых рубок, пожаров и возможное искусственное происхождение отдельных насаждений влияют на современную структуру и затрудняют отделение естественной сукцессии от последствий нарушений.

5. Ель Глена включена в Красную книгу Российской Федерации (категория редкости 3, статус угрозы исчезновения У) и Красную книгу Сахалинской области (категория 3д) [16, 17]. Возобновление неодинаково: от отсутствия на ПП № 16 до относительно высокой численности на ПП № 18. Это требует сохранения местообитаний и мониторинга перехода подроста в древостой.

6. На переувлажненных площадках подчиненные ярусы часто характеризовались доминированием багульника болотного и различной развитостью мохового покрова. Эти признаки полезны как индикаторы условий местообитания, но для количественной связи с ростом ели необходимы измерения уровня грунтовых вод и свойств почв.

В целом повторные учеты дают редкий для юга Сахалина материал о локальной динамике лесов с елью Глена. Главные ограничения — семь небольших площадей, отсутствие репликации типов леса и завершение наблюдений в 2015 г. Следующий цикл мониторинга должен включать повторную таксацию, учет отпада и состояния крон, сохранности маркировки деревьев, возобновления и гидрологического режима. Ресурсные выводы следует сочетать с приоритетом охраны вида и его естественных местообитаний.

Список источников

1. Коропачинский И. Ю. Picea glehnii (F. Schmidt) Mast. — Ель Глена // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 4. Ленинград: Наука, 1989. С. 13.

2. Справочник для учета лесных ресурсов Дальнего Востока / отв. сост. и науч. ред. В. Н. Корякин. Хабаровск, 2017. 528 с.

3. Фирсов Г. А. Хвойные флоры Японии в Ботаническом саду Петра Великого // Ботаника, семантика и ландшафт Японских садов. Санкт-Петербург, 2021. С. 29–37.

4. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. Санкт-Петербург: Мир и семья-95, 1995. 990 с.

5. Шафрановский В. А. Ель Глена Picea glehnii (F. Schmidt) Mast. на острове Кунашир // Ель на Дальнем Востоке. Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. С. 15–58.
6. Шафрановский В. А. Состояние естественного возобновления ели Глена // Проблемы лесовосстановления в таежной зоне СССР: тезисы докладов Всесоюзной конференции. Красноярск, 1988. С. 257–259.
7. Шафрановский В. А. Состояние лесов с участием ели Глена на советском Дальнем Востоке // Итоги изучения лесов Дальнего Востока и задачи интенсификации многоцелевого лесопользования. Хабаровск, 1989. С. 18–19.
8. Шафрановский В. А., Андреев С. А. Естественное возобновление древесных пород в лесах с участием ели Глена на Сахалине // Антропогенная и естественная динамика лесов юга Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 43–49.
9. Шафрановский В. А., Андреев С. А. Об естественном укоренении ветвей ели Глена // Ель на Дальнем Востоке. Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. С. 128–138.
10. Шафрановский В. А., Гладкова Г. А. Продуктивность лесов из ели Глена на о. Кунашир // Продуктивность таежных биогеоценозов: тезисы докладов. Красноярск, 1986. С. 168–169.
11. Suzuki E., Ota K., Igarashi T., Fujiwara K. Regeneration process of coniferous forests in northern Hokkaido I. Abies sachalinensis forest and Picea glehnii forest. Ecological Research. 1987. Vol. 2. No. 1. P. 61–75. DOI: 10.1007/BF02348620.
12. Takahashi K., Yogo M., Ishibashi S. Stand development and regeneration during a 33-year period in a seral Picea glehnii forest, northern Japan. Ecological Research. 2006. Vol. 21. No. 1. P. 35–42. DOI: 10.1007/s11284-005-0093-2.
13. Nakata M., Kojima S. Effects of serpentine substrate on vegetation and soil development with special reference to Picea glehnii forest in Teshio district, Hokkaido, Japan. Forest Ecology and Management. 1987. Vol. 20. No. 3-4. P. 265–290. DOI: 10.1016/0378-1127(87)90084-3.
14. Aizawa M., Yoshimaru H., Takahashi M., Kawahara T., Sugita H., Saito H., Sabirov R. N. Genetic structure of Sakhalin spruce (Picea glehnii) in northern Japan and adjacent regions revealed by nuclear microsatellites and mitochondrial gene sequences. Journal of Plant Research. 2015. Vol. 128. No. 1. P. 91–102. DOI: 10.1007/s10265-014-0682-7.
15. Tsuyuzaki S., Haraguchi A. Maintenance of an abrupt boundary between needle-leaved and broad-leaved forests in a wetland near coast. Journal of Forestry Research. 2009. Vol. 20. No. 2. P. 91–98. DOI: 10.1007/s11676-009-0017-z.
16. Красная книга Сахалинской области. Растения и грибы / отв. ред. А. А. Таран. Кемерово: Технопринт, 2019. 352 с.
17. Об утверждении Перечня объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации: приказ Минприроды России от 23.05.2023 № 320.

References

1. Koropachinskii I. Yu. Picea glehnii (F. Schmidt) Mast. — El Glena [Picea glehnii (F. Schmidt) Mast. — Glehn's spruce]. Sosudistye rasteniya sovetskogo Dalnego Vostoka. Vol. 4. Leningrad: Nauka, 1989. P. 13. (In Russ.).
2. Spravochnik dlya ucheta lesnykh resursov Dalnego Vostoka [Directory for accounting of forest resources of the Far East] / otv. sost. i nauch. red. V. N. Koryakin. Khabarovsk, 2017. 528 p. (In Russ.).
3. Firsov G. A. Khvoinye flory Yaponii v Botanicheskom sadu Petra Velikogo [Coniferous flora of Japan in the Botanical Garden of Peter the Great]. Botanika, semantika i landshaft Yaponskikh sadov. Saint Petersburg, 2021. P. 29–37. (In Russ.).
4. Cherepanov S. K. Sosudistye rasteniya Rossii i sopredelnykh gosudarstv [Vascular plants of Russia and neighboring countries]. Saint Petersburg: Mir i semya-95, 1995. 990 p. (In Russ.).
5. Shafranovskii V. A. El Glena Picea glehnii (F. Schmidt) Mast. na ostrove Kunashir [Picea glehnii (F. Schmidt) Mast. on Kunashir Island]. El na Dalnem Vostoke. Vladivostok: DVO AN SSSR, 1987. P. 15–58. (In Russ.).
6. Shafranovskii V. A. Sostoyanie estestvennogo vozobnovleniya eli Glena [Status of natural regeneration of Glehn's spruce]. Problemy lesovosstanovleniya v taezhnoi zone SSSR: tezisy dokladov Vsesoyuznoi konferentsii. Krasnoyarsk, 1988. P. 257–259. (In Russ.).
7. Shafranovskii V. A. Sostoyanie lesov s uchastiem eli Glena na sovetskom Dalnem Vostoke [Condition of forests with Glehn's spruce in the Soviet Far East]. Itogi izucheniya lesov Dalnego Vostoka i zadachi intensifikatsii mnogotselevogo lesopolzovaniya. Khabarovsk, 1989. P. 18–19. (In Russ.).
8. Shafranovskii V. A., Andreev S. A. Estestvennoe vozobnovlenie drevesnykh porod v lesakh s uchastiem eli Glena na Sakhaline [Natural regeneration of tree species in forests with Glehn's spruce on Sakhalin]. Antropogennaya i estestvennaya dinamika lesov yuga Dalnego Vostoka. Vladivostok: DVO AN SSSR, 1989. P. 43–49. (In Russ.).
9. Shafranovskii V. A., Andreev S. A. Ob estestvennom ukorenenii vetvei eli Glena [Natural rooting of Glehn's spruce branches]. El na Dalnem Vostoke. Vladivostok: DVO AN SSSR, 1987. P. 128–138. (In Russ.).
10. Shafranovskii V. A., Gladkova G. A. Produktivnost lesov iz eli Glena na o. Kunashir [Productivity of Glehn's spruce forests on Kunashir Island]. Produktivnost taezhnykh biogeotsenozov: tezisy dokladov. Krasnoyarsk, 1986. P. 168–169. (In Russ.).
11. Suzuki E., Ota K., Igarashi T., Fujiwara K. Regeneration process of coniferous forests in northern Hokkaido I. Abies sachalinensis forest and Picea glehnii

forest. Ecological Research. 1987. Vol. 2. No. 1. P. 61–75. DOI: 10.1007/BF02348620.
12. Takahashi K., Yogo M., Ishibashi S. Stand development and regeneration during a 33-year period in a seral Picea glehnii forest, northern Japan. Ecological Research. 2006. Vol. 21. No. 1. P. 35–42. DOI: 10.1007/s11284-005-0093-2.
13. Nakata M., Kojima S. Effects of serpentine substrate on vegetation and soil development with special reference to Picea glehnii forest in Teshio district, Hokkaido, Japan. Forest Ecology and Management. 1987. Vol. 20. No. 3-4. P. 265–290. DOI: 10.1016/0378-1127(87)90084-3.
14. Aizawa M., Yoshimaru H., Takahashi M., Kawahara T., Sugita H., Saito H., Sabirov R. N. Genetic structure of Sakhalin spruce (Picea glehnii) in northern Japan and adjacent regions revealed by nuclear microsatellites and mitochondrial gene sequences. Journal of Plant Research. 2015. Vol. 128. No. 1. P. 91–102. DOI: 10.1007/s10265-014-0682-7.
15. Tsuyuzaki S., Haraguchi A. Maintenance of an abrupt boundary between needle-leaved and broad-leaved forests in a wetland near coast. Journal of Forestry Research. 2009. Vol. 20. No. 2. P. 91–98. DOI: 10.1007/s11676-009-0017-z.
16. Krasnaya kniga Sakhalinskoi oblasti. Rasteniya i griby [Red Data Book of the Sakhalin Region. Plants and Mushrooms] / otv. red. A. A. Taran. Kemerovo: Tekhnoprint, 2019. 352 p. (In Russ.).
17. Ob utverzhdenii Perechnya obektov rastitelnogo mira, zanesennykh v Krasnuyu knigu Rossiiskoi Federatsii: prikaz Minprirody Rossii ot 23.05.2023 No. 320 [On approval of the List of flora objects listed in the Red Book of the Russian Federation: Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated 23.05.2023 No. 320]. (In Russ.).

Ольга Викторовна Храпко, доктор биологических наук, ovkhrapko@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0001-7086-5059
Наталья Альбертовна Царенко, кандидат биологических наук, доцент, ntsarenko@mail.ru, https://orcid.org/0009-0008-2069-216X
Александр Николаевич Гриднев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, gridnevan1956@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-1349-8296

Olga V. Khrapko, Doctor of Biology, ovkhrapko@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0001-7086-5059
Natalia A. Tsarenko, Candidate of Biology, Associate Professor, ntsarenko@mail.ru, https://orcid.org/0009-0008-2069-216X
Alexander N. Gridnev, Candidate of Agriculture, Associate Professor, gridnevan1956@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-1349-8296

Вклад авторов: Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Contribution of the authors: all the authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 06.07.2026; одобрена после рецензирования 21.07.2026; принята к публикации 03.08. 2026.
The article was submitted to the editorial office in 06.07.2026; approved after review in 21.07.2026; accepted for publication in 03.08. 2026

Научная статья
УДК 57.08:004:581.9

РЕЛЬЕФ И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ МОНИТОРИНГОВОГО ПОЛИГОНА «СТРАЖНИК»: КОМПЛЕКСНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Юрий Олегович Щербаков, Наталья Геннадьевна Розломий

Приморский государственный аграрно-технологический университет, Уссурийск, Россия

Аннотация.

Выполнено описательное сопоставление рельефа и спектральных характеристик растительности мониторингового полигона «Стражник» Сихотэ-Алинского заповедника. По цифровой модели высот рассчитаны высота, крутизна и экспозиция склонов, LS-фактор и топографический индекс влажности; по данным Sentinel-2 проанализированы 11 вегетационных и влажностных индексов. Средняя высота полигона составила 845,9 м (639–1149 м), средняя крутизна склонов — около 19°. Более высокие средние значения большинства индексов зеленой биомассы отмечены на северных и северо-восточных экспозициях и в высотных поясах 700–900 м. Эти различия согласуются с возможным влиянием увлажнения, инсоляции и смены типов растительности, но не доказывают причинную связь. Из-за отсутствия полевой валидации, многолетнего ряда и полного описания предварительной обработки снимка индексы следует рассматривать как спектральные прокси, а не как прямой диагноз жизненного состояния или усыхания леса.
Ключевые слова: дистанционное зондирование, Sentinel-2, вегетационные индексы, цифровая модель рельефа, экспозиция склонов.
Для цитирования: Щербаков Ю. О., Розломий Н. Г. Рельеф и растительность мониторингового полигона «Стражник»: комплексная характеристика по данным дистанционного зондирования / Ю. О. Щербаков, Н. Г. Розломий // Аграрный вестник Приморья. - 2026. - № 3(43). - С. 85 – 89.

Original article

RELIEF AND VEGETATION OF THE STRAZHNIK MONITORING SITE: A COMPREHENSIVE DESCRIPTION BASED ON REMOTE SENSING DATA

Yuri O. Shcherbakov, Natalia G. Rozlomiy

Primorsky State Agrarian and Technological University, Ussuriysk, Russia

Abstract.

Relief and vegetation spectral characteristics were descriptively compared for the Strazhnik monitoring site in the Sikhote-Alin Reserve. Elevation, slope, aspect, the LS factor, and the topographic wetness index were derived from a digital elevation model; eleven vegetation and moisture indices were analyzed from Sentinel-2 data. Mean elevation was 845.9 m (range 639–1149 m), and mean slope was about 19°. Most green-biomass indices had higher mean values on north-facing and north-eastern slopes and at elevations of 700–900 m. These patterns are consistent with possible effects of moisture, insolation, and vegetation zonation but do not demonstrate causality. In the absence of field validation, a multiyear time series, and a complete record of image preprocessing, the indices should be treated as spectral proxies rather than as direct diagnoses of forest vitality or dieback.
Keywords: remote sensing, Sentinel-2, vegetation indices, digital elevation model, slope aspect.
For citation: Shcherbakov Yu. O., Rozlomiy N. G. Relief and vegetation of the Strazhnik monitoring site: a comprehensive description based on remote sensing data. Agrarian Bulletin of Primorye. 2026;(3(43)): 85 - 89. (In Russ.).

Введение. Дистанционное зондирование позволяет регулярно характеризовать пространственную неоднородность лесного покрова, однако спектральный сигнал зависит одновременно от пигментов, содержания воды, структуры полога, породного состава, фенологии, освещения и рельефа [2–9, 12–15]. Поэтому отдельный вегетационный индекс не является прямой мерой «здо-

ровья» леса; надежная диагностика требует сопоставления нескольких показателей, временного ряда и полевых наблюдений [12–15].

Материалы и методы. Границы полигона совмещали с лесоустроительными материалами в ГИС [1]. Рельеф анализировали по 12,5-метровому слою высот, поставляемому в составе продукта ALOS PALSAR RTC. Следует учитывать, что этот слой является вспомогательной цифровой моделью, использованной для радиометрической коррекции радарных данных, а не высотой, непосредственно полученной из PALSAR для данной работы [16]. Рассчитывали высоту, крутизну и экспозицию склонов, LS-фактор и топографический индекс влажности TWI [10, 11].

Обработку выполняли в SAGA GIS и QGIS. По данным Sentinel-2 анализировали EVI, SWVI, NBR, SAVI, MSI, NDVI, MSAVI, ARVI, GNDVI, MSR и MTVI2. Эти индексы различаются по чувствительности к зеленой биомассе, влиянию почвенного фона, атмосферы и содержанию воды [2–9]. Для каждого индекса вычисляли диапазон, среднее и медиану, а также средние значения по группам экспозиции и высотным поясам.

В исходных материалах не зафиксированы дата съемки, уровень продукта Sentinel-2, алгоритм маскирования облаков и теней, способ топографической коррекции и формула показателя, обозначенного как SWVI. Поэтому анализ имеет разведочный характер и не полностью воспроизводим. Численные значения интерпретировали сравнительно внутри одного набора данных; универсальные пороги жизненного состояния не применялись.

Статистическая независимость пикселей не предполагалась, а различия между экспозициями и высотными поясами не проверялись на значимость. Термины «выше» и «ниже» далее обозначают различия средних значений, а не доказанный эффект рельефа.

Результаты и обсуждение. Рельеф полигона средне- и сильнорасчлененный, с преобладанием склонов, пересеченных долинами и ложбинами. Средняя высота составила 845,9 м при диапазоне 639–1149 м (рис. 1). Такая амплитуда создает условия для высотной смены растительности и микроклимата, которые могут влиять на спектральные показатели.

Средняя крутизна склонов — около 19°. Повышенные значения LS-фактора указывают на потенциальную, а не фактически измеренную эрозионную восприимчивость отдельных участков [11]. Преобладают склоны южной, юго-западной и западной экспозиций (рис. 2). TWI характеризует относительную топографическую предпосылку аккумуляции влаги; без почвенных измерений его значения нельзя напрямую приравнивать к фактической влажности [10]. Влияние экспозиции: Некоторое увеличение средних значений EVI наблюдается на склонах северо-восточной (0.609) и северной (0.593) экспозиций, что может быть связано с более благоприятным режимом увлажнения и меньшей инсоляцией.

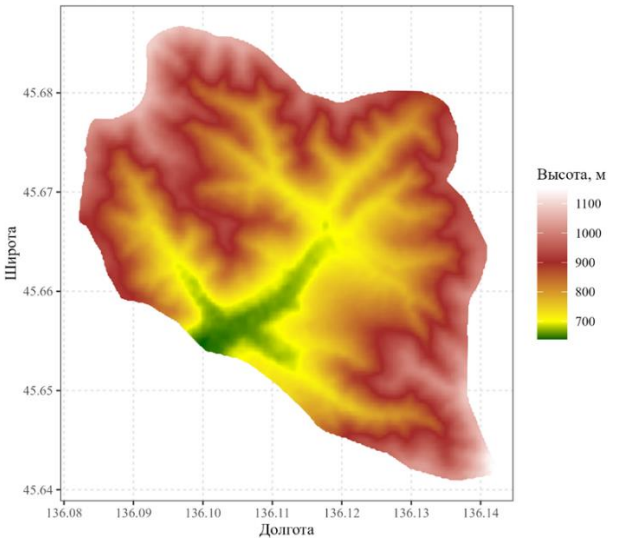


Рисунок 1 - Распределение высот

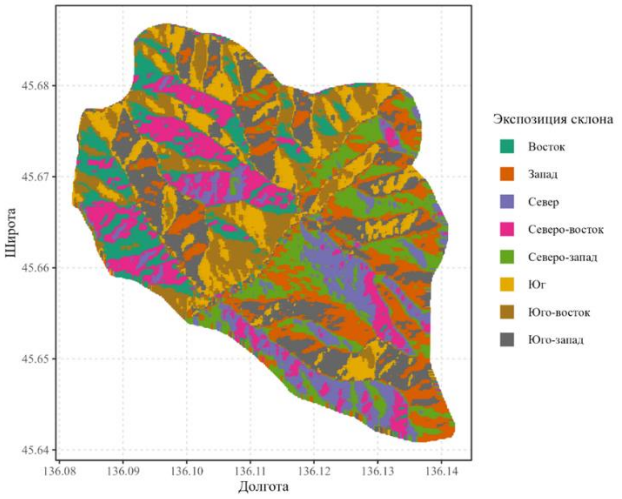


Рисунок 2 - Распределение экспозиций склонов

Влияние высоты: Индекс EVI демонстрирует наибольшие значения в высотном поясе 800-900 м (0.586). С увеличением высоты выше 1000 м значения EVI снижаются (0.547 в поясе 1000-1100 м и 0.510 выше 1100 м), что может быть связано с изменением типов растительности или ухудшением климатических условий.

Спектральные индексы, рассчитанные по Sentinel-2, использованы для сопоставления пространственных различий растительного покрова. Они отражают разные стороны одного спектрального сигнала и взаимно коррелированы, поэтому совпадение тенденций нескольких индексов не является независимым многократным подтверждением состояния [2–9, 12–15].

Ниже приведены описательные характеристики индексов и их распределения по экспозициям и высотным поясам.

1. EVI (EnhancedVegetationIndex). Общие характеристики: среднее значение EVI составило 0,5745, медиана — 0,5686, диапазон — 0,3547–0,8758. Эти значения указывают на выраженный

растительный сигнал, но без полевых данных не позволяют количественно оценить фотосинтетическую активность или жизненное состояние [3, 12–15].

2. SWVI (Shortwave Vegetation Index). Общие характеристики: SWVI варьировал от 0,0935 до 0,3473, среднее значение составило 0,2751, медиана — 0,2778. Поскольку формула SWVI в исходных материалах не указана, его экологическая интерпретация ограничена сравнением участков внутри данного набора.

Влияние экспозиции: наблюдается незначительное увеличение значений SWVI на склонах северной и северо-восточной экспозиций (0.282 и 0.286 соответственно), что может указывать на несколько более высокое содержание влаги на этих склонах. Влияние высоты: Значения SWVI несколько выше в высотном поясе 800-1000 м (0.281-0.282), что может свидетельствовать о более благоприятных условиях увлажнения в этой зоне.

3. NBR (Normalized Burn Ratio). Общие характеристики: NBR варьировал от 0,2445 до 0,5343, среднее значение составило 0,4369, медиана — 0,4391. По одному снимку без до- и посленарушенного сравнения и полевой проверки нельзя устанавливать отсутствие гарей или степень повреждения; здесь NBR используется только как сравнительный показатель спектральной структуры [17].

Влияние экспозиции: средние значения NBR были несколько выше на северных и северо-восточных склонах (0,448 и 0,454). Это согласуется с общей экспозиционной тенденцией, но не является самостоятельным доказательством лучшего жизненного состояния. Влияние высоты: наблюдается небольшое увеличение NBR с высотой до 900 м, а затем снижение.

4. SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index). Общие характеристики: SAVI варьирует от 0.2603 до 0.5898, со средним значением 0.4109 и медианой 0.4076.

Влияние экспозиции: Значения SAVI несколько выше на склонах северной и северо-восточной экспозиций (0.422 и 0.424 соответственно). Влияние высоты: наблюдается увеличение SAVI с высотой до 800-900 м, а затем снижение.

5. MSI (Moisture Stress Index). Общие характеристики: MSI варьировал от 0,4844 до 0,8291, среднее значение составило 0,5691, медиана — 0,5652. MSI чувствителен к содержанию воды в растительном материале, однако перенос лабораторных или региональных порогов на конкретный лес без калибровки некорректен [4].

Влияние экспозиции: более низкие значения MSI (меньший водный стресс) наблюдаются на северных и северо-восточных склонах (0.560 и 0.555 соответственно), а более высокие – на южных и юго-восточных (0.572 и 0.570). Влияние высоты: Значения MSI увеличиваются с высотой (особенно выше 1100 м).

6. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) [5]. Общие характеристики: Значения NDVI находятся в диапазоне от 0.3684 до 0.6493, со средним значением 0.5312 и медианой 0.5305.

Влияние экспозиции: Значения NDVI несколько выше на склонах северной и северо-восточной экспозиций (0.540 и 0.549 соответственно). Влияние высоты: Схожая тенденция: с высотой значения уменьшаются

7. MSAVI (Modified Soil-Adjusted Vegetation Index). Общие характеристики: MSAVI находится в диапазоне от 0.2379 до 0.5975, со средним значением 0.3997 и медианой 0.3957.

Влияние экспозиции: Значения MSAVI несколько выше на склонах северной и северо-восточной экспозиций (0.412 и 0.424 соответственно). Влияние высоты: наблюдалась сопоставимая тенденция к снижению значений выше 900 м.

8. ARVI (Atmospherically Resistant Vegetation Index). Общие характеристики: Значения ARVI находится в диапазоне от 0.0796 до 0.3366, со средним значением 0.2494 и медианой 0.2520.

Влияние экспозиции: Значения ARVI несколько выше на склонах северной и северо-восточной экспозиций (0.259 и 0.264 соответственно). Влияние высоты: наблюдалась сходная тенденция к снижению значений с высотой.

9. GNDVI (Green Normalized Difference Vegetation Index). Общие характеристики: Значения GNDVI находятся в диапазоне от 0.5544 до 0.7860, со средним значением 0.6951 и медианой 0.6951.

Влияние экспозиции: Значения GNDVI несколько выше на склонах северной и северо-восточной экспозиций (0.702 и 0.711 соответственно). Влияние высоты: Обратная тенденция с высотой

10. MSR (Modified Simple Ratio). Общие характеристики: Значения MSR находятся в диапазоне от 1.141 до 1.439, со средним значением 1.253 и медианой 1.248.

Влияние экспозиции: Значения MSR несколько выше на склонах северной и северо-восточной экспозиций (1.26 и 1.27 соответственно). Влияние высоты: Обратная тенденция с высотой

11. MTVI2 (Modified Triangular Vegetation Index 2). Общие характеристики: Значения MTVI2 находятся в диапазоне от -0.12252 до 0.15384, со средним значением 0.07108 и медианой 0.07291.

Влияние экспозиции: Значения MTVI2 несколько выше на склонах северной и северо-восточной экспозиций (0.0774 и 0.0798 соответственно). Влияние высоты: Обратная тенденция с высотой.

Заключение. На полигоне «Стражник» выявлена согласованная пространственная неодно-

родность спектральных индексов: средние значения показателей зеленой биомассы чаще были выше на северных и северо-восточных экспозициях и в высотных поясах 700–900 м, тогда как MSI возрастал на больших высотах. Возможные объяснения включают различия увлажнения, инсоляции, фенологии и типов растительности, но причинный вклад каждого фактора в данной работе не установлен. Полученные карты пригодны для выделения участков приоритетной полевой проверки и последующего мониторинга. Они не позволяют самостоятельно диагностировать усыхание, водный стресс или «хорошее состояние» леса. Для подтверждения выводов необходимы полевые площадки, данные о породном составе и сомкнутости, точная документация обработки Sentinel-2, топографическая коррекция и многолетний анализ снимков сопоставимых фенологических сроков.

Список источников

1. Вантеева Ю. В., Распутина Е. А., Солодянкина С. В. Геоинформационное картографирование ландшафтов на примере Приморского хребта (Прибайкалье) // Геодезия и картография. 2019. Т. 80, № 12. С. 20–30. DOI: 10.22389/0016-7126-2019-954-12-20-30.
2. Drusch M., Del B. U., Carlier S., Colin O., Fernandez V., Gascon F., Hoersch B., Isola C., Laberinti P., Martimort P., Meygret A., Spoto F., Sy O., Marchese F., Bargellini P. Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services. Remote Sensing of Environment. 2012. Vol. 120. P. 25–36. DOI: 10.1016/j.rse.2011.11.026.
3. Huete A., Didan K., Miura T., Rodriguez E. P., Gao X., Ferreira L. G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. Remote Sensing of Environment. 2002. Vol. 83. No. 1-2. P. 195–213. DOI: 10.1016/S0034-4257(02)00096-2.
4. HUNTJR E., ROCK B. Detection of changes in leaf water content using Near- and Middle-Infrared reflectances☆. Remote Sensing of Environment. 1989. Vol. 30. No. 1. P. 43–54. DOI: 10.1016/0034-4257(89)90046-1.
5. Huete A. R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). Remote Sensing of Environment. 1988. Vol. 25. No. 3. P. 295–309. DOI: 10.1016/0034-4257(88)90106-X.
6. Qi J., Chehbouni A., Huete A. R., Kerr Y. H., Sorooshian S. A modified soil adjusted vegetation index. Remote Sensing of Environment. 1994. Vol. 48. No. 2. P. 119–126. DOI: 10.1016/0034-4257(94)90134-1.
7. Kaufman Y. J., Tanre D. Atmospherically resistant vegetation index (ARVI) for EOS-MODIS. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 1992. Vol. 30. No. 2. P. 261–270. DOI: 10.1109/36.134076.
8. Gitelson A. A., Kaufman Y. J., Merzlyak M. N. Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS. Remote Sensing of Environment. 1996. Vol. 58. No. 3. P. 289–298. DOI: 10.1016/S0034-4257(96)00072-7.
9. Haboudane D. Hyperspectral vegetation indices and novel algorithms for predicting green LAI of crop canopies: Modeling and validation in the context of precision agriculture. Remote Sensing of Environment. 2004. Vol. 90. No. 3. P. 337–352. DOI: 10.1016/j.rse.2003.12.013.
10. BEVEN K. J., KIRKBY M. J. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology / Un modèle à base physique de zone d'appel variable de l'hydrologie du bassin versant. Hydrological Sciences Bulletin. 1979. Vol. 24. No. 1. P. 43–69. DOI: 10.1080/02626667909491834.
11. Moore I. D., Burch G. J. Physical Basis of the Length-slope Factor in the Universal Soil Loss Equation. Soil Science Society of America Journal. 1986. Vol. 50. No. 5. P. 1294–1298. DOI: 10.2136/sssaj1986.03615995005000050042x.
12. Lausch A., Erasmi S., King D., Magdon P., Heurich M. Understanding Forest Health with Remote Sensing -Part I—A Review of Spectral Traits, Processes and Remote-Sensing Characteristics. Remote Sensing. 2016. Vol. 8. No. 12. Article 1029. DOI: 10.3390/rs8121029.
13. Pause M., Schweitzer C., Rosenthal M., Keuck V., Bumberger J., Dietrich P., Heurich M., Jung A., Lausch A. In Situ/Remote Sensing Integration to Assess Forest Health—A Review. Remote Sensing. 2016. Vol. 8. No. 6. Article 471. DOI: 10.3390/rs8060471.
14. Torres P., Rodes-Blanco M., Viana-Soto A., Nieto H., García M. The Role of Remote Sensing for the Assessment and Monitoring of Forest Health: A Systematic Evidence Synthesis. Forests. 2021. Vol. 12. No. 8. Article 1134. DOI: 10.3390/f12081134.
15. Fassnacht F. E., White J. C., Wulder M. A., Næsset E. Remote sensing in forestry: current challenges, considerations and directions. Forestry: An International Journal of Forest Research. 2024. Vol. 97. No. 1. P. 11–37. DOI: 10.1093/forestry/cpad024.
16. Alaska Satellite Facility. ALOS PALSAR Radiometrically Terrain Corrected Products: Product Guide. NASA Earthdata, 2024.
17. Key C. H., Benson N. C. Landscape assessment: sampling and analysis methods. FIREMON: Fire Effects Monitoring and Inventory System. General Technical Report RMRS-GTR-164-CD. Fort Collins: USDA Forest Service, 2006. P. LA-1–LA-51.

References

1. Vanteeva Yu. V., Rasputina E. A., Solodyankina S. V. Geoinformatsionnoe kartografirovanie landshaftov na primere Primorskogo khrebta (Pribaikale) [Geoinformation mapping of landscapes on the example of the Primorskiy Ridge (Baikal region)]. Geodeziya i kartografiya. 2019. Vol. 80, No. 12. P. 20–30. DOI: 10.22389/0016-7126-2019-954-12-20-30. (In Russ.).

2. Drusch M., Del B. U., Carlier S., Colin O., Fernandez V., Gascon F., Hoersch B., Isola C., Laberinti P., Martimort P., Meygret A., Spoto F., Sy O., Marchese F., Bargellini P. Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services. Remote Sensing of Environment. 2012. Vol. 120. P. 25–36. DOI: 10.1016/j.rse.2011.11.026.
3. Huete A., Didan K., Miura T., Rodriguez E. P., Gao X., Ferreira L. G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. Remote Sensing of Environment. 2002. Vol. 83. No. 1-2. P. 195–213. DOI: 10.1016/S0034-4257(02)00096-2.
4. HUNTJR E., ROCK B. Detection of changes in leaf water content using Near- and Middle-Infrared reflectances☆. Remote Sensing of Environment. 1989. Vol. 30. No. 1. P. 43–54. DOI: 10.1016/0034-4257(89)90046-1.
5. Huete A. R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). Remote Sensing of Environment. 1988. Vol. 25. No. 3. P. 295–309. DOI: 10.1016/0034-4257(88)90106-X.
6. Qi J., Chehbouni A., Huete A. R., Kerr Y. H., Sorooshian S. A modified soil adjusted vegetation index. Remote Sensing of Environment. 1994. Vol. 48. No. 2. P. 119–126. DOI: 10.1016/0034-4257(94)90134-1.
7. Kaufman Y. J., Tanre D. Atmospherically resistant vegetation index (ARVI) for EOS-MODIS. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 1992. Vol. 30. No. 2. P. 261–270. DOI: 10.1109/36.134076.
8. Gitelson A. A., Kaufman Y. J., Merzlyak M. N. Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS. Remote Sensing of Environment. 1996. Vol. 58. No. 3. P. 289–298. DOI: 10.1016/S0034-4257(96)00072-7.
9. Haboudane D. Hyperspectral vegetation indices and novel algorithms for predicting green LAI of crop canopies: Modeling and validation in the context of precision agriculture. Remote Sensing of Environment. 2004. Vol. 90. No. 3. P. 337–352. DOI: 10.1016/j.rse.2003.12.013.
10. BEVEN K. J., KIRKBY M. J. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology / Un modèle à base physique de zone d'appel variable de l'hydrologie du bassin versant. Hydrological Sciences Bulletin. 1979. Vol. 24. No. 1. P. 43–69. DOI: 10.1080/02626667909491834.
11. Moore I. D., Burch G. J. Physical Basis of the Length-slope Factor in the Universal Soil Loss Equation. Soil Science Society of America Journal. 1986. Vol. 50. No. 5. P. 1294–1298. DOI: 10.2136/sssaj1986.03615995005000050042x.
12. Lausch A., Erasmi S., King D., Magdon P., Heurich M. Understanding Forest Health with Remote Sensing -Part I—A Review of Spectral Traits, Processes and Remote-Sensing Characteristics. Remote Sensing. 2016. Vol. 8. No. 12. Article 1029. DOI: 10.3390/rs8121029.
13. Pause M., Schweitzer C., Rosenthal M., Keuck V., Bumberger J., Dietrich P., Heurich M., Jung A., Lausch A. In Situ/Remote Sensing Integration to Assess Forest Health—A Review. Remote Sensing. 2016. Vol. 8. No. 6. Article 471. DOI: 10.3390/rs8060471.
14. Torres P., Rodes-Blanco M., Viana-Soto A., Nieto H., García M. The Role of Remote Sensing for the Assessment and Monitoring of Forest Health: A Systematic Evidence Synthesis. Forests. 2021. Vol. 12. No. 8. Article 1134. DOI: 10.3390/f12081134.
15. Fassnacht F. E., White J. C., Wulder M. A., Næsset E. Remote sensing in forestry: current challenges, considerations and directions. Forestry: An International Journal of Forest Research. 2024. Vol. 97. No. 1. P. 11–37. DOI: 10.1093/forestry/cpad024.
16. Alaska Satellite Facility. ALOS PALSAR Radiometrically Terrain Corrected Products: Product Guide. NASA Earthdata, 2024.
17. Key C. H., Benson N. C. Landscape assessment: sampling and analysis methods. FIREMON: Fire Effects Monitoring and Inventory System. General Technical Report RMRS-GTR-164-CD. Fort Collins: USDA Forest Service, 2006. P. LA-1–LA-51.

Юрий Олегович Щербаков, магистр, yurij.shherbakov.2000@mail.ru, https://orcid.org/0009-0000-6730-7056
Наталья Геннадьевна Розломий, кандидат биологических наук, доцент, доцент, boss.shino@mail, https://orcid.org/0000-0003-2980-5147

Yuriy O. Shcherbakov, Master's, yurij.shherbakov.2000@mail.ru, https://orcid.org/0009-0000-6730-7056
Natalia G. Rozlomiy, Candidate of Biology, Associate Professor, Associate Professor, boss.shino@mail, https://orcid.org/0000-0003-2980-5147

Вклад авторов: Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Contribution of the authors: all the authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 20.07.2026; одобрена после рецензирования 03.08.2026; принята к публикации 23.08. 2026.
The article was submitted to the editorial office in 20.07.2026; approved after review in 03.08.2026; accepted for publication in 23.08. 2026

Научный журнал
Аграрный вестник Приморья
Выпуск № 3 (43)

Вёрстка – Бородин И. И.

Формат 70x54/8;
Усл. печат. листов 5
Дата выхода в свет: 20.09.2026
Условия реализации: распространяется бесплатно
Адрес издателя: 692510, Приморский край, г. Уссурийск, проспект Блюхера, д. 44, тел. 8 (4234) 26-54-65,
e-mail: agvprim@gmail.com
Адрес редакции: 692510, Приморский край, г. Уссурийск, проспект Блюхера, д. 44, тел. 8 (4234) 26-54-65,
e-mail: agvprim@gmail.com
Адрес типографии: 692510, Приморский край, г. Уссурийск, проспект Блюхера, д. 44, тел. 8 (4234) 26-54-65,
e-mail: agvprim@gmail.com
Знак информационной продукции «12+»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приморский государственный аграрно-технологический университет» ведёт свою историю с 1957 года, когда согласно постановлению Совета Министров СССР № 1040, был осуществлён перевод Ярославского сельскохозяйственного института в город Ворошилов (ныне Уссурийск) Приморского края. За прошедшие годы вуз прошёл путь от института с двумя факультетами до университета, в составе которой сегодня 4 института. Общая численность обучающихся по программам высшего образования ежегодно составляет более 3000 человек, а за всё время существования университета подготовил около 50 000 специалистов сельскохозяйственной отрасли.

В настоящее время университет реализует образовательную деятельность по 25 программам высшего образования очной, заочной и очно-заочной форм обучения на основании Лицензии от 24 апреля 2024 г., выданной Федеральной службой по надзору в сфере образования и науки.

Образовательный процесс в университете осуществляется высококвалифицированным профессорско-преподавательским составом, обеспечивающим подготовку специалистов в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. Около 10 % от общего числа преподавателей имеют стаж практической работы на должностях руководителей и ведущих специалистов сельскохозяйственных, перерабатывающих, промышленных предприятий Приморского края.







Функционирование университета в комплексе с сельскохозяйственным производством позволяет обеспечивать единство теоретического и практического обучения, внедрять в учебный процесс новые технологии и через обучение распространять передовой опыт.

В университете ведётся научно-исследовательская работа в сфере разработки технологий возделывания сельскохозяйственных культур, повышения их урожайности и поддержания работоспособности сельскохозяйственной техники, восстановления плодородия почв, разведения и кормления сельскохозяйственных животных, селекции и рационального использования дальневосточных пчёл, устойчивого управления лесами и лесопользования, моделирования гидрографических стоков и прогнозирования паводков на реках, совершенствования управления в аграрном секторе экономики.

Университет развивает международные связи со странами Азиатско-Тихоокеанского региона (Китай, Республика Корея, Япония, Монголия, Вьетнам, Лаос), а также с европейскими государствами (Германия, Нидерланды, Великобритания, Чешская республика, Польша и т. д.) и всегда готов к сотрудничеству с новыми партнёрами в совместных проектах.



