



# Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: АГРОНОМИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВО

2023 Том 18 № 3  
DOI: 10.22363/2312-797X-2023-18-3  
agrojournal.rudn.ru

Научный журнал  
Издается с 2006 г.

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77–61171 от 30.03.2015 г.

Учредитель: Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

## Главный редактор

**Ватников Ю.А.**, д-р вет. наук,  
проф., директор департамента  
ветеринарной медицины АТИ,  
РУДН, Москва, Российская  
Федерация  
E-mail: vatnikov-yua@rudn.ru

## Заместитель главного редактора

**Пакина Е.Н.**, д-р биол. наук,  
директор Агробиотехнологического  
департамента АТИ, РУДН, Москва,  
Российская Федерация  
E-mail: pakina-en@rudn.ru

## Ответственный секретарь

**Куликов Е.В.**, канд. биол. наук,  
доц. департамента ветеринарной  
медицины АТИ, РУДН, Москва,  
Российская Федерация  
E-mail: kulikov-ev@rudn.ru

## Члены редакционной коллегии

**Агии С.**, д-р биол. наук, проф., Университет Шахида Бахонара в Кермане, Керман, Иран

**Астарханова Т.С.**, д-р с.-х. наук, проф., РУДН, Москва, РФ

**Благодатская Е.В.**, д-р биол. наук, проф., Центр экологических исследований им. Гельмгольца, Лейпциг, Германия

**Валентини Р.**, д-р биол. наук, проф., лауреат Нобелевской премии мира (2007), Университет Тушии, Витербо, Италия

**Васильев А.А.**, д-р биол. наук, проф., МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, Москва, РФ

**Гинс М.С.**, д-р биол. наук, чл.-кор. РАН, проф., ФНЦО Овощеводства РАН, Московская обл., РФ

**Долженко В.И.**, д-р с.-х. наук, академик РАН, проф., ФГБНУ ВНИИЗР, Пушкин, Санкт-Петербург, РФ

**Донник И.М.**, д-р биол. наук, проф., академик РАН, Российская академия наук, Москва, РФ

**Дорожкин В.И.**, д-р биол. наук, академик РАН, проф., ВНИИВСГЭ — филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, Москва, РФ

**Дубенко Н.Н.**, д-р с.-х. наук, проф., академик РАН, РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, РФ

**Егоров И.А.**, д-р биол. наук, академик РАН, проф., ФНЦ «ВНИТИП» РАН, Сергиев Посад, РФ

**Еланский С.Н.**, д-р биол. наук, проф., МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, РФ

**Забережный А.Д.**, д-р биол. наук, чл.-кор. РАН, проф., ФГБНУ ВНИТИБП, Московская обл., РФ

**Завалин А.А.**, д-р с.-х. наук, академик РАН, проф., ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», Москва, РФ

**Заргар М.**, канд. с.-х. наук, доц., РУДН, Москва, РФ

**Игнатов А.Н.**, д-р биол. наук, проф., РУДН, Москва, РФ

**Ковеос Д.**, PhD, проф., Университет Аристотеля г. Салоники, Салоники, Греция

**Коцаев А.Г.**, д-р биол. наук, чл.-кор. РАН, проф., КубГАУ, Краснодар, РФ

**Котарев В.И.**, д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ «ВНИВИПФИТ», Воронеж, РФ

**Кузяков Я.В.**, д-р биол. наук, проф., Гёттингенский университет им. Георга-Августа, Геттинген, Германия

**Ленченко Е.М.**, д-р вет. наук, проф., ФГБОУ ВО «МГУПП», Москва, РФ

**Мохаммади-Неджад Г.**, д-р биол. наук, проф., Университет Шахида Бахонара в Кермане, Керман, Иран

**Никитченко Д.В.**, д-р биол. наук, проф., ОМПК, Москва, РФ

**Новиков А.Е.**, д-р тех. наук, доц., ВолГТУ, Волгоград, РФ

**Овчинников А.С.**, д-р с.-х. наук, чл.-кор. РАН, ВолГАУ, Волгоград, РФ

**Пишоваров В.Ф.**, д-р с.-х. наук, академик РАН, проф., ФГБНУ ФНЦО, Московская обл., РФ

**Пименов Н.В.**, д-р биол. наук, проф., проф. РАН, МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, Москва, РФ

**Плескачев Ю.Н.**, д-р с.-х. наук, проф., ФИЦ «Немчиновка», Московская обл., РФ

**Плющиков В.Г.**, д-р с.-х. наук, проф., РУДН, Москва, РФ

**Соловьев А.А.**, д-р биол. наук, проф. РАН, проф., ФГБНУ ВНИИСБ, Москва, РФ

**Сычѳ В.Г.**, д-р с.-х. наук, академик РАН, проф., ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», Москва, РФ

**Ткачев А.В.**, д-р с.-х. наук, доц., РУДН, Москва, РФ

**Уша Б.В.**, д-р вет. наук, заслуж. деятель науки и техники РФ, академик РАН, МГУПП, Москва, РФ

**Чамуршиев Г.О.**, канд. с.-х. наук, РУДН, Москва, РФ

**Юлдашбаев Ю.А.**, д-р с.-х. наук, академик РАН, проф., РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, РФ

**Юсефи М.**, канд. биол. наук, доц., РУДН, Москва, РФ

**Вестник Российского университета дружбы народов.**  
**Серия: АГРОНОМИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВО**

ISSN 2312–7988 (online); 2312–797X (print)

4 выпуска в год (ежеквартально)

<http://agrojournal.rudn.ru> e-mail: [agroj@rudn.ru](mailto:agroj@rudn.ru)

Языки: русский, английский.

Индексируется в РИНЦ (НЭБ), RSCI, Cyberleninka, DOAJ, CAB, AGRIS, Ulrich's Periodicals Directory.

**Цели и тематика.** Журнал «Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство» — периодическое рецензируемое научное издание в области сельского хозяйства. Журнал является международным как по составу авторов и тематике публикаций, отражающей проблематику научных исследования в различных регионах мира, так и по составу редакционной коллегии и экспертного совета (рецензентов). Журнал предназначен для публикаций результатов фундаментальных и прикладных научных исследований российских и зарубежных ученых в виде оригинальных научных статей, обзорных научных материалов, научных сообщений, библиографических обзоров по определенным темам научных исследований. Также журнал публикует и распространяет результаты фундаментальных и прикладных исследований, проводимых в коллаборации отечественных и зарубежных ученых по приоритетным проблемам сельскохозяйственной отрасли. В журнале могут быть опубликованы материалы, научная ценность которых и пригодность для публикации оценена рецензентами и редакционной коллегией журнала. Во всех материалах должны соблюдаться этические нормы научных публикаций.

Редакционная коллегия принимает к рассмотрению материалы по направлениям: агрономия, животноводство, ветеринария, зоотехния, ветеринарно-санитарная экспертиза, техносферная безопасность, землеустройство и кадастры, ландшафтная архитектура — для подготовки тематических выпусков с участием приглашенных редакторов.

Журнал рекомендован диссертационными советами РУДН; входит в перечень изданий, публикации которых учитываются Высшей аттестационной комиссией России (ВАК РФ) при защите диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук по специальностям: 1.5.9. Ботаника (сельскохозяйственные науки), 1.5.19. Почвоведение (сельскохозяйственные науки), 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (биологические науки, сельскохозяйственные науки), 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология (сельскохозяйственные науки, биологические науки), 4.1.3. Агротехнология, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки, биологические науки), 4.1.5. Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика (биологические науки, сельскохозяйственные науки), 4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (ветеринарные науки, биологические науки), 4.2.3. Инфекционные болезни и иммунология животных (ветеринарные науки), 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (сельскохозяйственные науки, биологические науки).

Требования к статьям и правила рецензирования, электронный архив в открытом доступе и иная дополнительная информация размещены на сайте журнала: <http://agrojournal.rudn.ru>

---

Редакторы: О.В. Горячева, М.И. Яблонская

Компьютерная верстка: М.В. Рогова

**Адрес редакции:**

115419, Москва, Россия, ул. Орджоникидзе, д. 3

Тел.: (495) 955-07-16; e-mail: [publishing@rudn.ru](mailto:publishing@rudn.ru)

**Почтовый адрес редакции**

117198, Москва, Россия, ул. Миклухо-Маклая, д. 8/2

Тел.: (495) 434-70-07; e-mail: [agroj@rudn.ru](mailto:agroj@rudn.ru)

Подписано в печать 22.09.2023. Выход в свет 26.09.2023. Формат 70×100/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «Tinos, Roboto».

Усл. печ. л. 11,9. Тираж 500 экз. Заказ № 1130. Цена свободная.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН)

117198, Москва, Россия, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

Отпечатано в типографии ИПК РУДН

115419, Москва, Россия, ул. Орджоникидзе, д. 3,

тел. (495) 952-04-41; [publishing@rudn.ru](mailto:publishing@rudn.ru)



# RUDN JOURNAL OF AGRONOMY AND ANIMAL INDUSTRIES

2023 VOLUME 18 No. 3  
DOI: 10.22363/2312-797X-2023-18-3  
agrojournal.rudn.ru  
Founded in 2006

**Founder: PEOPLES' FRIENDSHIP UNIVERSITY OF RUSSIA NAMED AFTER PATRICE LUMUMBA**

## EDITOR-IN-CHIEF

*Yuriy A. Vatnikov*,  
D.Sc. in Veterinary Medicine, Professor,  
Director of Department of Veterinary  
Medicine, Agrarian and Technological  
Institute, RUDN University, Moscow,  
Russian Federation  
**E-mail:** vatnikov-yua@rudn.ru

## DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

*Elena N. Pakina*,  
D.Sc. in Biology, Director of  
Agrobiotechnology Department,  
Agrarian and Technological Institute,  
RUDN University, Moscow, Russian  
Federation  
**E-mail:** pakina-en@rudn.ru

## EXECUTIVE SECRETARY

*Evgeniy V. Kulikov*,  
Ph.D. in Biology, Associate Professor,  
Department of Veterinary Medicine,  
Agrarian and Technological Institute,  
RUDN University, Moscow, Russian  
Federation  
**E-mail:** kulikov-ev@rudn.ru

## EDITORIAL BOARD MEMBERS

- Sonia Agigi* — D. Sc. in Biology, Professor, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran  
*Tamara S. Astarkhanova* — D. Sc. in Agriculture, Professor, RUDN University, Moscow, Russian Federation  
*Evgenia V. Blagodatskaya* — D. Sc. in Biology, Professor, Helmholtz-Center for Environmental Research, Leipzig, Germany  
*Georgiy O. Chamurlijev* — Ph.D. in Agriculture, RUDN University, Moscow, Russian Federation  
*Victor I. Dolzhenko* — D. Sc. in Agriculture, Academician of the RAS, Professor, All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg-Pushkin, Russian Federation  
*Irina M. Donnik* — D. Sc. in Biology, Professor, Academician of the RAS, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation  
*Vasily I. Dorozhkin* — D. Sc. in Biology, Academician of the RAS, Professor, All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology (Branch of Kovalenko All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine, RAS), Moscow, Russian Federation  
*Nikolai N. Dubenok* — D. Sc. in Agriculture, Professor, Academician of the RAS, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation  
*Ivan A. Egorov* — D. Sc. in Biology, Academician of the RAS, Professor, Head of the Scientific Direction of Poultry Nutrition, All-Russian Research and Technological Poultry Institute of RAS, Sergiev Posad, Russian Federation  
*Sergey N. Elansky* — D. Sc. in Biology, Professor, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation  
*Murat S. Güns* — D. Sc. in Biology, Corresponding Member of the RAS, Professor of the RAS, Federal Scientific Center for Vegetable Growing of the RAS, Moscow Region, Russian Federation  
*Alexander N. Ignatov* — D. Sc. in Biology, Professor, RUDN University, Moscow, Russian Federation  
*Andrey G. Koshaev* — D. Sc. in Biology, Corresponding Member of the RAS, Professor of the RAS, Professor, Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russian Federation  
*Vyacheslav I. Kotarev* — D. Sc. in Agriculture, Professor, All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy, Voronezh, Russian Federation  
*Dimtrios Koveos* — PhD, Professor, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece  
*Yakov V. Kuzakov* — Doctor of Biological Sciences, Professor, University of Göttingen, Göttingen, Germany  
*Katerina M. Lenchenko* — D. Sc. in Veterinary Medicine, Professor, Moscow State University of Food Production, Moscow, Russian Federation  
*Ghasem Mohammadi-Nejad* — PhD, Professor, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran  
*Dmitry V. Nikitchenko* — D. Sc. in Biology, Professor, Ostankino Meat Processing Plant, Moscow, Russian Federation  
*Andrey E. Novikov* — D. Sc. in Technology, Associate Professor, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation  
*Aleksey S. Ovchinnikov* — D. Sc. in Agriculture, Corresponding Member of the RAS, Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russian Federation  
*Nikolai V. Pimenov* — D. Sc. in Biology, Professor, Professor of the RAS, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology, Moscow, Russian Federation  
*Viktor F. Pivovarov* — D. Sc. in Agriculture, Academician of the RAS, Professor, Federal Scientific Center for Vegetable Growing of the RAS, Moscow Region, Russian Federation  
*Yury N. Pleskachev* — D. Sc. in Agriculture, Professor, Nemchinovka Federal Research Center, Moscow Region, Russian Federation  
*Vadim G. Plyushchikov* — D. Sc. in Agriculture, Professor, RUDN University, Moscow, Russian Federation  
*Alexander A. Solovyov* — D. Sc. in Biology, Professor of the RAS, Professor, All-Russian Research Institute of Agricultural Biotechnology, Moscow, Russian Federation  
*Victor G. Sychev* — D. Sc. in Agriculture, Academician of the RAS, Professor, Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Moscow, Russian Federation  
*Alexander V. Tkachev* — D. Sc. in Agriculture, Associate Professor, RUDN University, Moscow, Russian Federation  
*Boris V. Usha* — D. Sc. in Veterinary Medicine, Honored Worker of Science and Technology of the Russian Federation, Academician of the RAS, Moscow State University of Food Production, Moscow, Russian Federation  
*Riccardo Valentini* — D. Sc. in Biology, Professor, Nobel Peace Prize Laureate (2007), University of Tuscia, Viterbo, Italy  
*Aleksey A. Vasiliev* — D. Sc. in Biology, Professor, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology, Moscow, Russian Federation  
*Morteza Yousefi* — Ph.D. in Biology, Associate Professor, RUDN University, Moscow, Russian Federation  
*Yusupzhan A. Yuldashbaev* — D. Sc. in Agriculture, Academician of the RAS, Professor, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation  
*Aleksey D. Zaberezhny* — D. Sc. in Biology, Corresponding Member of the RAS, Professor, All-Russian Research and Technological Institute of Biological Industry, Moscow Region, Russian Federation  
*Meisam Zargar* — Ph.D. in Agriculture, Associate Professor, RUDN University, Moscow, Russian Federation  
*Aleksey A. Zavalin* — D. Sc. in Agriculture, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Moscow, Russian Federation

**RUDN JOURNAL OF AGRONOMY AND ANIMAL INDUSTRIES**  
**Published by the Peoples' Friendship University**  
**of Russia named after Patrice Lumumba**  
**(RUDN University),**  
**Moscow, Russian Federation**

**ISSN 2312–7988 (online); 2312–797X (print)**

Publication frequency: Quarterly

<http://agrojournal.rudn.ru> e-mail: [agroj@rudn.ru](mailto:agroj@rudn.ru)

Languages: Russian, English

Indexed/abstracted by Russian Index of Science Citation, RSCI, Cyberleninka, DOAJ, CABI, AGRIS, Ulrich's Periodicals Directory.

**Aims and Scope**

*RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries* is a peer-reviewed periodical covering the latest research in the field of Agricultural Sciences. The journal is international with regard to its editorial board, contributing authors and thematic foci of the publications reflecting problems of various regions in the world.

The journal publishes original results of Russian and foreign scientific researchers and welcomes research articles, review articles, scientific reports, and bibliographic researches. The journal also publishes and disseminates the results of fundamental and applied research conducted by international collaborations of scientists on the priority problems of the agricultural sector.

The most common topics include Agronomy, Animal industries, Veterinary, Veterinary-sanitary expertise, Land use planning and cadaster, Landscape architecture.

The editors are open to thematic issue initiatives with guest editors. Submitted papers are evaluated by independent reviewers and the Editorial Board members specialized in the article field. All materials must comply with the ethical standards of scientific publications.

In order to expand our readership, we present our journal at scientific conferences, including the annual international conference "Innovation Processes in Agriculture", which is traditionally held at the base of the Agrarian Technological Institute of RUDN University. Each year the conference attracts many agrarian specialists from different parts of the world and continents: Europe, Asia, Africa, North and South America.

Full information for authors, reviewers, and readers (open access to electronic versions and subscription to print editions) can be found at <http://agrojournal.rudn.ru>

---

Editors *O.V. Goryacheva, M.I. Yablonskaya*  
Computer design *M.V. Rogova*

**Address of the Editorial Board:**

3 Ordzhonikidze str., 115419 Moscow, Russian Federation  
Ph. +7 (495) 952-04-41  
e-mail: [publishing@rudn.ru](mailto:publishing@rudn.ru)

**Postal Address of the Editorial Board:**

8/2 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow, Russian Federation  
Ph. +7 (495) 434-70-07; e-mail: [agroj@rudn.ru](mailto:agroj@rudn.ru)

Printing run 500 copies. Open price

Peoples' Friendship University of Russia Named After Patrice Lumumba (RUDN University)  
6 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow, Russian Federation

**Printed at RUDN Publishing House:**

3 Ordzhonikidze str., 115419 Moscow, Russian Federation,  
Ph. +7 (495) 952-04-41; e-mail: [publishing@rudn.ru](mailto:publishing@rudn.ru)

## Содержание

### Растениеводство

Острошенко В.Ю. Пролонгированное влияние стимуляторов роста на выращивание посадочного материала ели корейской *Picea koraiensis* Nakai .... 309

Толоконников В.В., Вронская Л.В., Агапова С.А. Сортовая отзывчивость сои на орошение и удобрение в условиях Нижнего Поволжья..... 320

### Генетика и селекция растений

Святковская Е.А., Салтан Н.В., Рыбалка Е.П., Заводских М.С. Особенности выращивания новых сортов однолетних цветочных растений в условиях Кольской Субарктики ..... 334

### Озеленение населенных пунктов

Назарова Н.М. Семена *Syringa vulgaris* L. как возможный объект фитоиндикационных исследований урбосреды г. Оренбурга..... 350

### Защитное лесоразведение

Кабанов А.Н., Оспангалиев А.С., Кабанова С.А., Кочегаров И.С., Бекбаева А.М., Данченко М.А. Применение ГИС-технологий при обследовании состояния лесных культур в зеленой зоне г. Астаны .....361

Лебедев А.В., Гемонов А.В., Волков С.Н., Федорова Т.А., Калмыкова Е.С., Канадин О.В., Арещенко В.Р. Особенности естественного возобновления в сосново-липовых и лиственнично-липовых насаждениях города Москвы.....373

### Животноводство

Головачева Н.А., Селиванова И.Р., Чиченкова М.А., Филатова П.А., Антонова В.С. Влияние янтарной кислоты *Acidum succinicum* на динамику роста шиншилл в постэмбриональном периоде..... 385

### Генетика и селекция животных

Худякова Н.А., Кожевникова И.С., Ступина А.О., Классен И.А., Селькова И.В. Частота встречаемости аллелей гена бета-лактоглобулина у разных пород крупного рогатого скота .....399

## Ветеринария

**Зенченкова А.П., Ватников Ю.А.** Эффективность СОР-протокола при средостенной лимфоме у кошек с прогрессивной вирусной лейкемией, принимавших ралтегравир..... 411

**Карамян А.С., Куприна Э.А., Луцай В.И., Кузнецов В.И., Семёнова В.И.** Патогенетические факторы, ассоциирующиеся с формированием острого абдоминального болевого синдрома собак при гастроэнтерите ..... 418

**Пустовит Е.А., Пименов Н.В.** Цитологические и микробиотические аспекты диагностики наружных отитов у собак..... 428

## Ветеринарно-санитарная экспертиза

**Биттиров А.М., Шемякова С.А., Лайпанов Б.К., Газаева А.А., Биттиров И.А., Шопинская М.И.** Эколого-эпизоотические и санитарно-гигиенические проблемы эхинококкоза домашних коз и собак в регионе Северного Кавказа..... 437

## Contents

### Crop production

**Ostroshenko V.Y.** Prolonged effect of growth stimulants on cultivation of planting material of Koyama spruce *Picea koraiensis* Nakai ..... 309

**Tolokonnikov V.V., Vronskaya L.V., Agapova S.A.** Soybean varietal response to irrigation and fertilization in the Lower Volga region ..... 320

### Genetics and plant breeding

**Sviatkovskaya E.A., Saltan N.V., Rybalka E.P., Zavodskikh M.S.** Features of growing new cultivars of annual flowering plants in Kola Subarctic..... 334

### Landscaping of settlements

**Nazarova N.M.** Seeds of *Syringa vulgaris* L. as a possible object for phytoindication studies of urban environment in Orenburg..... 350

### Protective afforestation

**Kabanov A.N., Ospangaliev A.S., Kabanova S.A., Kochegarov I.S., Bekbaeva A.M., Danchenko M.A.** Application of GIS technologies in surveying the state of forest crops in the green zone of Astana.....361

**Lebedev A.V., Gemonov A.V., Volkov S.N., Fedorova T.A., Kalmykova E.S., Kanadin O.V., Areschenko V.R.** Features of natural renewal in pine-linden and larch-linden forest stands in Moscow .....373

### Animal breeding

**Golovacheva N.A., Selivanova I.R., Chichenkova M.A., Filatova P.A., Antonova V.S.** Influence of succinic acid *Acidum succinicum* on chinchilla growth in postembryonic period .....385

### Genetics and selection of animals

**Khudyakova N.A., Kozhevnikova I.S., Stupina A.O., Klassen I.A., Selkova I.V.** Allelic frequency of beta-lactoglobulin gene in different cattle breeds..... 399

## **Veterinary science**

**Zenchenkova A.P, Vatnikov Y.A.** Efficacy of COP-based protocol used with raltegravir in treatment of cats with mediastinal lymphoma and progressive viral leukemia .....411

**Karamyan A.S., Kuprina E.A., Lutsay V.I., Kuznetsov V.I., Semenova V.I.** Pathogenetic factors associated with formation of acute abdominal pain syndrome in dogs with gastroenteritis.....418

**Pustovit E.A., Pimenov N.V.** Cytological and microbiotic aspects of the diagnosis of otitis externa in dogs.....428

## **Veterinary sanitary inspection**

**Bittirov A.M., Shemyakova S.A., Laipanov B.K., Gazaeva A.A., Bittirov I.A.** Ecological, epizootic, sanitary and hygienic problems of echinococcosis in domestic goats and dogs in the North Caucasus .....437





## Растениеводство Crop production

DOI: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-309-319  
EDN: MJEOMV  
УДК 582.475.2:631.8

Научная статья / Research article

### Пролонгированное влияние стимуляторов роста на выращивание посадочного материала ели корейской *Picea koraiensis* Nakai

В.Ю. Острошенко 

Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии  
Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Владивосток, Российская Федерация  
✉ [OstroshenkoV@mail.ru](mailto:OstroshenkoV@mail.ru)

**Аннотация.** Ель корейская (*Picea koraiensis* Nakai) — одна из главных древесных пород в Приморском крае. Благодаря своему быстрому росту, светолюбию и хорошему возобновлению на лесосеках и гарях в сочетании с высокими техническими качествами и декоративными свойствами, отличающими ее от других дальневосточных елей, а также положительному опыту культур в различных регионах России, данная древесная порода — одна из перспективных хвойных пород российского Дальнего Востока для восстановления лесов. Ель корейская очень ценна для озеленения городов и населенных пунктов. Введение в интродукцию этого вида сдерживается рядом факторов, в том числе недостатком количества и высокой стоимостью посевного материала. С помощью стимуляторов роста возможно ускоренное получение качественного посадочного материала ели. Цель исследований — изучение пролонгированного влияния предпосадочной обработки корневой системы трехлетних сеянцев ели корейской стимуляторами роста Крезацин (триэтаноламмониевая соль ортокрезоксисукусной кислоты 475 г/л), Циркон (гидроксикоричные кислоты), а также Эпин-Экстра (раствор эбибрасинолида в спирте 0,025 г/л) на морфометрические показатели саженцев в однолетнем и четырехлетнем возрасте. Выращенные в посевном отделении питомника трехлетние сеянцы ели корейской пересадили в школьное отделение питомника на площади 0,2 га. Сеянцы высаживали рядами. Размещение 0,6×1 м. Перед пересадкой их корневую систему помещали на 0,5 часа в растворы стимуляторов роста Крезацин,

© Острошенко В.Ю., 2023



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Циркон и Эпин-Экстра (концентрации растворов 1 мл / 5 л и 1 мл / 10 л воды). Контролем служили сеянцы, которые не подвергались какой-либо обработке. После окончания периода вегетации в конце 1-го и 4-го года роста проводили замеры саженцев по показателям высоты стволиков, прироста по высоте, а также диаметра у шейки корня. Выявлено, что стимуляторы роста Крезацин и Эпин-Экстра оказали значительный эффект на рост однолетних и четырехлетних саженцев. Так, в первый год роста высота саженцев превышала контроль на 6,3...16,2 %, прирост по высоте — на 27,5...55,5 %, диаметр у корневой шейки — на 40...80 %; на четвертый год превышение показателей саженцев к контролю составило соответственно 29,9...45,4; 7,6...51,5 и 33,3...55,6 %. Установлено, что концентрация растворов 1 мл / 10 л более эффективна.

**Ключевые слова:** саженцы, предпосадочная обработка, корневая система, морфометрические показатели, триэтаноламмониевая соль, ортокрезоксиуксусная кислота, гидроксикоричные кислоты, раствор эпибрасинолида в спирте

**Заявление о конфликте интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов. Стимуляторы закуплены у коммерческого поставщика.

**Финансирование. Благодарности.** Исследования выполнены в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по теме № 121031000120–9 «Изучение и мониторинг наземных биологических ресурсов юга Дальнего Востока России».

**История статьи:** поступила в редакцию 27 апреля 2023 г., принята к публикации 27 июля 2023 г.

**Для цитирования:** Острошенко В.Ю. Влияние стимуляторов роста на выращивание посадочного материала ели корейской *Picea koraiensis* Nakai // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2023. Т. 18. № 3. С. 309–319. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-309-319

## Prolonged effect of growth stimulants on cultivation of planting material of Koyama spruce *Picea koraiensis* Nakai

Valentina Y. Ostroshenko 

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity Far Eastern Branch  
of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russian Federation

✉ OstroshenkoV@mail.ru

**Abstract.** Koyama spruce (*Picea koraiensis* Nakai) is one of the main tree species in Primorsky Krai. Due to its rapid growth, light loving characteristics and good renewal on wood cutting and burned areas in combination with high technical qualities and decorative properties that distinguish it from other Far Eastern spruces, as well as positive experience of plants in various regions of Russia, this tree species is one of the promising coniferous species of the Russian Far East for forest restoration. Koyama spruce is valuable for landscaping cities and towns. However, its introduction is constrained by a number of factors, including a lack of quantity and a high cost of seed material. Use of growth stimulants accelerates production of high-quality planting material of spruce. The purpose of the research was to study the prolonged effect of pre-planting treatment of the root system of three-year-old

saplings of Koyama spruce with growth stimulants Krezatsin (triethanolammonium salt of orthocresoxyacetic acid 475 g/l), Tsirkon (hydroxycinnamonic acids) and Epin-Extra (epibrassinolide solution in alcohol 0.025 g/l) on morphometric parameters of one- and four-year-old seedlings. Three-year-old seedlings of Koyama spruce grown in the seedling section of the nursery were transplanted to nursery-garden on the area of 0.2 hectares. The seedlings were planted at a distance of 0.6×1 m. Before transplanting, their root system was placed for 0.5 hours in solutions of growth stimulants Krezatsin, Tsirkon and Epin-Extra (solution concentrations of 1 ml / 5 l and 1 ml / 10 l of water). Control saplings were not treated. At the end of the growing season at the end of the 1st and 4th years of growth, the saplings were measured in terms of stem height, height increase, and diameter of root collar. It was revealed that Krezatsin and Epin-Extra growth stimulants had a significant effect on both the growth of one- and four-year-old seedlings. So, in the first year of growth, the height of seedlings exceeded the control by 6.3...16.2 %, the increase in height — by 27.5...55.5 %, the diameter of root collar — by 40...80 %; in the fourth year, the excess of seedlings to control was 29.9...45.4, respectively; 7.6...51.5 and 33.3...55.6 %. It was found that the concentration of solutions of 1 ml / 10 l was more effective.

**Keywords:** saplings, pre-planting treatment, root system, morphometric parameters, triethanolammonium salt, orthocresoxyacetic acid, hydroxycinnamonic acids, epibrassinolide solution in alcohol

**Conflicts of interest.** The author declared no conflicts of interest. Stimulants were purchased from a commercial supplier.

**Acknowledgments.** The research was carried out within the state assignment of Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation on the topic no. 121031000120–9 «Study and monitoring of terrestrial biological resources in the south of the Russian Far East».

**Article history:** Received: 27 April 2023. Accepted: 27 July 2023.

**For citation:** Ostroshenko V.Y. Prolonged effect of growth stimulants on cultivation of planting material of Koyama spruce *Picea koraiensis* Nakai. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023;18(3):309–319. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-309-319

## Введение

Леса Приморского края распространены на огромной территории. Лесопокрываемая площадь в регионе занимает 10918 тыс. га, где хвойные породы составляют 5364,7 тыс. га<sup>1</sup>. Одной из главных древесных пород в крае является ель корейская (*Picea koraiensis* Nakai). Она достигает 35 (40) м высоты и до 1 (1,40) м в диаметре. Крона густая пирамидальная или овально-пирамидальная, ветви поникающие, кора красновато-бурая или темно-коричневая.

Ель корейская встречается в Приморье от центральных хребтов Восточно-Маньчжурских гор до районов восточного мегасклона Сихотэ-Алиня<sup>2</sup>.

Данная древесная порода является эндемичным видом, но близким по морфологии и экологии к ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.)<sup>3</sup>.

На территории Приморского края ель корейская образует насаждения различной продуктивности, как правило, формируя смешанные леса с участием других

<sup>1</sup> Официальный сайт Правительства Приморского края. Режим доступа: <https://primorsky.ru/authorities/executive-agencies/departments/forestry/informatsiya-po-forme-ot-krytykh-dannykh.php> Дата обращения: 20.01.202

<sup>2</sup> Урусов В.М., Лобанова И.И., Варченко А.И. Хвойные российского Дальнего Востока – ценные объекты изучения, охраны, разведения и использования. Владивосток: Дальнаука, 2007. 440 с.

<sup>3</sup> Манько Ю.И. Ель аянская. М.: Наука, 1987. 280 с.

хвойных (кедр корейский (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.), пихта белокорая (*Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim.), ель аянская (*Picea ajanensis* Fisch.)), а также лиственных пород (береза белая (*Betula alba*), ильм долинный (*Ulmus japonica* (Rehd.) Sarg.), ясень (*Fraxinus* L.), дуб монгольский (*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.), ольха (*Alnus* Mill.)) [1].

По мнению ряда исследователей, отмечающих ценные биологические свойства этого вида: относительное светолюбие, быстрый рост, хорошее возобновление на лесосеках и гарях в сочетании с высокими техническими качествами и декоративными свойствами, отличающие ее от других видов дальневосточных елей, а также положительный опыт культур в различных регионах России, ель корейская является одной из перспективных хвойных пород российского Дальнего Востока в деле восстановления лесов, особенно при создании высокопродуктивных искусственных насаждений [1, 2].

В условиях интродукции данный вид очень ценен для озеленения городов и населенных пунктов. Однако введение в интродукцию этой перспективной породы сдерживается рядом факторов, в числе которых недостаточное количество и высокая стоимость посевного материала<sup>2</sup>.

Благодаря применению стимуляторов роста возможно получить качественный посадочный материал ели корейской.

Опыт применения стимуляторов роста при выращивании хвойных и лиственных пород в различных регионах России и зарубежья показал их положительный эффект [3–15].

**Цель исследования** — сравнительный анализ пролонгированного влияния предпосадочной обработки корневой системы трехлетних сеянцев ели корейской стимуляторами роста Крезацин (триэтаноламмониевая соль ортокрезоксиуксусной кислоты 475 г/л), Циркон (гидроксикоричные кислоты), а также Эпин-Экстра (раствор эпибрасинолида в спирте 0,025 г/л) на морфометрические показатели саженцев в однолетнем и четырехлетнем возрасте для ускоренного выращивания посадочного материала.

## Материалы и методы исследования

Объектом исследований выступали саженцы ели корейской (*Picea koraiensis* Nakai). Опытные работы проводили на территории ГТС — филиала ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН. Выращенные в посевном отделении питомника трехлетние сеянцы ели корейской были пересажены в трехкратной повторности (по 20 шт. сеянцев) в школьное отделение на площади 0,2 га. Сеянцы высаживали рядами. Размещение 0,6 × 1 м (рис. 1).

Перед пересадкой корневую систему сеянцев ели помещали на 0,5 часа в растворы стимуляторов роста Крезацин, Циркон и Эпин-Экстра концентрации 1 мл/5 л и 1 мл/10 л. Контролем служили сеянцы, не обработанные стимуляторами.

В течение четырех лет роста саженцев за ними осуществляли агротехнический уход: рыхление почвы и ее прополку, а также регулярный полив.



**Рис. 1.** Высаженные однолетние саженцы ели корейской в школьном отделении питомника (фрагмент исследований школьного отделения питомника)

Источник: фото автора

**Fig. 1.** Annual Koyama spruce seedlings in school department of the nursery (fragment of the research of school department of the nursery)

Source: author's photo

После окончания вегетационного периода, в конце первого и четвертого года роста саженцев проводили замеры всех опытных растений по показателям высоты стволиков, прироста по высоте, а также диаметра у шейки корня. Замеры высоты и прироста по высоте проводили с помощью линейки. Диаметр у шейки корня — с использованием электронного штангенциркуля.

Полученные данные сравнивали по вариантам опытов с контролем, подвергая статистическому анализу в программе Microsoft Excel. Достоверность различий по показателям высоты, прироста по высоте, а также диаметра у шейки корня рассчитывали с помощью t-критерия Стьюдента<sup>4</sup>.

## Результаты исследования и обсуждение

В первый год роста саженцев ели корейской (*Picea koraiensis* Nakai) в школьном отделении питомника отпада растений не наблюдалось. Отмечена активизация их роста по высоте (табл. 1). Значительный эффект оказал стимулятор роста Эпин-Экстра во всех концентрациях растворов и Крезацин при концентрации 1 мл / 10 л. Так, при обработке корневой системы сеянцев Эпином-Экстра превышения к контролю находились в пределах 11,8...16,2 %. При применении Крезацина в концентрации 1 мл / 10 л превышение к контрольной группе

<sup>4</sup> Доев С.К. Математические методы в лесном хозяйстве. Уссурийск: ПГСХА, 2009. 124 с.

составило 9,7 %. Различия с контролем существенны:  $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$  при  $p < 0,01$  и  $p < 0,05$ .

Стимулятор роста Циркон оказал слабое влияние на нарастание высоты саженцев, превысив контроль на 1,9...5,7 %.

Таблица 1

**Влияние предпосадочной обработки корневой системы трехлетних сеянцев ели корейской стимуляторами роста на морфометрические показатели саженцев в однолетнем возрасте**

Вариант опыта	Высота, М±m, см	Прирост по высоте, см	Диаметр шейки корня, см
Контроль	47,5 ± 1,2	18,2 ± 1,2	0,5 ± 0,1
Крезацин 1 мл / 5 л	50,5 ± 1,7	23,2 ± 0,6*	0,7 ± 0,1
Крезацин 1 мл / 10 л	52,1 ± 1,2**	25,3 ± 0,7*	0,7 ± 0,3
Циркон 1 мл / 5 л	48,4 ± 1,2	21,1 ± 0,6	0,6 ± 0,1
Циркон 1 мл / 10 л	50,2 ± 1,2	23,3 ± 1,2**	0,7 ± 0,1
Эпин-Экстра 1 мл / 5 л	53,1 ± 0,6**	26,1 ± 0,6*	0,8 ± 0,3**
Эпин-Экстра 1 мл / 10 л	55,2 ± 0,6*	28,3 ± 1,2*	0,9 ± 0,1**

Примечание. Различия с контролем достоверны по t-критерию Стьюдента \* –  $p < 0,01$ ; \*\* –  $p < 0,05$ .

Table 1

**Influence of pre-planting growth stimulant treatment of root system of three-year-old Koyama spruce saplings on morphometric parameters of saplings at the age of one**

Variant	Height, M±m, cm	Height increase, cm	Diameter of root collar, cm
Control	47.5 ± 1.2	18.2 ± 1.2	0.5 ± 0.1
Krezatsin 1 ml / 5 l	50.5 ± 1.7	23.2 ± 0.6*	0.7 ± 0.1
Krezatsin 1 ml / 10 l	52.1 ± 1.2**	25.3 ± 0.7*	0.7 ± 0.3
Tsirkon 1 ml / 5 l	48.4 ± 1.2	21.1 ± 0.6	0.6 ± 0.1
Tsirkon 1 ml / 10 l	50.2 ± 1.2	23.3 ± 1.2**	0.7 ± 0.1
Epin-Extra 1 ml / 5 l	53.1 ± 0.6**	26.1 ± 0.6*	0.8 ± 0.3**
Epin-Extra 1 ml / 10 l	55.2 ± 0.6*	28.3 ± 1.2*	0.9 ± 0.1**

Note: differences with the control are significant according to Student's t-test \* –  $p < 0.01$ ; \*\* –  $p < 0.05$ .



Приросты по высоте в зависимости от применяемого стимулятора колебались в пределах 21,1...28,3 см. Более активный рост наблюдался у саженцев, обработанных Крезацином и Эпином-Экстра при концентрациях растворов 1 мл / 5 л и 1 мл / 10 л воды и Цирконом с концентрацией раствора 1 мл / 10 л. Показатели превышали контроль на 27,5...55,5 %. Отмечена существенная разница с контролем:  $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$  при  $p < 0,01$  и  $p < 0,05$  (см. табл. 1).

На нарастание диаметра у шейки корня более высокий эффект оказала предпосадочная обработка саженцев стимулятором Эпин-Экстра — превышение к контролю — 60...80 %. Различия с контролем достоверны:  $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$  при  $p < 0,05$ . При применении стимулятора Крезацин превышение к контрольной группе в зависимости от концентрации раствора составило 40 %; при использовании стимулятора Циркон — 20...40 % (см. табл. 1).

Высокий положительный эффект стимулятора Эпин-Экстра в первый год роста, вероятно, связан с тем, что входящий в его состав брассиностероид способствует активному росту и развитию растений.

Пересаженные в школьное отделение питомника сеянцы в течение четырех лет энергично росли по линейным показателям (высоте, приросту по высоте и диаметру шейки корня), формировали крону. К концу 4-го года роста высота саженцев в зависимости от примененного стимулятора роста колебалась в пределах 0,7...1,3 м (рис. 2, табл. 2).



**Рис. 2.** Общий вид четырехлетних саженцев ели корейской в школьном отделении питомника (фрагмент объекта исследований)

Источник: фото автора

**Fig. 2.** The general view of four-year-old saplings of Koyama spruce in school department of the nursery (fragment of the research object)

Source: author's photo

Таблица 2

**Влияние предпосадочной обработки корневой системы трехлетних сеянцев ели корейской стимуляторами роста на морфометрические показатели саженцев в четырехлетнем возрасте**

Вариант опыта	Высота $M \pm m$ , см	Прирост по высоте, см	Диаметр шейки корня, см
Контроль	90,1 ± 0,6	30,1 ± 0,6	0,9 ± 0,3
Крезацин 1 мл / 5 л	117,0 ± 0,1*	32,4 ± 1,2	1,2 ± 0,1
Крезацин 1 мл / 10 л	121,0 ± 0,1*	35,3 ± 0,6*	1,4 ± 0,1**
Циркон 1 мл / 5 л	71,2 ± 0,6*	30,2 ± 0,6	1,2 ± 0,3
Циркон 1 мл / 10 л	92,0 ± 0,6	30,4 ± 0,3	1,3 ± 0,1
Эпин-Экстра 1 мл / 5 л	125,0 ± 0,1*	45,2 ± 0,1*	1,3 ± 0,1
Эпин-Экстра 1 мл / 10 л	131,0 ± 0,1*	45,6 ± 1,2*	1,4 ± 0,1**

Примечание. Различия с контролем достоверны по t-критерию Стьюдента \* –  $p < 0,01$ ; \*\* –  $p < 0,05$ .

Table 2

**Influence of pre-planting growth stimulant treatment of root system of three-year-old Koyama spruce saplings on morphometric parameters of seedlings at the age of four**

Variant	Height $M \pm m$ , cm	Height increase, cm	Diameter of root collar, cm
Control	90.1 ± 0.6	30.1 ± 0.6	0.9 ± 0.3
Krezatsin 1 ml / 5 l	117.0 ± 0.1*	32.4 ± 1.2	1.2 ± 0.1
Krezatsin 1 ml / 10 l	121.0 ± 0.1*	35.3 ± 0.6*	1.4 ± 0.1**
Tsirkon 1 ml / 5 l	71.2 ± 0.6*	30.2 ± 0.6	1.2 ± 0.3
Tsirkon 1 ml / 10 l	92.0 ± 0.6	30.4 ± 0.3	1.3 ± 0.1
Epin-Extra 1 ml / 5 l	125.0 ± 0.1*	45.2 ± 0.1*	1.3 ± 0.1
Epin-Extra 1 ml / 10 l	131.0 ± 0.1*	45.6 ± 1.2*	1.4 ± 0.1**

Note: differences with the control are significant according to the Student's t-test \* –  $p < 0.01$ ; \*\* –  $p < 0.05$ .

У четырехлетних саженцев значительное влияние на нарастание высоты оказала их предпосадочная обработка стимуляторами Эпин-Экстра и Крезацин в концентрациях растворов 1 мл / 5 л и 1 мл / 10 л воды, где средняя высота превысила контроль на 29,9...38,7 % при концентрации 1 мл / 5 л и на 34,3...45,4 % при концентрации 1 мл / 10 л. Отмечена существенная разница с контрольной



группой:  $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$  при  $p < 0,01$ . При обработке сеянцев стимулятором Циркон показатели были на одном уровне с контролем, либо наблюдалось отставание в росте саженцев (на 21 %) (см. табл. 2).

Наибольшие показатели прироста по высоте отмечены при обработке саженцев препаратом Эпин-Экстра во всех концентрациях — превышение к контролю — 50,2...51,5 %, а также при применении стимулятора Крезацин концентрацией раствора 1 мл / 10 л, где показатель прироста превысил контроль на 17,3 %. Различия с контролем достоверны:  $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$  при  $p < 0,01$ . При применении Циркона значения были на одном уровне с контролем (см. табл. 2).

На нарастание диаметра у шейки корня все стимуляторы оказали положительное влияние, однако более высокий эффект (1,4 см) наблюдали при корневой подкормке Крезацином и Эпин-Экстра при концентрации растворов 1 мл / 10 л. Превышение к контролю — 55,6 %. Отмечена существенность различий с контролем:  $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$  при  $p < 0,05$  (см. табл. 2).

## Заключение

Таким образом, в результате изучения пролонгированного влияния предпосадочной обработки стимуляторами роста на морфометрические показатели саженцев ели корейской (*Picea koraiensis* Nakai) выявлено, что значительный эффект как на однолетние, так и четырехлетние саженцы оказывают Крезацин и Эпин-Экстра. Так, в первый год роста высота саженцев превышала контроль на 6,3...16,2 %, прирост по высоте — на 27,5...55,5 %, диаметр у корневой шейки — на 40...80 %. На четвертый год превышение к контролю по указанным показателям роста составили 29,9...45,4; 7,6...51,5 и 33,3...55,6 % соответственно. Установлено, что концентрация растворов 1 мл / 10 л более эффективна. Стимуляторы Крезацин и Эпин-Экстра в указанной концентрации раствора могут быть рекомендованы для ускоренного выращивания посадочного материала ели корейской. Выращенные в питомнике саженцы в дальнейшем могут быть использованы для восстановления нелесных земель и озеленения.

## Библиографический список

1. Усов В.Н. Леса из ели корейской в Приморском крае // Использование и воспроизводство лесных ресурсов Дальнего Востока: сб. науч. тр. Уссурийск, 1987. С. 40–44.
2. Куренцова Г.Э. Леса из ели корейской в бассейне р. Усури // Сообщения ДВЦР АН СССР. 1960. Вып. 12. С. 97–101.
3. Галдина Т.Е., Шевченко К.В. Оценка влияния биостимуляторов на состояние и качество сеянцев ели европейской (*Picea abies*) // Студенческий научный форум: сб. тр. IV междунар. студ. электрон. науч. конф. (Москва, 15 февраля — 31 марта 2012 г.). 2012. № 7. Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2012/article/2012000559> Дата обращения: 26.01.23.
4. Кабанова С.А., Данченко М.А., Кочегаров И.С., Кабанов А.Н. Опыт интенсивного выращивания однолетних сеянцев сосны обыкновенной в Павлодарской области Республики Казахстан // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2019. № 6. С. 104–117. doi: 10.17238/issn0536-1036.2019. 6.104
5. Кириенко М.А., Гончарова И.А. Влияние концентрации стимуляторов роста на грунтовую всхожесть семян и сохранность сеянцев главных лесобразующих видов Средней Сибири // Сибирский лесной журнал. 2016. № 1. С. 39–45. doi: 10.15372/SJFS20160104

6. Кириенко М.А., Гончарова И.А. Пролонгированное влияние стимуляторов роста на морфометрические показатели трехлетних сеянцев основных лесообразующих видов Средней Сибири // Сибирский лесной журнал. 2018. № 1. С. 65–70. doi: 10.15372/SJFS20180107
7. Мухаметшина А.Р., Петрова Г.А., Шайхразиев Ш.Ш., Гибадуллин Н.Ф., Русакова Э.С. Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании ели европейской (*Picea abies* L.) в закрытом грунте // Лесной вестник / Forestry bulletin. 2020. Т. 24. № 3. С. 81–86. doi: 10.18698/2542-1468-2020-3-81-86
8. Острошенко В.Ю., Острошенко Л.Ю. Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании сеянцев пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.) // Успехи современного естествознания. 2020. № 4. С. 41–47. doi: 10.17513/use.37360
9. Салцевич Ю.В. Применение биопрепаратов при выращивании саженцев ели сибирской в открытом грунте // Лесной и химический комплексы — проблемы и решения: сб. матер. по итогам Всерос. науч.-практ. конф. (Красноярск, 02–04 сентября 2019 г.). Красноярск, 2019. С. 110–112.
10. Устинова Т.С., Ченцов С.С. Выращивание сеянцев сосны обыкновенной с использованием стимулятора Эпин-Экстра // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2013. Вып. 37. С. 26–28.
11. Magyar L., Barancsi Z., Dickman A., Hrotko K. Application of biostimulators in nursery // Horticulture. 2008. Vol. 65. № 1. P. 515. doi: 10.15835/buasvmcn-hort:875
12. Salas P., Sasková H., Mokričková J., Litschmann T. Evaluation of different types of rooting stimulators // Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. 2012. Vol. 60. № 8. P. 217–228. doi: 10.11118/actaun201260080217
13. Shchukin R.A., Bogdanov O.E., Zavaloka I.P., Ryazanov G.S. Biotechnological basis for application of growth regulators for rooting of green cuttings of trees and shrubs in a greenhouse with a misting system // BIO Web of Conferences. 2020. Vol. 23. P. 01009. doi: 10.1051/bioconf/20202301009
14. Szabó V., Németh Z., Hrotko K. Improved rooting by different plant growth regulator treatments on *Prunus mahaleb* L. cuttings // Acta Horticulturae. 2013. Vol. 981. P. 431–436. doi: 10.17660/ActaHortic.2013.981.68
15. Tredici P.D. Capturing and cultivating *Chosenia* // Arnoldia. 2005. Vol. 63. № 3. P. 18–27.

## References

1. Usov VN. Korean spruce forests in Primorsky Krai. In: *The use and reproduction of forest resources of the Far East: a collection of scientific works*. Ussurisk; 1987. p.40–44. (In Russ.).
2. Kurentsova GE. Korean spruce forests in the river basin Ussuri. *Soobshcheniya DVSR AN SSSR*. 1960;(12):97–101. (In Russ.).
3. Galdina TE, Shevchenko KV. Assessing the impact of bio-stimulants on the condition and quality seedlings of spruce (*Picea abies*). In: *Collection of materials of the IV international student electronic scientific conference*. Moscow; 2012. p.7. (In Russ.).
4. Kabanova SA, Danchenko MA, Kochegarov IS, Kabanov AN. The experience of intensive cultivation of one-year-old seedlings of *Pinus sylvestris* L. in Pavlodar region of the republic of Kazakhstan. *Russian Forestry Journal*. 2019;(6):104–117. (In Russ.). doi: 10.17238/issn0536-1036.2019.6.104
5. Kirienko MA, Goncharova IA. Influence of the concentration of growth stimulants on the soil germination of seeds and the safety of seedlings of the main forest-forming species of Central Siberia. *Siberian forest journal*. 2016;(1):39–45. (In Russ.). doi: 10.15372/SJFS20160104
6. Kirienko MA, Goncharova IA. The prolonged influence of growth stimulants on morphometric indicators of three-year seedlings of main forest forming species of Central Siberia. *Siberian journal of forest science*. 2018;(1):65–70. (In Russ.). doi: 10.15372/SJFS20180107
7. Muhametshina AR, Petrova GA, Shaihrayev SS, Gibadullin NF, Rusakova ES. Effectiveness of growth stimulants in European spruce cultivation under cover. *Lesnoy Vestnik. Forestry Bulletin*. 2020;24(3): 81–86. (In Russ.). doi: 10.18698/2542-1468-2020-3-81-86
8. Ostroshenko VY, Ostroshenko LY. The effectiveness of the application of growth stimulants in growing Manchurian fir (*Abies holophylla* Maxim.) seedlings. *Advances in current natural sciences*. 2020;(4):41–47. (In Russ.). doi: 10.17513/use.37360
9. Saltsevich UV. Application of biological products at cultivation of planting material of major Siberian spruce in the open ground. In: *Forest and chemical complexes — problems and solutions: conference proceedings*. Krasnoyarsk; 2019. p.110–112. (In Russ.).
10. Ustinova TS, Chentsov SS. Cultivation of Scots pine seedlings using Epin-Extra stimulant. *Aktual'nyye problemy lesnogo kompleksa*. 2013;37:26–28. (In Russ.).

11. Magyar L, Barancsi Z, Dickmann A, Hrotko K. Application of biostimulators in nursery. *Horticulture*. 2008;65(1):515. doi: 10.15835/buasvmcn-hort:875
12. Salas P, Saskova H, Mokrickova J, Litschmann T. Evaluation of different types of rooting stimulators. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2012; LX(8):217–228. doi: 10.11118/actaun 201260080217
13. Shchukin RA, Bogdanov OE, Zavaloka IP, Ryazanov GS, Kruglov NM. Biotechnological basis for application of growth regulators for rooting of green cuttings of trees and shrubs in a greenhouse with a misting system. *BIO Web of Conferences*. 2020;(23):01009. doi: 10.1051/bioconf/20202301009
14. Szabo V, Nemeth K, Hrotko K. Improved rooting by different plant growth regulator treatments on *Prunus mahaleb* L. cuttings. *Acta Horticulturae*. 2013;981:431–436. doi: 10.17660/ActaHortic.2013.981.68
15. Tredici PD. Capturing and cultivating *Chosenia*. *Arnoldia*. 2005;63(3):18–27.

**Об авторе:**

Острошенко Валентина Юрьевна — кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории дендрологии, Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Российская Федерация, 690022, г. Владивосток, пр-т. 100-летия Владивостоку, д. 159; e-mail: OstroshenkoV@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-1970-9293 SPIN: 9657–6098

**About the author:**

Ostroshenko Valentina Yuryevna — Candidate of Agricultural Sciences, Junior researcher, Dendrology Laboratory, Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, 159 100-letiya Vladivostoku ave., Vladivostok, 690022, Russian Federation; e-mail: OstroshenkoV@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-1970-9293 SPIN 9657–6098



DOI: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-320-333

EDN: MJFBQE


УДК 631.67:633.853.52

Научная статья / Research article

## Сортовая отзывчивость сои на орошение и удобрение в условиях Нижнего Поволжья

В.В. Толоконников  , Л.В. Вронская , С.А. Агапова 

Всероссийский НИИ орошаемого земледелия, г. Волгоград, Российская Федерация

 [tolokonnikov@vniioz.ru](mailto:tolokonnikov@vniioz.ru)

**Аннотация.** Проведено исследование с целью изучения отзывчивости сортов сои с различными сроками созревания на оросительную воду и удобрение и отбора сортов, обеспечивающих получение высокой урожайности при экономии водных и агрохимических ресурсов. Применена методика закладки полевого опыта (Б.А. Доспехов, 1979). Использовали различные сорта селекции ФГБНУ ВНИИОЗ и дозы удобрений, рассчитанных на получение урожайности от 2,5 до 4,5 т/га зерна. Площадь делянок — 35 м<sup>2</sup>. Повторность — 4-кратная. Режим орошения 80% НВ достигался промачиванием почвы в слое 0,4 м до фазы бутонизации и в период созревания — полной спелости. В генеративные периоды развития агрофитотенноза (бутонизация — налив семян в бобах) увеличивали поступление влаги в почву до глубины 0,6 м. Установлено, что дифференциация водопотребления тесно связана с метеоусловиями в годы проведения исследований и со сроками созревания сорта. Доля оросительной воды значительно возростала в годы с гидротермическим коэффициентом ГТК<sub>02</sub> (2020 г.) — до 76,5 % — по сравнению с более благоприятными годами с ГТК<sub>05</sub> (2019 г.). Скороспелые сорта характеризовались наименьшим потреблением оросительной воды за сезон: ВНИИОЗ 86 (3138...4014 м<sup>3</sup>/га) и Волгоградка 2 (3653...4381 м<sup>3</sup>/га), чем более поздние ВНИИОЗ 31 и Волгоградка 3 (4078...5027 м<sup>3</sup>/га). Наибольшей отзывчивостью на оросительную воду и ее экономией характеризуется сорт Волгоградка 2 с уровнем урожайности 3,57 т/га и коэффициентом водопотребления 1136 м<sup>3</sup>/т зерна по сравнению с другими сортами с показателями 2,81...3,74 т/га; 1235...1297 м<sup>3</sup>/т соответственно. Впервые в условиях орошения Нижнего Поволжья усовершенствована технология получения высоких уровней урожайности зерна 2,97...4,27 т/га за счет использования генотипа сорта региональной селекции (Волгоградка 2, Волгоградка 3) и улучшения минерального питания растений в расчете на программируемый урожай (2,5...4,5 т/га).

**Ключевые слова:** сорт, ВНИИОЗ 86, Волгоградка 2, ВНИИОЗ 31, Волгоградка 3, дозы удобрений, урожайность, водопотребление

**Заявление о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**История статьи:** поступила в редакцию 13 сентября 2022 г., принята к публикации 18 июля 2023 г.

© Толоконников В.В., Вронская Л.В., Агапова С.А., 2023




This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

**Для цитирования:** Толоконников В.В., Вронская Л.В., Агапова С.А. Сортовая отзывчивость сои на орошение и удобрение в условиях Нижнего Поволжья // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2023. Т. 18. № 23. С. 320—333. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-320-333

## Soybean varietal response to irrigation and fertilization in the Lower Volga region

Vladimir V. Tolokonnikov  , Lyubov V. Vronskaya , Svetlana A. Agapova 

Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, *Volgograd, Russian Federation*

 tolokonnikov@vniioz.ru

**Abstract.** The research was conducted to study the responsiveness of soybean cultivars with different maturation periods to irrigation water and fertilizer and to select cultivars that provide high yields while saving water and agrochemical resources. The method of laying the field experiment was applied (B.A. Dospikhov, 1979). We used different cultivars of RRIIA breeding and doses of fertilizers designed to obtain a yield of 2.5 to 4.5 t/ha of grain. The plot area was 35 m<sup>2</sup>. The factorial experiment was conducted with four replications. An irrigation regime of 80 % FMC was achieved by watering 0.4 m layer of soil until budding phase and during ripening period — full ripeness. During the generative periods of development of agrophytocenosis (budding — filling of seeds in beans), the moisture inflow into the soil was increased to a depth of 0.6 m. The share of irrigation water increased significantly in years with hydrothermal coefficient  $GTC_{02}$  (2020) — up to 76.5 % — compared to more favorable years with  $GTC_{05}$  (2019). Early maturing cultivars were characterized by the lowest consumption of irrigation water per season: VNIIOZ 86 (3138...4014 m<sup>3</sup>/ha) and Volgogradka 2 (3653...4381 m<sup>3</sup>/ha), compared to mid-season cultivars VNIIOZ 31 and Volgogradka 3 (4078...5027 m<sup>3</sup>/ha). Cv. Volgogradka 2 had the greatest responsiveness to irrigation water — 3.57 t/ha and the lowest water consumption coefficient — 1136 m<sup>3</sup>/t of grain compared to other cultivars with indicators of 2.81...3.74 t/ha; 1235...1297 m<sup>3</sup>/t, respectively. For the first time, under irrigation in the Lower Volga region, the technology for obtaining high levels of grain yield of 2.97...4.27 t/ha was improved through the use of genotype of cultivar of regional breeding (Volgogradka 2, Volgogradka 3) and improved mineral nutrition of plants based on a programmed yield (2.5...4.5 t/ha).

**Key words:** cultivar, VNIIOZ 86, Volgogradka 2, VNIIOZ 31, Volgogradka 3, fertilizer doses, productivity, water consumption

**Conflicts of interest.** The authors declared no conflicts of interest.

**Article history:** Received: 13 September 2022. Accepted: 18 July 2023.

**For citation:** Tolokonnikov VV, Vronskaya LV, Agapova SA. Soybean varietal response to irrigation and fertilization in the Lower Volga region. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023;18(3):320—333. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-320-333

## Введение

Численность населения Земли в настоящее время превысила 7,7 млрд человек. По прогнозам к середине XXI в. этот показатель увеличится до 11 млрд человек. Уже сейчас почти 9 % населения Земли страдает от голода, поэтому в ближайшие

30 лет необходимо увеличить вдвое, а то и в трие производство продовольствия. Поскольку земельные ресурсы Земли ограничены и рост производства продукции в предыдущее десятилетие на 80 % был достигнут за счет повышения плодородия почвы и только на 20 % благодаря расширению площади аграрных угодий, будущее обеспечение человечества продуктами питания должно основываться на эффективном использовании имеющихся земельных ресурсов. Значительно увеличить уровни мирового производства продовольствия (до 60 %) можно за счет улучшения сортов основных сельскохозяйственных культур и совершенствования приемов их возделывания [1, с. 39; 2, с. 153].

К важнейшим агрокультурам, составляющим основу питания людей и корма для животных, относится белково-масличная культура соя. Благодаря высокому содержанию сбалансированного аминокислотами протеина в семенах (40 %) и биологически ценного жира (20 %) эта культура возделывается на площади 122 млн га мирового земледелия и обеспечивает сбор почти 342 млн т зерна.

Доля российского объема сои пока невелика — 1,4 %. Однако в ближайшей перспективе этот показатель прогнозируется увеличить в 2 раза и в первую очередь за счет расширения площади орошаемых земель в южном Федеральном округе, в т. ч. в Нижнем Поволжье. В этом регионе почти 40 лет проводится селекционная работа с соей на базе ФГБНУ ВНИИОЗ. Выведено 5 сортов, которые допущены в сельскохозяйственное производство Нижнего Поволжья. Выращиваемое за счет селекции методами межсортовых скрещиваний и отбора в 3–5 гибридных поколениях (методов без применения геной инженерии) товарное зерно улучшенных сортов более востребовано на рынке, чем ГМО продукция. А усовершенствование приемов агротехники по мере создания и регистрации сортов приводит к росту урожайности, что в мелиоративном земледелии способствует существенному снижению затрат на оросительную воду, удобрения, семена и повышает рентабельность производства [3, с. 5; 4, с. 20]. **Цель исследования** — изучение отзывчивости сортов сои с различными сроками созревания селекции ФГБНУ ВНИИОЗ на оросительную воду, удобрение и отбор сортов, обеспечивающих получение высокой урожайности при экономии водных и агрохимических ресурсов.

## Материалы и методы исследования

Экспериментальные исследования проводили на опытно-производственном поле ФГБНУ ВНИИОЗ в 2019–2021 гг. Использовали сорта с различными сроками созревания: скороспелые (100...110 дней) — ВНИИОЗ 86 (допущены в сельскохозяйственное производство с 2002 г.), Волгоградка 2 (с 2020 г.); среднеспелые (111...120 дней) — ВНИИОЗ 31 (с 2011 г.) и Волгоградка 3 (готовится к передаче в Госсортокмиссию).

Схема опыта включала изучение различных сортов и доз удобрений в условиях орошения, рассчитанных на получение планируемой урожайности 2,5; 3,5 и 4,5 т/га зерна. Контроль — без внесения удобрений. Площадь делянок 35 м<sup>2</sup>. Повторность — 4-кратная. Способ посева — широкорядный с междурядьями

0,7 м. Требуемый режим орошения (80% НВ) обеспечивался промачиванием слоя почвы 0,4 м от посева до конца фазы ветвления и от начала созревания до полной спелости семян; от начала цветения до полного налива семян в бобах увеличивали поступление влаги в почву до глубины 0,6 м.

## Результаты исследований и обсуждение

Проблемы орошения и водопотребления сои в Нижнем Поволжье изучались многими исследователями [5, с. 95; 6, с. 15; 7, с. 30; 8, с. 27; 9, с. 24]. Установлено, что при оросительной мелиорации суммарное водопотребление сои в течение вегетационного периода колеблется от 1,5 до 5 тыс. м<sup>3</sup>/га. Выявлена дифференциация водопотребления и от генотипа сорта.

Согласно полученным результатам (табл. 1), в очень засушливые и близкие по метеоусловиям к среднемуголетним значениям годы показатели водного баланса имеют очень существенные различия. Доля оросительной воды значительно возрастала в год с ГТК<sub>02</sub> — до 76,5 % — по сравнению с более благоприятным годом с ГТК<sub>05</sub> (55,1 %).

Таблица 1

### Структура суммарного водопотребления сортовых посевов сои в контрастные по влагообеспеченности годы

Сорт	Годы	Гидротермический коэффициент (ГТК)	Показатели водного баланса						Суммарное водопотребление, м <sup>3</sup> /га
			Поливы		Осадки		Влага в почве		
			м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	
<b>Скороспелые сорта</b>									
ВНИИОЗ 86	2019	0,5	1549	49,4	1170	37,3	418	13,3	3138
	2020	0,2	2950	73,5	636	15,8	428	10,7	4014
Волгоградка 2	2019	0,5	2000	54,7	1271	34,8	383	10,5	3653
	2020	0,2	3249	74,2	687	15,7	444	10,1	4381
<b>Среднеспелые сорта</b>									
ВНИИОЗ 31	2019	0,5	2249	55,1	1451	35,6	377	9,2	4078
	2020	0,2	3550	75,2	700	14,8	468	10	4718
Волгоградка 3	2019	0,5	2500	54	1733	37,4	398	8,6	4631
	2020	0,2	3849	76,5	700	13,9	477	9,5	5027

Table 1

**Structure of total water consumption of soybean crops in contrasting years  
in terms of moisture supply**

Cultivar	Year	Hydrothermal coefficient (HTC)	Water balance indicators						Total water consumption, m <sup>3</sup> /ha
			Watering		Precipitation		Moisture in soil		
			m <sup>3</sup> /ha	%	m <sup>3</sup> /ha	%	m <sup>3</sup> /ha	%	
<b>Early maturing cultivars</b>									
VNIIOZ 86	2019	0.5	1549	49.4	1170	37.3	418	13.3	3138
	2020	0.2	2950	73.5	636	15.8	428	10.7	4014
Volgogradka 2	2019	0.5	2000	54.7	1271	34.8	383	10.5	3653
	2020	0.2	3250	74.2	687	15.7	444	10.1	4381
<b>Mid-season cultivars</b>									
VNIIOZ 31	2019	0.5	2249	55.1	1451	35.6	377	9.2	4078
	2020	0.2	3550	75.2	700	14.8	468	10	4718
Volgogradka 3	2019	0.5	2500	54	1733	37.4	398	8.6	4631
	2020	0.2	3849	76.5	700	13.9	477	9.5	5027

На интенсивность водопотребления оказывала влияние и продолжительность вегетационного периода. Скороспелые сорта характеризовались наименьшим потреблением оросительной воды, особенно очень ранний сорт ВНИИОЗ 86.

Анализ формирования уровней урожайности в контрастные по гидротермическим условиям годы (табл. 2) показал, что наиболее продуктивными в условиях орошения являются среднеспелые сорта, особенно Волгоградка 3 — 3,74 т/га в среднем за годы проведения исследований.

Таблица 2

**Урожайность сортов в зависимости от фактора сорта и года возделывания сои  
в условиях орошения**

Сорт	Урожайность, т/га			Коэффициент водопотребления, м <sup>3</sup> /т		
	2019	2020	Среднее	2019	2020	Среднее
<b>Скороспелые сорта</b>						
ВНИИОЗ 86	2,92	2,69	2,81	1074	1492	1283
Волгоградка 2	3,74	3,39	3,57	977	1292	1136
<b>Среднеспелые сорта</b>						
ВНИИОЗ 31	3,89	3,32	3,61	1048	1421	1235
Волгоградка 3	3,92	3,56	3,74	1181	1412	1297
НСР <sub>05</sub>	0,23	0,21				



Table 2

**Productivity of soybean plants depending on cultivar and cultivation year under irrigation**

Cultivar	Productivity, t/ha			Water consumption coefficient, m <sup>3</sup> /t		
	2019	2020	Average	2019	2020	Average
<b>Early maturing cultivars</b>						
VNIIOZ 86	2.92	2.69	2.81	1074	1492	1283
Volgogradka 2	3.74	3.39	3.57	977	1292	1136
<b>Mid-season cultivars</b>						
VNIIOZ 31	3.89	3.32	3.61	1048	1421	1235
Volgogradka 3	3.92	3.56	3.74	1181	1412	1297
LSD <sub>05</sub>	0.23	0.21				

При изучении особенностей водопотребления сортов различных групп спелости установлено, что наиболее эффективно для формирования хозяйственно-ценной части урожая используется вода как у отдельных скороспелых (Волгоградка 2), так и средне-спелых (ВНИИОЗ 31) сортов (работа в данном направлении продолжается) [10, с. 95].

В условиях орошения соя очень отзывчива на применение удобрений [11, с. 13; 12, с. 27; 13, с. 31]. При этом важно учитывать отзывчивость сортов на минеральное питание.

Величина урожая растений тесно связана с процессами фотосинтеза. Основную роль фотосинтеза в создании органического вещества на Земле подчеркивал еще К.А. Тимирязев (1897). Среди приоритетных перспективных технологий мирового земледелия на первом месте стоит повышение эффективности фотосинтеза. При создании новых сортов или разработке приемов агротехники, мелиорации необходимо уделять особое внимание показателям фотосинтетической продуктивности агрофитоценозов.

Влияющие на продуктивность растений такие факторы среды, как температура, относительная влажность воздуха, практически не поддаются контролю. Учитывая показатели природно-климатических факторов среды и анализа их влияния, можно выделить и рекомендовать к конкретным условиям высокопродуктивные сорта, предложить технологию их возделывания.

Между урожаем и фотосинтетической деятельностью посева существует прямая зависимость, которая проявляется только при оптимизации выращивания сельскохозяйственной культуры. Агрофитоценоз сои развивает чрезмерно объемную листовую поверхность, особенно при благоприятных условиях возделывания, в т. ч. в посевах с орошением. При усиливающейся диспропорции между нарастанием листового аппарата и процессом усвоения солнечной энергии уменьшается продуктивность фотосинтеза.

Мы установили высокую корреляционную зависимость уровня нарастания биомассы от фотосинтетического потенциала ( $r = 0,76$ ) и максимальной площади листовой поверхности ( $r = 0,58$ ). На вариантах внесения удобрения агроценозы сортов выделялись высокими показателями фотосинтетической активности (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние доз удобрения на показатели фотосинтеза различных сортов сои  
в условиях орошения**

Сорт	Варианты опыта		Показатели				
	Программируемый урожай, т/га	НПК, кг д. в./га	Максимальные площади листовой поверхности, тыс. м <sup>2</sup> /га	Фотосинтетический потенциал, млн м <sup>2</sup> × дней/га	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м <sup>2</sup>	Сумма приростов сухой биомассы, т/га	Доля зерна в общей биомассе, %
ВНИИОЗ 86	–	Контроль, без удобрений	54,8	2	11,3	17	14,7
	2,5	56	62,9	2,1	6,1	14,1	21,9
	3,5	90	56,8	2,3	6,5	14,4	21,8
	4,5	112	64,3	2,5	6	16,4	22,9
Волгоградка 2	–	Контроль, без удобрений	62,9	2,5	5,3	15,3	16,6
	2,5	56	61,5	2,4	5,4	16,6	19,6
	3,5	90	72,6	2,7	5,7	17,1	21,6
	4,5	112	70,8	2,9	6,3	19,3	21,9
ВНИИОЗ 31	–	Контроль, без удобрений	61,7	2,6	6,7	17,6	14,2
	2,5	56	77,9	2,7	8,2	21,2	15,5
	3,5	90	74,7	2,8	7,5	20,6	18,2
	4,5	112	80,2	3,4	6,2	20,8	19,9
Волгоградка 3	–	Контроль, без удобрений	83,8	3,1	9	20,7	12
	2,5	56	75,2	4,1	7,9	19,2	19,1
	3,5	90	89,4	3	8	19,3	22,4
	4,5	112	87,4	3,3	8,4	21,8	21

Table 3

**Effect of fertilizer doses on photosynthesis indicators  
of soybean cultivars under irrigation**

Cultivar	Variant		Indicators				
	Programmed yield, t/ha	NPK, kg/ha	Maximum leaf surface area, thousand m <sup>2</sup> /ha	Photosynthetic potential, million m <sup>2</sup> × days/ha	Net productivity of photosynthesis, g/m <sup>2</sup>	Dry biomass increments, t/ha	Share of grain in total biomass, %
VNIIOZ 86	–	Control	54.8	2	11.3	17	14.7
	2.5	56	62.9	2.1	6.1	14.1	21.9
	3.5	90	56.8	2.3	6.5	14.4	21.8
	4.5	112	64.3	2.5	6	16.4	22.9
Vologradka 2	–	Control	62.9	2.5	5.3	15.3	16.6
	2.5	56	61.5	2.4	5.4	16.6	19.6
	3.5	90	72.6	2.7	5.7	17.1	21.6
	4.5	112	70.8	2.9	6.3	19.3	21.9
VNIIOZ 31	–	Control	61.7	2.6	6.7	17.6	14.2
	2.5	56	77.9	2.7	8.2	21.2	15.5
	3.5	90	74.7	2.8	7.5	20.6	18.2
	4.5	112	80.2	3.4	6.2	20.8	19.9
Vologradka 3	–	Control	83.8	3.1	9	20.7	12
	2.5	56	75.2	4.1	7.9	19.2	19.1
	3.5	90	89.4	3	8	19.3	22.4
	4.5	112	87.4	3.3	8.4	21.8	21

Наибольшим уровнем нарастания биомассы на высоко удобренных вариантах характеризовались сорта Волгоградка 2 — 17,1...19,3, ВНИИОЗ 31 — 20,6...20,8 и Волгоградка 3 — 19,3...21,8 т/га. Эти же агрофитоценозы выделялись высокой способностью растений накапливать повышенную долю зерна в биомассе по сравнению с неудобренным контролем.

Результаты исследований показали, что повышение активности фотосинтеза способствовало увеличению массы зерна на растении за счет формирования увеличенного количества семян и массы 1000 зерен (табл. 4).

Таблица 4

**Влияние доз удобрения на формирование структурных элементов продуктивности у сортов сои в условиях орошения (среднее за 2019–2021 гг.)**

Сорт	Варианты опыта		Показатели				
	Программируемый урожай, т/га	НPK, кг д.в./га	Количество растений перед уборкой, тыс. шт./га	Масса зерен на одном растении, г	Масса 1000 зерен, г	Количество зерна на растении, шт.	Высота прикрепления нижнего боба, м
ВНИИОЗ 86	–	Контроль, без удобрений	42,3	5,4	156,7	34,8	0,06
	2,5	56	42,3	6,9	169,3	40,5	0,09
	3,5	90	43,8	7,3	164,7	44,3	0,12
	4,5	112	43,9	8,1	169,0	48,1	0,12
Волгоградка 2	–	Контроль, без удобрений	44,5	5,2	146,7	35,9	0,12
	2,5	56	45,1	6,2	192,7	32,2	0,14
	3,5	90	45,7	7,4	190,7	38,8	0,15
	4,5	112	45,4	8,5	184,7	46,6	0,15
ВНИИОЗ 31	–	Контроль, без удобрений	45,2	5,3	150,2	34,6	0,13
	2,5	56	46,0	7,0	179,4	39,0	0,14
	3,5	90	45,7	7,8	193,0	40,4	0,15
	4,5	112	45,9	8,4	186,6	45,0	0,16
Волгоградка 3	–	Контроль, без удобрений	46,1	5,2	108,0	49,4	0,13
	2,5	56	45,5	7,6	129,3	58,7	0,15
	3,5	90	46,4	8,2	137,3	59,1	0,17
	4,5	112	44,7	9,7	134,0	73,5	0,18

Table 4

**Influence of fertilizer doses on formation of structural elements of productivity  
in soybean cultivars under irrigation, (average for 2019–2021)**

Cultivar	Variant		Indicators				
	Programmed yield, t/ha	NPK, kg/ha	Number of plants before harvesting, thousand plants/ha	Weight of grains per plant, g	Weight of 1000 grains, g	Grains per plant	Lower bean attachment height, m
VNIIOZ 86	—	Control	42.3	5.4	156.7	34.8	0.06
	2.5	56	42.3	6.9	169.3	40.5	0.09
	3.5	90	43.8	7.3	164.7	44.3	0.12
	4.5	112	43.9	8.1	169.0	48.1	0.12
Volgogradka 2	—	Control	44.5	5.2	146.7	35.9	0.12
	2.5	56	45.1	6.2	192.7	32.2	0.14
	3.5	90	45.7	7.4	190.7	38.8	0.15
	4.5	112	45.4	8.5	184.7	46.6	0.15
VNIIOZ 31	—	Control	45.2	5.3	150.2	34.6	0.13
	2.5	56	46.0	7.0	179.4	39.0	0.14
	3.5	90	45.7	7.8	193.0	40.4	0.15
	4.5	112	45.9	8.4	186.6	45.0	0.16
Volgogradka 3	—	Control	46.1	5.2	108.0	49.4	0.13
	2.5	56	45.5	7.6	129.3	58.7	0.15
	3.5	90	46.4	8.2	137.3	59.1	0.17
	4.5	112	44.7	9.7	134.0	73.5	0.18

Наибольшая семенная продуктивность в среднем на одно растение отмечена на высоком агрофоне сорта Волгоградка 3 — 8,2...9,7 г/р. Меньше всего зерна приходилось на растения сорта ВНИИОЗ 86 — 6,9...7,3 г/р. по сравнению с контролем.

Очень важно обратить внимание на показатель «высота прикрепления нижнего боба». Потери зерна за жаткой комбайна при уровне прикрепления первых бобов на растении ниже 0,15 м достигают 20 % биологического урожая. Наши исследования показали, что орошаемый и хорошо удобренный фон способствует повышению прикрепления нижних бобов агрофитоценоза — до 0,16...0,18 м.

В таких посевах недобор зерна за счет бобов, оставшихся на стерне, составляет 1...5 % от уровня биологической урожайности.

Как показали исследования, скороспелые сорта формируют первые бобы на растениях значительно ниже — 0,06...0,15 м, чем среднеспелые — 0,13...0,18 м. Наименее технологичен к механизированной уборке посев сорта ВНИИОЗ 86. Лучшими показателями пригодности к комбайновой уборке характеризуется сорт Волгоградка 3.

Положительное влияние удобрений на показатели агроценоза сортов сои способствовало значительному росту урожайности по сравнению с неудобренным фоном (табл. 5). Наибольшая урожайность — 3,52...4,27 т/га — получена у сорта Волгоградка 3 в этом опыте. Сорт зарекомендовал себя как перспективный и готовится к передаче в Госсортокмиссию.

Исследования показали, что за счет внесения средних и высоких доз удобрений до 112 кг д.в./га можно существенно поднять урожайность очень скороспелых сортов, таких как ВНИИОЗ 86 — до 3,60 т/га, что достаточно трудно осуществить другими агротехническими приемами.

Таблица 5

**Влияние удобрений на урожайность различных сортов сои в условиях орошения (среднее за 2019–2021 гг.)**

Сорт	Варианты опыта		Урожайность, т/га	Отклонение от контроля		Прибавка урожая на 1 кг д. в. удобрений, кг
	Программируемый урожай, т/га	НРК, кг д. в./га		Абсолютный показатель, т/га	%	
<b>Скороспелые сорта</b>						
ВНИИОЗ 86	–	Контроль, без удобрений	2,33	–	–	–
	2,5	56	2,97	0,64	27,5	11,4
	3,5	90	3,25	0,92	39,5	10,2
	4,5	112	3,60	1,27	54,5	11,3
Волгоградка 2	–	Контроль, без удобрений	2,4	–	–	–
	2,5	56	2,92	0,52	21,7	9,2
	3,5	90	3,51	1,11	46,3	12,3
	4,5	112	3,96	1,56	65,0	13,9
<b>Среднеспелые сорта</b>						
ВНИИОЗ 31	–	Контроль, без удобрений	2,49	–	–	–
	2,5	56	3,26	0,77	30,9	13,7
	3,5	90	3,64	1,15	46,2	12,7
	4,5	112	4,05	1,56	62,7	13,9
Волгоградка 3	–	Контроль, без удобрений	2,48	–	–	–
	2,5	56	3,52	1,04	41,9	18,5
	3,5	90	3,89	1,41	56,9	15,6
	4,5	112	4,27	1,79	72,2	15,9
Фактор А	0,20					
Фактор В	0,23					
Воздействие АВ	0,23					

Table 5

## Effect of fertilizers on soybean yield under irrigation, (average for 2019–2021)

Cultivar	Variant		Productivity, t/ha	Deviation from control		Yield increase per 1 kg of fertilizer, kg
	Programmed yield, t/ha	NPK, kg/ha		Absolute indicator, t/ha	%	
<b>Early maturing cultivars</b>						
VNIIOZ 86	—	Control	2.33	—	—	—
	2.5	56	2.97	0.64	27.5	11.4
	3.5	90	3.25	0.92	39.5	10.2
	4.5	112	3.60	1.27	54.5	11.3
Volgogradka 2	—	Control	2.4	—	—	—
	2.5	56	2.92	0.52	21.7	9.2
	3.5	90	3.51	1.11	46.3	12.3
	4.5	112	3.96	1.56	65.0	13.9
<b>Mid-season cultivars</b>						
VNIIOZ 31	—	Control	2.49	—	—	—
	2.5	56	3.26	0.77	30.9	13.7
	3.5	90	3.64	1.15	46.2	12.7
	4.5	112	4.05	1.56	62.7	13.9
Volgogradka 3	—	Control	2.48	—	—	—
	2.5	56	3.52	1.04	41.9	18.5
	3.5	90	3.89	1.41	56.9	15.6
	4.5	112	4.27	1.79	72.2	15.9
Factor A	0.20					
Factor B	0.23					
Impact AB	0.23					

Прибавка урожая на 1 кг д.в. внесенных удобрений у более скороспелых сортов ВНИИОЗ 86 и Волгоградки 2 возрастает пропорционально дозе, у более позднего сорта Волгоградка 3 — снижается. Поэтому у ранних сортов целесообразно применение высоких доз удобрений, у среднеспелых — лучше рационально использовать дозы удобрений, окупающиеся высокими прибавками урожая на 1 кг д.в. удобрений — 15,6...18,5 кг.

### Заключение

Наши исследования, направленные на изучение зерновой продуктивности сортов оригинальной селекции ФГБНУ ВНИИОЗ в посевах с орошением, использованием удобрений и выбором лучших из них с учетом экономии природных и антропогенных ресурсов, весьма актуальны. За период 2019–2021 гг. наблюдения утверждают с большей долей вероятности, что коэффициент рационального потребления поливной воды многократно возрастает в годы, которые описываются гидротермическим показателем ГТК<sub>02</sub> на уровне 76,5 % (3849 м<sup>3</sup>/га) в сравнении с более влажным годом, где ГТК<sub>05</sub> равняется 55,1 % (2249 м<sup>3</sup>/га). Минимальным

расходом оросительной воды на создание хорошо выполненного зерна сои выделяются ранние сорта (1549...3249 м<sup>3</sup>/га) в сравнении со среднеранними сортами (2249...3849 м<sup>3</sup>/га). По признаку затрат на поливную воду наиболее экономически востребованным оказался новый сорт Волгоградка 2 (в списке Госреестра с 2020 г.) при значении водопотребления — 1136 м<sup>3</sup>/га. Отобраны самые продуктивные деланки с внесением удобрений, направленных на получение 4,5 т/га зерна, — 4,27 т/га (в сравнении с вариантами без применения удобрений — 2,48 т/га) у сорта Волгоградка 3. Этот высокопродуктивный сорт готовится к передаче в Госсорткомиссию.

### Библиографический список

1. *Yelnazarkyzy R., Kenenbayev S.B., Didorenko S.V., Borodychev V.V.* Soy cultivation technology with gravity drip irrigation in south and Southeast Kazakhstan // *Journal of Ecological Engineering*. 2019. № 20(7). P. 39–44. doi: 10.12911/22998993/109862
2. *Júnior F.W.R., Forte C.T., Scariot M.A., Mulinari J., Galon L., Mossi A.J., Treichel H.* Chapter 7. Soy in Brazil: Past, present and future // *Soybeans: Cultivation, nutritional properties and effects on health* / Ed. B. Fletcher. 2017. P. 153–176.
3. *Чамурлиев Г.О., Толоконников В.В., Чамурлиев О.Г.* Соя при орошении в Нижнем Поволжье: монография. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2018. 156 с.
4. *Балакай Г.Т., Докучаева Л.М., Юркова Р.Е., Селицкий С.А.* Пути совершенствования элементов технологии возделывания сои // *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 2019. № 4 (36). С. 100–120. doi: 10.31774/2222-1816-2019-4-100-120
5. *Зеленцов С.В., Мошненко Е.В., Трунова М.В., Бубнова Л.А., Будников Е.Н., Лукомец А.В., Савиченко В.Г., Дорофеев Н.В., Катышева Н.Б., Поморцев А.В.* Холодоустойчивый сорт сои северного экотипа Саяна // *Масличные культуры*. 2021. № 1 (185). С. 95–102. doi: 10.25230/2412-608X-2021-1-185-95-102
6. *Масный Р.С., Васильев С.М., Балакай Г.Т., Бабичев А.Н., Докучаева Л.М., Юркова Р.Е., Селицкий С.А., Монастырский В.А., Бабенко А.А.* Рекомендации по возделыванию сои на орошаемых землях Ростовской области. Новочеркасск. 2021. 20 с.
7. *Селицкий С.А., Балакай Г.Т.* Фотосинтетическая деятельность и продуктивность орошаемой сои при комплексной обработке регуляторами роста // *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия*. 2021. № 2 (82). С. 17–22.
8. *Реутина А.В., Картамышева Е.В., Лучкина Т.Н.* Сорта сои донской селекции // *Масличные культуры*. 2018. № 4 (176). С. 27–30. doi: 10.25230/2412-608X-2018-4-176-27-30
9. *Розенцвейг В.Е., Голоенко Д.В.* Селекционные пути оптимизации структуры листового аппарата сои в засушливых регионах // *Масличные культуры*. 2021. № 2 (186). С. 24–30. doi: 10.25230/2412-608X-2021-2-186-24-30
10. *Толоконников В.В., Мухаметханова С.С., Канцер Г.П., Вронская Л.В.* Влияние орошения, удобрения и фактора сорта на урожайность сои в условиях Нижнего Поволжья // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2021. № 3 (63). С. 95–104. doi: 10.32786/2071-9485-2021-03-09
11. *Балакай Г.Т., Селицкий С.А.* Урожайность сортов сои при поливе дождеванием и системами капельного орошения в условиях Ростовской области // *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 2019. № 3 (35). С. 80–97. doi: 10.31774/2222-1816-2019-3-80-97
12. *Толоконников В.В., Медведева Л.Н., Кошкарова Т.С., Оноприенко Ю.Г.* Селекция отзывчивых на орошение сортов сои с обоснованием экономической значимости для национальной экономики // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2020. № 4 (60). С. 68–79. doi: 10.32786/2071-9485-2020-04-06

13. Лукомец В.М., Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Теоретическое обоснование возможности отбора перспективных особей в сортовых популяциях самоопылителей на примере сои // Масличные культуры. 2021. № 2 (186). С. 31–40. doi: 10.25230/2412-608X-2021-2-186-31-40

## References

1. Yelnazarkyzy R, Kenenbayev SB, Didorenko SV, Borodychev VV. Soy cultivation technology with gravity drip irrigation in South and Southeast Kazakhstan. *Journal of Ecological Engineering*. 2019;20(7):39–44. doi: 10.12911/22998993/109862
2. Júnior FWR, Forte CT, Scariot MA, Mulinari J, Galon L, Mossi AJ, et al. Chapter 7. Soy in Brazil: Past, present and future. In: Fletcher B. (ed.) *Soybeans: Cultivation, nutritional properties and effects on health*. 2017. p.153–176.
3. Chamurliев GO, Tolokonnikov VV, Chamurliев OG. *Soya pri oroshenii v Nizhnem Povolzh'e* [Soybean under irrigation in the Lower Volga region]. Volgograd; 2018. (In Russ.).
4. Balakay GT, Dokuchaeva LM, Yurkova RE, Selitskiy SA. Ways of improving elements of soy cultivation technologies. *Scientific journal of Russian scientific research institute of land improvement problems*. 2019;4:100–120. (In Russ.). doi: 10.31774/2222-1816-2019-4-100-120
5. Zelentsov SV, Moshnenko EV, Trunova MV, Bubnova LA, Budnikov EN, Lukomets AV, et al. A cold-resistant soybean cultivar of the northern ecotype Sayana. *Maslichnye kul'tury*. 2021;(1):95–102. (In Russ.). doi: 10.25230/2412-608H-2021-1-185-95-102
6. Masnyi RS, Vasilyev SM, Balakay GT, Babichev AN, Dokuchaeva LM, Yurkova RE, et al. *Rekomendatsii po vozdeleyvaniyu soi na oroshaemykh zemlyakh Rostovskoi oblasti* [Recommendations for the cultivation of soybeans on irrigated lands of the Rostov region]. Novocherkassk; 2021. (In Russ.).
7. Selitskiy SA, Balakay GT. Photosynthetic activity and productivity of irrigated soybean under complex treatment with growth regulators. *Ways of increasing the efficiency of irrigated agriculture*. 2021;(2):17–22. (In Russ.).
8. Reutina AV, Kartamysheva EV, Luchkina TN. Soybean cultivars of the Rostov region's breeding. *Maslichnye kul'tury*. 2018;(4):27–30. (In Russ.). doi: 10.25230/2412-608H-2018-4-176-27-30
9. Rosenzweig VE, Goloenko DV. Breeding strategies for soybean canopy structure optimization in dry regions. *Maslichnye kul'tury*. 2021;(2):24–30. (In Russ.). doi: 10.25230/2412-608H-2021-2-186-24-30
10. Tolokonnikov VV, Mukhametkhanova SS, Kantser GP, Vronskaya LV. The influence of irrigation, fertilizer and variety factor on the yield of soybean in the Lower Volga region. *Proceedings of Lower Volga agro-university complex: science and higher education*. 2021;(3):95–104. (In Russ.). doi: 10.32786/2071-9485-2021-03-09
11. Balakay GT, Selitskiy SA. Soybean varieties yield by sprinkling and drip irrigation in Rostov region. *Land reclamation and hydraulic engineering*. 2019;(3):80–97. (In Russ.). doi: 10.31774/2222-1816-2019-3-80-97
12. Tolokonnikov VV, Medvedeva LN, Koshkarova TS, Onoprienko YG. Selection of soybean varieties responsible for irrigation with the justification of economic significance for the national economy. *Proceedings of Lower Volga agro-university complex: science and higher education*. 2020;(4):68–79. (In Russ.). doi: 10.32786/2071-9485-2020-04-06
13. Lukomets VM, Zelentsov SV, Moshnenko EV. Theoretical justification of the possibility of selection perspective individuals in variety populations of self-pollinators on the example of soybean. *Maslichnye kul'tury*. 2021;(2):31–40. (In Russ.). doi: 10.25230/2412-608H-2021-2-186-31-40

### Об авторах:

Толоконников Владимир Васильевич — доктор сельскохозяйственных наук, Всероссийский НИИ орошаемого земледелия, Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, д. 9; e-mail: tolokonnikov@vniioz.ru

ORCID: 0000-0001-5457-0947 AuthorID 452688



*Вронская Любовь Васильевна* — младший научный сотрудник, Всероссийский НИИ орошаемого земледелия, Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, д.9; e-mail: vronskaya-l@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-7753-9229 AuthorID 956937

*Агапова Светлана Александровна* — младший научный сотрудник, Всероссийский НИИ орошаемого земледелия, Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, д.9; e-mail: sveta-sxi@rambler.ru  
ORCID: 0000-0001-5159-6578 AuthorID1137229

**About authors:**

*Tolokonnikov Vladimir Vasilyevich* — Doctor of Agricultural Sciences, Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, 9 Timiryazeva st., Volgograd, 400002, Russian Federation; e-mail: tolokonnikov@vniioz.ru  
ORCID: 0000-0001-5457-0947 AuthorID 452688

*Vronskaya Lyubov Vasilievna* — Junior researcher, Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, 9 Timiryazeva st., Volgograd, 400002, Russian Federation; e-mail: vronskaya-l@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-7753-9229 AuthorID 956937

*Agapova Svetlana Alexandrovna* — Junior researcher, Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, 9 Timiryazeva st., Volgograd, 400002, Russian Federation; e-mail: sveta-sxi@rambler.ru  
ORCID: 0000-0001-5159-6578 AuthorID1137229



## Генетика и селекция растений Genetics and plant breeding

DOI: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-334-349


EDN: NXSSYR

УДК 635.92:631.5(470.2)

Научная статья / Research article

### Особенности выращивания новых сортов однолетних цветочных растений в условиях Кольской Субарктики

Е.А. Святковская  , Н.В. Салтан ,  
Е.П. Рыбалка , М.С. Заводских 

Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина — обособленное подразделение федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр» РАН, г. Анапиты, Российская Федерация  
 [sviatkovskaya@mail.ru](mailto:sviatkovskaya@mail.ru)

**Аннотация.** Однолетние цветочные растения широко используются в озеленении городов Кольской субарктики. Подбор устойчивых, перспективных видов однолетников и разработка агротехники их выращивания являются приоритетными задачами. Впервые в условиях Мурманской области проведены испытания 7 новых сортов однолетних растений: *Callistephus chinensis* (L.) Nees сорт *Fan* вариации *Deep rose* и *White*, *Antirrhinum majus* L. сорт *Potomac Cherry Rose*, *Calendula officinalis* L. сорта *Costa Yellow* и *Calypso Orange with Black Center*, *Tagetes erecta* L. сорт *Big Top Gold*, *Tagetes patula* L. сорта *Hot Pack Gold* и *Alumia Cream Brulee*. Продолжительность цветения составила от 55 (*Callistephus chinensis* сорт *Fan*) до 120 дней (*Calendula officinalis* сорт *Calypso Orange with Black Center*). Основные биометрические показатели (высота, диаметр цветков и соцветий) полностью соответствовали растениям, выращенным в более южных районах у 4 сортов (*Callistephus chinensis* сорт *Fan*, *Calendula officinalis* сорта *Costa Yellow* и *Calypso Orange with Black Center*, *Tagetes patula* сорт *Hot Pack Gold*), у 3 остальных оценивались ниже. По большинству показателей выделили сорт *Calypso Orange with Black Center* с высокой декоративностью,

© Святковская Е.А., Салтан Н.В., Рыбалка Е.П., Заводских М.С., 2023



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

благодаря компактности кустов и продолжительности цветения, а также устойчивостью к заморозкам. Особенности агротехники испытанных сортов на стадии рассады — корректировка сроков посева семян, обязательное 3–4-недельное закаливание, регулярное внесение удобрений и стимуляторов роста. Новые сорта в целом успешно прошли адаптацию в условиях региона, сохранив декоративные качества и перспективны для создания цветников в городах и поселках Заполярья.

**Ключевые слова:** однолетние травянистые цветочные растения, сорт, декоративные качества, агротехника, Мурманская область

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Упомянутые фирмы являются поставщиками семян на международном уровне. Полярно-альпийский ботанический сад-институт приобретает их, поскольку не сомневается в качестве посадочного материала.


**Финансирование. Благодарности.** Исследования проводились в рамках научно-исследовательской работы «Коллекционные фонды ПАБСИ как основа сохранения биоразнообразия, развития биотехнологий, оптимизации условий городской среды, фиторееабилитации и экологического образования» (FMER-2021–0002, регистрационный номер НИОКТР — 122011900097–6).

**История статьи:** поступила в редакцию 17 марта 2023 г.; принята к публикации 22 мая 2023 г.

**Для цитирования:** Святковская Е.А., Салтан Н.В., Рыбалка Е.П., Заводских М.С. Особенности выращивания новых сортов однолетних цветочных растений в условиях Кольской Субарктики // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2023. Т. 18. № 3. С. 334–349. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-334-349

## Features of growing new cultivars of annual flowering plants in Kola Subarctic

Ekaterina A. Sviatkovskaya  , Natalia V. Saltan ,  
Evgenia P. Rybalka , Marina S. Zavodskikh 

Polar Alpine Botanical Garden-Institute — Subdivision of the Federal Research Centre,  
Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, *Apatity, Russian Federation*  
 sviatkovskaya@mail.ru

**Abstract.** Annual flower plants are widely used in landscaping of cities of Kola Subarctic. The selection of sustainable, promising species of annuals and the development of agricultural technology for their cultivation are priorities. For the first time in the conditions of the Murmansk region, 7 new cultivars of annuals were tested: *Callistephus chinensis* (L.) Nees cv. ‘Fan’ var. ‘Deep rose’ and ‘White’, *Antirrhinum majus* L. cv. ‘Potomac Cherry Rose’, *Calendula officinalis* L. cv. ‘Costa Yellow’ and cv. ‘Calypso Orange with Black Center’, *Tagetes erecta* L. cv. ‘Big Top Gold’, *Tagetes patula* L. cv. ‘Hot Pack Gold’ and cv. ‘Alumia Cream Brulee’. Flowering time ranged from 55 (*Callistephus chinensis* cv. ‘Fan’) to 120 days (*Calendula officinalis* cv. ‘Calypso Orange with Black Center’). The main biometric indicators (height, diameter of flowers and inflorescences) fully corresponded to plants grown in more southern regions for 4 cultivars (*Callistephus chinensis* cv. ‘Fan’, *Calendula officinalis* cv. ‘Costa Yellow’ and cv. ‘Calypso Orange with Black Center’, *Tagetes patula* cv. ‘Hot Pack Gold’), 3 others were rated lower. According to most indicators, the cultivar ‘Calypso Orange with Black Center’ had high decorativeness, due to compactness of bushes and duration of flowering (120 days). The features of agricultural technology of the tested cultivars at the seedling stage were the following: adjustment of timing of sowing seeds, obligatory 3–4-week hardening, regular application of fertilizers and growth stimulants. On the whole, the new cultivars have successfully adapted to the conditions

of the region, retaining their decorative properties. therefore, they can be considered promising for flower decoration of populated areas of the Kola Subarctic.

**Keywords:** herbaceous annuals, cultivar, decorative properties, agricultural technology, the Murmansk region

**Conflicts of interest.** The authors declared no conflicts of interest. The mentioned firms are international suppliers of seeds. Polar Alpine Botanical Garden-Institute acquires the seeds because it has no doubts about their quality.

**Acknowledgements.** The research was carried out within the framework of the research work «PABGI Collection Funds as a Basis for Biodiversity Conservation, Development of Biotechnologies, Optimization of Urban Environment Conditions, Phytorehabilitation and Environmental Education» (FMER-2021–0002, no. 122011900097–6).

**Article history:** Received: 17 March 2023. Accepted: 22 May 2023.

**For citation:** Sviatkovskaya EA, Saltan NV, Rybalka EP, Zavodskikh MS. Features of growing new cultivars of annual flowering plants in Kola Subarctic. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023;18(3):334–349. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-334-349

## Введение

Декоративно-цветочное оформление способствует созданию благоприятных условий для проживания человека, насыщает территории городской застройки красочными природными компонентами, придает им живописность и цветовую выразительность [1]. С каждым годом доля однолетних цветочных растений в озеленение городов возрастает. Так, в цветочном оформлении г. Улан-Удэ на долю однолетних цветочных культур приходится 90 % [2]. Однолетники часто используются в озеленении территорий разного типа назначения: высших учебных заведений [3], парков, скверов [4] и т.п. Условия городской среды вследствие загрязнения могут приводить к изменению эколого-физиологических параметров однолетних декоративных растений и соответственно снижению их декоративных качеств [5]. Поэтому при высоком уровне загрязнения городов рекомендованы устойчивые виды однолетников, например, *Tagetes erecta* [6].

Большое значение приобретают различные агротехнические приемы для выращивания качественной рассады летников. Для лучшего кущения используется прищипка растений. В ряде работ показано положительное использование прищипки для формирования однолетних растений, а также приведены результаты использования расстояния междурядий [7–9]. Применение стимуляторов роста для выращивания однолетников приводило к значительному улучшению цветковых и физиологических характеристик растений [10–11]. Определяющим фактором для нормального роста и развития растений является почвенный субстрат, используемый для получения рассады [12–13].

Из травянистых интродуцентов однолетники являются наиболее распространенными на Кольском Севере. Они ценятся за компактные кусты, яркую окраску цветков и продолжительное цветение. Интродукцией однолетников на Крайний Север с 1932 г. по настоящее время занимается Полярно-альпийский ботани-

ческий сад-институт (ПАБСИ). В первый список декоративных однолетних и двулетних цветочных растений для озеленения городов Мурманской области Н.А. Аврорин включил 57 видов, в т. ч. и виды, представленные в практическом пособии<sup>1</sup>. Большую работу по испытанию данной группы растений провела Тамара Георгардовна Тамберг. За период с 1947 по 1955 гг. она изучила 140 видов [14]. Ассортимент однолетних и двулетних цветочных растений с каждым годом совершенствовался. В настоящее время он включает 88 видов [15]. Ежегодные исследования однолетников и двулетников сотрудниками ПАБСИ показали, что видовое разнообразие их изучено достаточно как для основного, так и дополнительного ассортиментов.

**Цель исследования** — испытание новых сортов однолетних цветочных растений и подбор агротехнических приемов для успешного их возделывания в условиях Мурманской области. Для достижения цели изучили декоративные качества и агротехнические особенности опытных растений.

### Материалы и методы исследования

На территории Полярно-альпийского ботанического сада-института создан опытный участок для испытания новых сортов цветочных растений. Почва данного участка дерново-подзолистая с мощностью органогенного горизонта до 25 см и низким уровнем содержания питательных элементов.

В 2022 г. изучены 7 новых сортов однолетних растений: *Callistephus chinensis* (L.) Nees сорт *Fan* вариации *Deep rose u White*, *Antirrhinum majus* L. сорт *Potomac Cherry Rose*, *Calendula officinalis* L. сорта *Costa Yellow u Calypso Orange with Black Center*, *Tagetes erecta* L. сорт *Big Top Gold*, *Tagetes patula* L. сорта *Hot Pack Gold* и *Alumia Cream Brulee*. Семена сортов получены из зарубежных фирм (Floranova, PanAmerican, Sakata и Venary) через российскую фирму СевЗапАгро (г. Санкт-Петербург). Вышеперечисленные культуры в условиях Мурманской области ранее не испытывались.

Важным этапом развития однолетних растений в регионе является получение рассады, которую выращивали в закрытых помещениях с соответствующей температурой (+20...+25 °С) и хорошим освещением. Семена новых сортов высевали в сроки, аналогичные для ранее испытанных видов однолетников. Однолетние цветочные растения предпочитают плодородные почвы, поэтому для их выращивания применяли субстраты с высоким содержанием питательных веществ. Особый этап в подготовке рассады для условий региона — ее закаливание, которое заключалось в постепенном привыкании молодых растений к условиям открытого грунта. Данное мероприятие проводилось в течение последнего месяца нахождения растений в закрытом помещении. Для этого в теплице открывали двери, форточки, избегая сквозняков. Начиная с конца мая, постепенно снижали уровень отопления. Свежий уличный воздух и пониженная до определенных пре-

<sup>1</sup> Аврорин Н.А. Чем озеленять города и поселки Мурманской области и северных районов Карело-Финской ССР. Кировск, 1941. 126 с.

делов температура в теплице (не ниже 15 °С) способствовали закалке растений. Период выращивания рассады опытных растений в теплице составил около 90 дней (с 21 марта по 20 июня).

Подготовленную рассаду высаживали на опытные площадки, которые имели солнечное, хорошо прогреваемое и частично защищенное от северных ветров расположение. В течение всего вегетационного периода еженедельно проводили фенонаблюдения по стандартным методикам и 3 раза за сезон определяли биометрические показатели [16]. Для испытания брали 100 опытных растений. При наблюдении за ними особо выделяли декоративные качества: форму и плотность кустов, форму и окраску листьев, диаметр цветков и соцветий.

Для сравнения биометрических параметров изученных сортов в условиях Субарктики и других регионах использовали каталоги селекционных фирм, в связи с отсутствием исследований вышеназванных сортов в разных климатических зонах. Фирма Sakata Seed Corporation (Япония) с 1913 г. занимается селекцией, семеноводством и распространением ценных сортов цветов. Floranova (Великобритания) является специализированной селекционной компанией, производителем цветочных сортовых семян для профессиональных клумб и горшечных культур. PanAmerican Seed (США), существующая более 60 лет, — ведущий мировой селекционер и производитель сортовых и гибридных семян цветочных культур для выращивания рассады. Venary — немецкая компания, одна из ведущих мировых селекционных компаний, около 170 лет специализируется на декоративных растениях.

Погодные условия вегетационного сезона 2022 г. были в целом не очень благоприятными для растений (рис. 1). Конец июня холодный и дождливый. Июль самый теплый месяц с достаточным количеством осадков. Август довольно прохладный и сырой.

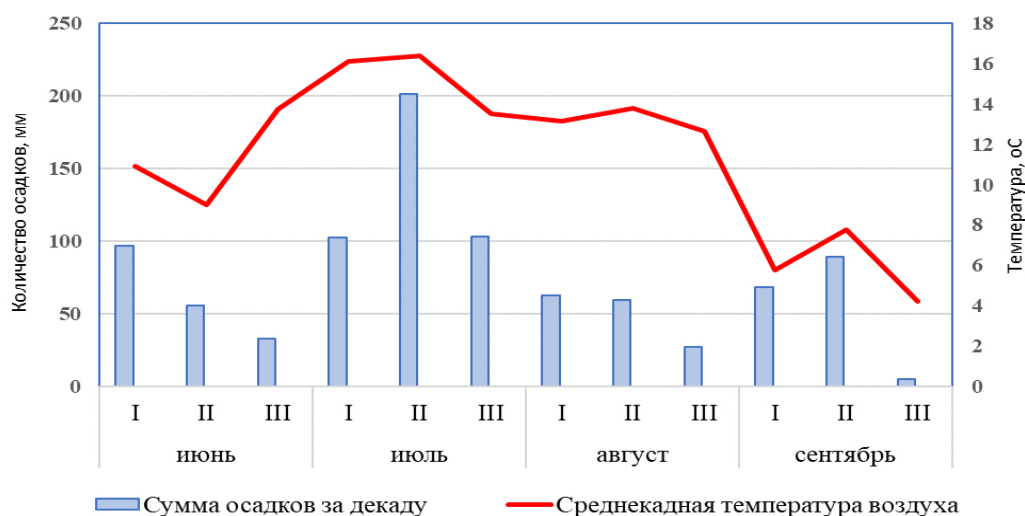


Рис. 1. Среднедекадные погодные показатели

Источник: график составлен авторами на основе данных сайта погоды.

Режим доступа: [https://rp5.ru/Погода\\_в\\_Кировске\\_Мурманская\\_область](https://rp5.ru/Погода_в_Кировске_Мурманская_область)

Дата обращения: 27.02.2023.

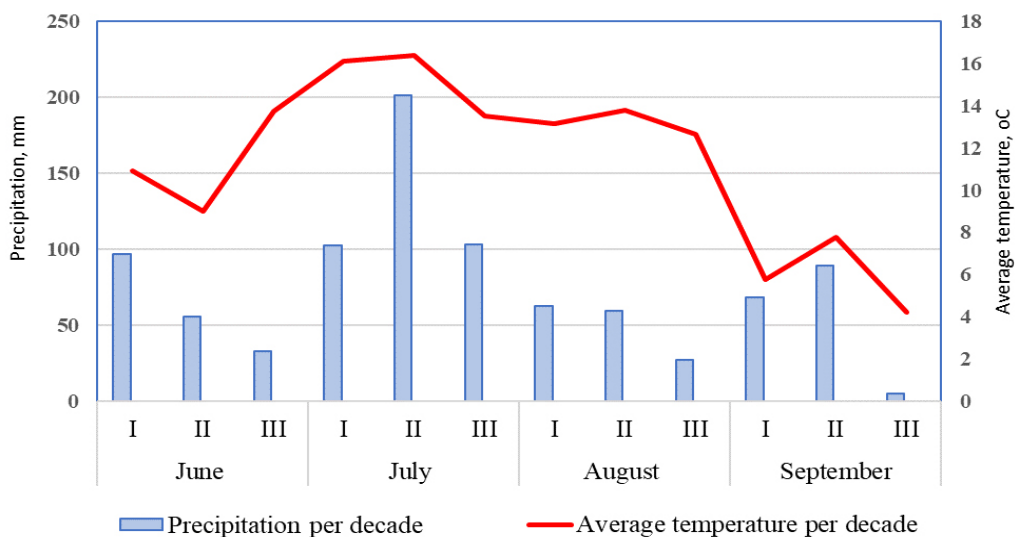


Fig. 1. Decadal weather averages (I, II, III)

Source: graph compiled by the authors based on data from a weather website.

Available from: [https://rp5.ru/Weather\\_in\\_Kirovsk,\\_Murmansk\\_oblast](https://rp5.ru/Weather_in_Kirovsk,_Murmansk_oblast)  
[Accessed 27th February 2023].

Среди особенностей климатических условий района отмечаются короткое прохладное лето, сильные похолодания в конце каждого теплого месяца и полярный день, который начинается 26 мая и заканчивается 18 июля [17].

## Результаты исследования и обсуждение

Высадку рассады в открытый грунт провели в период с 26 июня по 5 июля 2022 г. на расстоянии 10...15 см друг от друга с предварительным внесением комплексного удобрения Азофоска 40 г/м<sup>2</sup>. За высаженными растениями проводили уход: поливы, рыхления, прополки по мере необходимости.

Ниже рассмотрены рост, развитие и декоративные особенности 7 новых сортов однолетних цветочных растений.

*Tagetes patula* в настоящее время это один из широко распространенных видов в озеленении городов Мурманской области. В зависимости от сорта его высота составляет 20...45 см. Соцветия простые, полумахровые или махровые, одно-двухцветные, от ярко-желтой до красно-коричневой расцветки, диаметром 2,5...5,0 см. Семена созревают в конце августа — начале сентября ежегодно [16]. В последнее время испытаны в условиях Мурманской области следующие сорта: *Safari*, *Honey Moon*, *Disko*, *Hero*, *Bonanza*, *Gate Golden*, *Durando Mix*, *Bolero*, *Boy Golden*, *Little Hero*, *Tangerina*, *Champion flame*, *Super Hero Harmony*.

Для изучения нового сорта *Tagetes patula* 'Alumia Cream Brulee' использовали семена из фирмы Floranova. Их посев осуществили в теплице в середине апреля. На третий

день появились массовые всходы, которые через неделю распикировали в ящики с расстоянием между растениями 2 см. При регулярном уходе (полив, рыхление, удаление сорняков и подкормка) сеянцы находились в теплице до установления теплой погоды (начало июля). На опытные площадки рассаду высадили на стадии массового цветения (1–2 соцветия на каждом растении). Средняя высота составила 6 см. В течение 5...7 дней растения адаптировались к открытому грунту, далее отмечалось их интенсивное развитие. Поскольку *Tagetes patula* теплолюбив и при наступлении похолодания мог погибнуть, выкопка опытных растений и замеры морфологических параметров произведены в более ранний срок (конец августа — начало сентября).

В конце вегетации высота сорта *Alumia Cream Brulee* варьировала от 9 до 18 см, диаметр соцветий 3...5 см, что несколько ниже показателей более южных регионов<sup>2</sup> (табл.). Окраска соцветий нежно желтая в крапинку. На одном растении до 5 соцветий и 7 нераспустившихся бутонов. Продолжительность цветения составила 80...90 дней (начало июня — конец августа). Созревание семян отмечено почти у 90 % растений. Корневая система развита хорошо при средней длине корней 9 см. Особенность сорта — сильно ветвящийся от основания кустик, который хорошо переносит непогоду, не разваливаясь от порывов ветра и сильных дождей.

#### Биометрические показатели изученных сортов

Вид	Сорт	Высота, см		Диаметр соцветия, см	
		Мурманская область	Южные регионы	Мурманская область	Южные регионы
<i>Callistephus chinensis</i>	<i>Fan</i>	36...70	50...60	3...5	5–6
<i>Antirrhinum majus</i>	<i>Potomac Cherry Rose</i>	33...78	99...155	—	—
<i>Calendula officinalis</i>	<i>Costa Yellow</i>	30...50	25...30	5–6	5...8
<i>Calendula officinalis</i>	<i>Calypso Orange with Black Center</i>	30...45	30...40	5–6	5–6
<i>Tagetes erecta</i>	<i>Big Top Gold</i>	16...25	35...42	5...9	11...13
<i>Tagetes patula</i>	<i>Hot Pack Gold</i>	10...22	15...18	3...7	4–5
<i>Tagetes patula</i>	<i>Alumia Cream Brulee</i>	9...18	25...30	3...5	5...8

#### Biometric indicators of tested cultivars

Species	Cultivar	Height, cm		Inflorescence diameter, cm	
		Murmansk region	Southern regions	Murmansk region	Southern regions
<i>Callistephus chinensis</i>	<i>Fan</i>	36...70	50...60	3...5	5–6
<i>Antirrhinum majus</i>	<i>Potomac Cherry Rose</i>	33...78	99...155	—	—
<i>Calendula officinalis</i>	<i>Costa Yellow</i>	30...50	25...30	5–6	5...8
<i>Calendula officinalis</i>	<i>Calypso Orange with Black Center</i>	30...45	30...40	5–6	5–6
<i>Tagetes erecta</i>	<i>Big Top Gold</i>	16...25	35...42	5...9	11...13
<i>Tagetes patula</i>	<i>Hot Pack Gold</i>	10...22	15...18	3...7	4...5
<i>Tagetes patula</i>	<i>Alumia Cream Brulee</i>	9...18	25...30	3...5	5...8

<sup>2</sup> *Tagetes patula* сорт *Alumia Cream Brulee*. Режим доступа: <https://sevzapagro.ru/data/CATALOG/PanAmerican.pdf> Дата обращения: 27.02.2023.



*Tagetes patula* сорт *Hot Pack Gold* получили из фирмы PanAmerican. Агротехника сортов *Alumia Cream Brulee* и *Hot Pack Gold* во многом схожа, начиная с периода посева до окончания жизненного цикла. У второго сорта более длительная (до 10 дней) адаптация после пикировки. Далее растения развивались хорошо, набирая зеленую массу. Единичное цветение отмечалось в начале июня, массовое — в конце июня, непосредственно перед высадкой в открытый грунт. Продолжительность цветения 70...90 дней. На каждом растении 5...10 соцветий и много нераспустившихся бутонов, что можно объяснить не совсем благоприятным летом (влажное и малосолнечное). С наступлением похолодания, как и предыдущий сорт, выкопали и провели последние морфологические измерения. Высота растений составила от 10 до 22 см. Стебли сильно ветвистые от основания, боковые побеги отклоненные, листья перисто-рассеченные темно-зеленого цвета. Соцветия ярко золотистые от 3 до 7 см в диаметре. Морфометрические показатели данного сорта полностью соответствовали растениям из более южных регионов<sup>3</sup>. Семена созрели у 80 % растений. Корневая система хорошо развита, длина корней от 4 до 10 см.

К особенностям ухода за вышеназванными сортами *Tagetes patula* в период нахождения в теплице следует отнести полив водой не чаще двух раз в неделю и двухразовую подкормку легко усваиваемым минеральным удобрением «Здравень турбо для рассады». Для данной группы растений рекомендован редкий полив, так как *Tagetes patula* наиболее чувствителен к высокой влажности, на фоне которой может образоваться плесень на растениях. Более частое внесение минеральных удобрений также вредно, так как растения начинают цветение раньше образования зеленой массы.

Долгое время из-за позднего цветения *Tagetes erecta* не использовался в цветочном оформлении городов Кольского Севера, несмотря на то, что рекомендован для озеленения еще в 1941 г. В настоящее время получил распространение благодаря раннецветущим сортам. Высота растений составляет 25...80 см. Крупные светло-желтые, лимонные и оранжевые соцветия имеют диаметр 5...10 см. Основной период цветения в регионе — с середины июля до середины сентября. В Мурманской области успешно произрастают недавно испытанные сорта: *Antiqua*, *Pumpkin Crush*, *Eskimo*, *Proud Mary Yellow*, *Cheerleader*, *Dune formula Mix*.

Новый сорт *Big Top Gold* получили семенами из фирмы Floranova. *Tagetes erecta* относится к долго развивающимся растениям, поэтому посев сортовых семян в теплице провели в середине марта. Через 5 дней появились всходы, которые распикировали после того, как семядольные листочки распустились полностью (через 10 дней). Шаг посадки между растениями не менее 3 см. Период адаптации на новом месте составил 3–5 дней. Особенностью ухода за данным сортом на стадии рассады стало внесение стимулятора роста «Корневин» для улучшения корнеобразования на фоне обязательной подкормки минеральными удобрениями «Здравень турбо для рассады». Растения в теплице развивались хорошо и ко времени

<sup>3</sup> *Tagetes patula* сорт *Hot Pack Gold*. Режим доступа: <https://sevzapagro.ru/data/CATALOG/PanAmerican.pdf> Дата обращения: 27.02.2023.

пересадки в открытый грунт (конец июня) имели среднюю высоту 15 см. Цветущие экземпляры отмечены единично, преобладали с бутонами. Адаптация рассады, высаженной на опытные площадки, составила 10 дней. Массовое цветение началось в конце июля и продолжалось до середины сентября.

За период нахождения на опытных площадках растения имели прочный сильноветвящийся стебель высотой 16...25 см и от 4 до 6 золотистых соцветия 5...9 см в диаметре, что значительно ниже параметров более южных районов<sup>4</sup>. Соцветия густомахровые, плотные, не теряли декоративности в дождливую погоду и не выгорали на солнце. Семена не завязались. Корневая система развита хорошо, длина корней от 11 до 20 см. Испытанный сорт очень декоративен, положительно отзывается на подкормки минеральными удобрениями. При более раннем (на 2 недели) сроке посева семян в теплице сорт может успешно выращиваться в условиях Кольского Севера.

*Antirrhinum majus* вследствие появления раннецветущих сортов получил широкое распространение в регионе в последнее время. Компактные кусты высотой 20...70 см с разнообразными по окраске цветками, собранными в кистевидное соцветие, придают растениям высокую декоративность. Семяношение регулярное. Не давно испытанные сорта (*Snahshot*, *Rocket*, *Admiral Crimson*, *Crackle*, *Antiquity*, *Legend*) уже украшают городские объекты Заполярья [18].

Семена нового сорта *Antirrhinum majus* 'Potomac Cherry Rose' получили из фирмы PanAmerican Seed. Высеяли в теплицы в середине апреля, через 5 дней появились всходы, которые в начале были слишком мелкие, поэтому пикировали сеянцы через 12 дней с расстоянием между растениями 2 см. С целью лучшего кушения рассады над третьей парой листочков проводили прищипку. При регулярном уходе (полив, рыхление, удаление сорняков и подкормка) сеянцы находились в помещении до конца июня. Еще в теплице (середина июня) растения начали обильно цвести. Высадку в открытый грунт провели в начале июля на стадии 95 % цветения. Средняя высота в период высадки 20 см. Адаптация сорта при посадке в открытый грунт составила 5...7 дней.

За период нахождения в эксперименте растения набрали развитую зеленую массу при высоте стеблей от 33 до 78 см. Обильное цветение продолжалось до начала августа, далее процент цветущих растений резко снизился. Образование крупных соцветий не отмечено, средняя длина их составила 10...15 см. Цветки — розовато-лиловые от 2,0...2,5 см в диаметре. На одном соцветии обычно до 10 цветков и 10 нераспустившихся бутонов. В целом морфологические параметры изученного сорта существенно ниже, чем в более южных регионах<sup>5</sup>. Семена завязались единично. Корневая система хорошо развита, средняя длина корней 7,5 см. Испытанный сорт отличается компактностью кустов и при корректировке агротехники (более поздний на 2 недели срок посева семян в теплице) может успешно выращиваться в условиях Кольского Севера.

<sup>4</sup> *Tagetes erecta* сорт *Big Top Gold*. Режим доступа: <https://sevzapagro.ru/data/CATALOG/Floranova.pdf> Дата обращения: 27.02.2023

<sup>5</sup> *Antirrhinum majus* сорт 'Potomac Cherry Rose' Режим доступа: <https://sevzapagro.ru/data/CATALOG/PanAmerican.pdf> Дата обращения: 27.02.2023.

Большой популярностью в Заполярье пользуется *Callistephus chinensis*. Высота растений 20...70 см. Цветки разнообразных оттенков (от белой до темно-фиолетовой и темно-красной) собраны в щитковидное соцветие. Цветет во второй половине лета. Семена иногда завязываются, но не созревают. В ПАБСИ прошли испытания многие сорта *Callistephus chinensis*, но наиболее перспективными для региона являются *Pot Patio Pink* и *Benary s Princess* [19].

Семена нового сорта *Callistephus chinensis* 'Fan' вариаций *Deep rose* и *White* получили из фирмы Benary. Посев в теплице осуществили в середине марта. Через 3 дня появились массовые всходы, которые через 10 дней распикировали в ящики с расстоянием между растения 3 см. Рассада находилась в теплице до конца июня, далее на стадии сформированных растений и завязывания бутонов (65 %) высадили на опытные площадки. В период посадки в открытый грунт средняя высота растений составляла 20...30 см. Рассада адаптировалась к новым условиям довольно долго (10...14 дней). Массовое цветение данного сорта наблюдалось с конца июля до заморозков. В конце вегетации растения вариации *Deep rose* достигли высоты 45...70 см, *White* — 36...53 см. Соцветия — малиновые и белые от 3 до 5 см в диаметре. Морфологические параметры соизмеримы с более южными районами<sup>6</sup> (см. табл. 1). На каждом экземпляре растений от 1 до 4 соцветий и до 4 полураспустившихся бутонов. Продолжительность цветения 55 дней. В связи с поздним цветением семена не успели завязаться. Корневая система развита хорошо, максимальная длина корней 10 см.

Испытанный сорт хорошо переносит климатические и экологические условия региона. К особенностям ухода в теплице относятся полив не чаще 2 раз в неделю, 3-разовая подкормка легко усваиваемым минеральным удобрением «Здравень турбо для рассады» и внесение стимулятора роста корней «Корневин». Данный сорт незаменим для создания осеннецветущих композиций.

*Calendula officinalis* — один из самых устойчивых в Мурманской области видов однолетников. Высота растений достигает 50...70 см. Соцветие — корзинка кремовой, желтой и оранжевой окраски, до 8 см в диаметре. Цветение начинается в середине июня и продолжается до похолодания. Ежегодно отмечены зрелые семена [16]. В последние годы успешно изучены в Ботаническом саду сорта *Touch of Red Yellow*, *Bon Bon orange* и *Zen Gold*.

Посев семян нового сорта *Calendula officinalis* 'Costa Yellow' провели в начале апреля. Семена получили из фирмы Floranova. На 5-й день появились массовые всходы, которые через неделю распикировали в ящики с расстоянием между растениями 3 см. Период адаптации данного сорта после пикировки составил 3 дня. Во время нахождения рассады в теплице проводился регулярный уход. *Calendula officinalis* влаголюбива, поэтому полив осуществляли 3 раза в неделю. Для нормального развития растений 2 раза вносили удобрения «Здравень турбо для рассады». Вследствие частого повреждения тлей проводили регулярный осмотр растений и при обнаружении вредителей обрабатывали ядохимикатами.

<sup>6</sup>*Callistephus chinensis* сорт 'Fan' Режим доступа: <https://sevzapagro.ru/data/CATALOG/Benary.pdf> Дата обращения: 27.02.2023.

Высадку в открытый грунт осуществляли в конце июня на стадии цветения (65 %). Высота растений в этот период составляла 15...20 см. В течение двух недель рассада адаптировалась к новым условиям и только после этого начала расти. За период нахождения на опытных площадках их высота достигла 30...50 см, что выше ростом, чем у растений из более южных регионов. Соцветия махровые, насыщенно желтые 5–6 см в диаметре. Продолжительность цветения составила около 90 дней. На одном растении до 8 соцветий и много нераспустившихся бутонов. Семена созрели в августе. Корневая система развита хорошо. Длина корней составила от 4 до 10 см.

Сорт *Costa Yellow* очень декоративен в посадках, благодаря ярко-желтым соцветиям и обильному продолжительному цветению. Не повреждается первыми осенними заморозками, что очень важно для условий Крайнего Севера. Для более длительного цветения необходим более ранний (на 10...12 дней от обычного срока) посев семян в теплице.

*Calendula officinalis* ‘*Calypso Orange with Black Center*’ получен из фирмы Sakata. Посев семян в теплице провели в начале апреля. На 5-й день появились всходы, распикированные через 9 дней в более объемные ящики при выдерживании расстояния между растениями не менее 3 см. В течение нахождения рассады в теплице проводился регулярный уход (3-кратный полив в неделю, внесение удобрений и прополка). У рассады в начале июня отмечено первое цветение. Высадили в открытый грунт в конце июня. Средняя высота в период посадки 17 см. После успешной адаптации в открытом грунте (10 дней) растения начали интенсивно расти и цвести. К концу их вегетации высота составила 30...45 см. Растения имели крупные, яркие оранжевые соцветия до 6 см в диаметре. Оцененные параметры соответствовали растениям из более южных областей (см. табл.). Цветение продолжалось до конца сентября и его длительность составила 120 дней. На одном растении образовалось от 2 до 7 соцветий. Семена завязались и созрели почти у 90 % растений. Корневая система развита хорошо. Корень стержневой, разветвленный до 10 см длиной.

Сорт *Calypso Orange with Black Center* имеет компактный куст и высокую декоративность, благодаря удивительным соцветиям, эффектным осенью среди желтой листвы деревьев. Данный сорт наиболее подходит к условиям Кольского Севера и может стать доминирующим в цветочном оформлении заполярных городов.

Устойчивость однолетних цветочных растений к климатическим условиям региона определяется высотой, количеством и размером цветков и соцветий, временем и продолжительностью цветения. Лучше смотрятся в декоративных композициях растения, имеющие одинаковую высоту, компактные кусты (исключая вьющиеся), хорошее облиствление. Из вновь испытанных сортов соответствуют данным требованиям *Tagetes patula* сорт *Alumia Cream Brulee* и *Tagetes erecta* сорт *Big Top Gold* (рис. 2). Неодинаковость высоты отмечена у *Antirrhinum majus* сорт *Potomac Cherry Rose* и *Callistephus chinensis* сорт *Fan*, причиной этому могли быть плохие погодные условия в период развития растений.

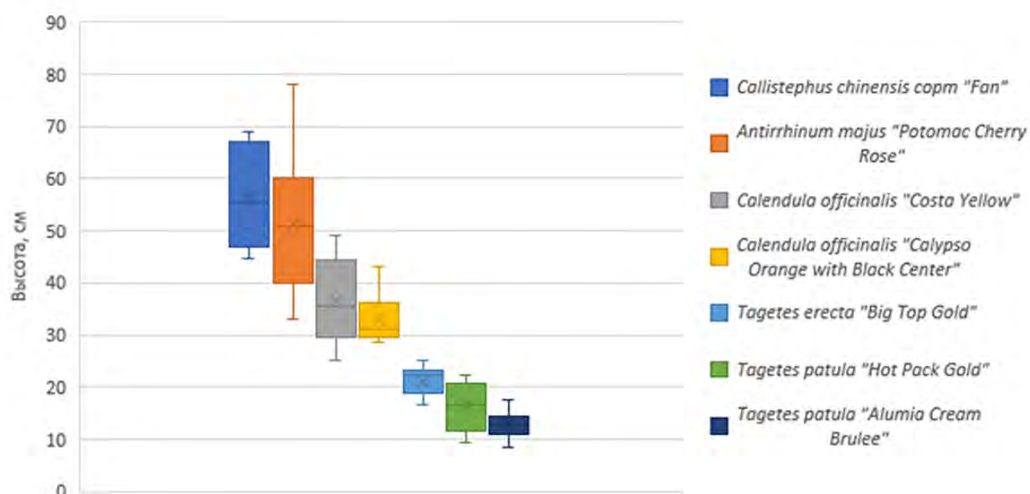


Рис. 2. Высота испытанных сортов на опытных площадках, см  
 Источник: сделано авторами

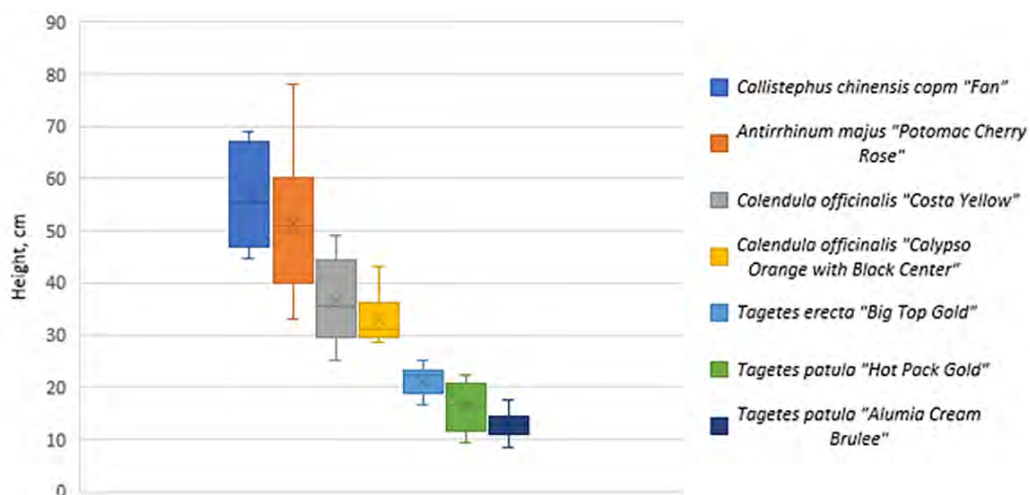


Fig. 2. Height of tested cultivars on experimental plots, cm  
 Source: made by the authors

В целом из изученных однолетних растений только 3 сорта (*Antirrhinum majus* 'Potomac Cherry Rose', *Tagetes patula* 'Alumia Cream Brulee', *Tagetes erecta* 'Big Top Gold') уступают по высоте растениям, произрастающим в более южных регионах.

Диаметр соцветий — важный показатель декоративности растений — зависит от множества факторов. По данному показателю испытанные сорта (за исключением *Tagetes erecta* сорт *Big Top Gold*) соответствуют растениям, выращенным в южных районах.

Количество цветков и бутонов зависит от климатических условий региона и продолжительности развития растений от семени до цветения. Виды, которые

поздно начинают цвести, не успевают образовать необходимое количество соцветий. Из испытанных растений к такой группе относится *Callistephus chinensis* (1 соцветие на растении). Максимальное число соцветий выявлено у *Calendula officinalis* (до 8 штук). Наиболее часто встречается от 4 до 7 штук, что для условий Кольской Субарктики вполне допустимо. В теплое продолжительное лето количество цветков и соцветий значительно увеличивается. Для улучшения эстетической стороны нами рекомендовано производить более загущенную посадку летников (70...100 шт./м<sup>2</sup> при норме 47 шт./м<sup>2</sup>).

Длительность цветения у изученных сортов варьирует от 55 дней (*Callistephus chinensis* сорт *Fan*, *Tagetes erecta* сорт *Big Top Gold*) до 120 дней (*Calendula officinalis* сорт *Calypso Orange with Black Center*). Многие сорта начинали цвести еще в теплице на стадии рассады. Как уже было сказано выше, летники ценятся за разнообразные оттенки цветков и соцветий. При подборе растений для условий Мурманской области отдавали предпочтение теплым тонам. Среди 7 новых сортов преобладали золотисто-желтые и оранжевые оттенки (5 сортов) и розово-красные (2 сорта). У *Callistephus chinensis* сорт *Fan* есть вариация с белыми цветками. Такая цветовая гамма позволяет создавать цветочные композиции, благоприятные для восприятия и здоровья северян.

Вновь испытанные новые сорта однолетних цветочных растений показали высокую декоративность и довольно продолжительное цветение в нашем регионе. Морфометрические показатели большинства сортов полностью соответствуют показателям растений, выращенных в более южных областях. Данные сорта имеют высокую декоративность и рекомендованы для создания цветников в Мурманской области.

## Заключение

Испытание 7 новых сортов однолетних цветочных растений *Callistephus chinensis* 'Fan' вариации *Deep rose u White*, *Antirrhinum majus* 'Potomac Cherry Rose', *Calendula officinalis* 'Costa Yellow' и 'Calypso Orange with Black Center', *Tagetes erecta* 'Big Top Gold', *Tagetes patula* 'Hot Pack Gold' и 'Alumia Cream Brulee' в условиях Субарктики показало положительный результат. Все сорта успешно прошли адаптацию в наших условиях, сохранив декоративные качества. По большинству показателей выделили сорт *Calypso Orange with Black Center*, который имеет высокую декоративность, благодаря компактности кустов и продолжительности цветения (120 дней). Положительным его качеством является устойчивость к первым заморозкам.

На продолжительность цветения других сортов (более теплолюбивых) повлияли климатические условия. Анализ фенологических наблюдений показал, что у видов *Tagetes patula* 'Alumia Cream Brulee', *Tagetes erecta* 'Big Top Gold' и *Antirrhinum majus* 'Potomac Cherry Rose' биометрические показатели существенно ниже, чем у тех же сортов, полученных в более благоприятных географических зонах.



К особенностям агротехники испытанных сортов на стадии рассады относятся корректировка сроков посева семян, обязательное 3–4-недельное закаливание, регулярное внесение удобрений и стимуляторов роста.

Вновь изученные сорта, обладающие высокой декоративностью и выносливостью в суровых условиях Крайнего севера, можно рекомендовать для озеленения населенных мест региона.

### Библиографический список

1. Poje M., Vukelic A., Han Dovedan I. Perception of Flower Beds in Public Green Areas // *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 2013. Vol. 78. № 2. P. 125–129.
2. Кисова С.В. Агробиологические основы формирования объектов цветочного оформления в озеленении городской среды (на примере Улан-Удэ): дис. ... канд. с.-х. наук. Улан-Удэ, 2015.
3. Карташова Н.П. Озеленение территорий высших учебных заведений г. Воронежа // *Лесотехнический журнал*. 2021. Т. 11. № 2 (42). С. 80–90. doi: 10.34220/issn.2222-7962/2021.2/8
4. Кузьмина Н.М., Федоров А.В., Ардашева О.А., Черемных Е.Н. Озеленение исторически сложившихся зон рекреации в малых городах России на примере городов Удмуртии // *Урбанистика*. 2022. № 2. С. 57–68. doi: 10.7256/2310-8673.2022.2.37408
5. Ягдарова О.А. Эколого-физиологические особенности онтогенеза однолетних декоративных растений в условиях городской среды: дис. ... канд. биол. наук. Казань, 2013.
6. Дубровина О.А., Зубкова Т.В., Гогмачадзе Г.Д. Экологическая оценка бархатцев (*Tagetes erecta*) в качестве фиторемедиантов // *АгроЭкоИнфо*. 2022. № 2. С. 1–10. Режим доступа: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/2/st\\_226.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/2/st_226.pdf) Дата обращения: 27.03.2023. doi: 10.51419/202122226
7. Joshi D., Awasthi P., Rizal G. Impact of pinching on growth and yield of Marigold (*Tagetes erecta* L.) // *Environment & Ecosystem science*. 2022. Vol. 6. № 1. P. 34–38. doi: 10.26480/ees.01.2022.34.38
8. Khobragade R.K., Bisen S., Thakur R.S. Effect of planting distance and pinching on growth, flowering and yield of China aster (*Callistephus chinensis*) cv. Poornima // *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2012. Vol. 82. № 4. P. 334–339.
9. Rajput V., Kumar J.A., Tomar S. Effect of pinching and spacing on growth parameters of African marigold (*Tagetes erecta* L.) // *Plant Archives* 20 (AIAAS-2020). 2020. P. 533–537.
10. Al-Janabi N.T.A., Al-Zurfi M.T.H. Snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) Response to foliar application of arginine and nano-iron // *SABRAO journal of breeding and genetics*. 2022. Vol. 54. № 4. P. 927–934. doi: 10.54910/sabrao2022.54.4.23
11. Bhargav V., Sharma B.P., Diltla B.S., Gupta Y.C., Negi N. Effect of different plant spacings and cultivars on growth, flowering and seed production of China aster (*Callistephus chinensis* (L.) Nees) // *Res. Environ. Life Sci*. 2016. Vol. 9. № 8. P. 970–972.
12. Fain G., Gilliam Ch. H., Sibley J.L., Boyer Ch. Establishment of greenhouse-grown *Tagetes patula* and *Petunia × hybrida* in ‘WholeTree’ substrates // *Acta Horticulturae*. 2008. № 782(782) doi: 10.17660/ActaHortic.2008.782.49
13. Козлова Е.А. Влияние состава субстратов и регуляторов роста на прорастание семян и динамику изменения высоты однолетних цветочных культур // *АгроЭкоИнфо*. 2023. № 1. Режим доступа: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/1/st\\_117.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/1/st_117.pdf). Дата обращения: 25.03.2023. DOI: 10.51419/202131117
14. Тамберг Т.Г. Однолетние и двулетние декоративные растения в условиях Кольского полуострова // *Декоративные растения для Крайнего Севера СССР*. М. — Л., 1958. С. 104–181.
15. Гонтарь О.Б., Жиров В.К., Казаков Л.А., Святковская Е.А., Тростенюк Н.Н. Зеленое строительство в городах Мурманской области. Апатиты: КНЦ РАН, 2010. 226 с.
16. Зайцев Г.Н. Фенология травянистых многолетников. М.: Наука, 1978. 150 с.
17. Семко А.П. Климатическая характеристика Полярно-альпийского ботанического сада // *Флора и растительность Мурманской области*. Л.: Наука, 1972. С. 73–129.
18. Святковская Е.А., Салтан Н.В., Уманец М.С. Новые сорта однолетних цветочных растений для озеленения населенных мест Субарктики // *Агропромышленные технологии центральной России*. 2022. № 2(24). С. 61–70. doi: 10.24888/2541-7835-2022-24-63-72

19. Святковская Е.А., Салтан Н.В., Уманец М.С. Сортоиспытание однолетних цветочных растений в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте // Труды Кольского научного центра РАН. 2021. Том 12. № 6(9). С. 217–221. doi: 10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.031

## References

1. Poje M, Vukelic A, Han Dovedan I. Perception of Flower Beds in Public Green Areas. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 2013;78(2):125—129.
2. Kisova SV. *Agrobiologicheskie osnovy formirovaniya ob"ektov tsvetochnogo oformleniya v ozelenenii gorodskoj srede (na primere Ulan-Ude)* [Agrobiological bases for the formation of flower decoration objects in the landscaping of the urban environment (on the example of Ulan-Ude)] [Dissertation]. Ulan-Ude; 2015. (In Russ.).
3. Kartashova NP. Greening of the territories of higher educational institutions in Voronezh. *Forestry engineering journal*. 2021;11(2):80–90. (In Russ.). doi: 10.34220/issn.2222-7962/2021.2/8
4. Kuzmina NM, Fedorov AV, Ardasheva OA, Cheremnykh EN. Landscaping of historically established recreation areas in small towns of Russia on the example of Udmurt cities. *Urbanistika*. 2022;(2):57—68. (In Russ.). doi: 10.7256/2310-8673.2022.2.37408
5. Yagdarova OA. *Ekologo-fiziologicheskie osobennosti ontogeneza odnoletnikh dekorativnykh rastenii v usloviyakh gorodskoi srede* [Ecological and physiological features of the ontogenesis of annual ornamental plants in an urban environment] [Dissertation]. Kazan; 2013. (In Russ.).
6. Dubrovina OA, Zubkova TV, Gogmachadze GD. Ecological assessment of marigolds (*Tagetes erecta*) as phytoremediants. *AgroEcoInfo*. 2022;(2):13. (In Russ.). doi: 10.51419/202122226
7. Joshi D, Awasthi P, Rizal G. Impact of pinching on growth and yield of Marigold (*Tagetes erecta* L.). *Environment & Ecosystem science*. 2022;6(1):34—38. doi: 10.26480/ees.01.2022.34.38
8. Khobragade RK, Bisen S, Thakur RS. Effect of planting distance and pinching on growth, flowering and yield of China aster (*Callistephus chinensis*) cv. Poornima. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2012;82(4):334—339.
9. Rajput V, Abhisekh, Kumar J, Tomar S. Effect of pinching and spacing on growth parameters of African marigold (*Tagetes erecta* L.). *Plant Archives*. 2020;20(AIAAS-2020):533—537.
10. Al-Janabi NTA, Al-Zurfi MTH. Snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) Response to foliar application of arginine and nano-iron. *SABRAO journal of breeding and genetics*. 2022;54(4):927—934. doi: 10.54910/sabrao2022.54.4.23
11. Bhargav V, Sharma BP, Dilta BS, Gupta YC, Negi N. Effect of different plant spacings and cultivars on growth, flowering and seed production of China aster (*Callistephus chinensis* (L.) Nees). *Res Environ Life Sci*. 2016;9(8):970-972.
12. Fain GB, Gilliam CH, Sibley JL, Boyer CR. Establishment of greenhouse-grown *Tagetes patula* and *Petunia ×hybrida* in 'WholeTree' substrates. *Acta Horticulturae*. 2008;782:387—393. doi: 10.17660/ActaHortic.2008.782.49
13. Kozlova EA. Influence of the composition of substrates and growth regulators on seed germination and dynamics of height change annual flower crops. *AgroEcoInfo*. 2023;(1):8. (In Russ.).
14. Tamberg TG. Annual and biennial ornamental plants in the conditions of the Kola Peninsula. In: *Dekorativnye rasteniya dlya Krainego Severa SSSR* [Ornamental plants for the Far North of the USSR]. Moscow; 1958. p.104—181. (In Russ.).
15. Gontar OB, Zhironov VK, Kazakov LA, Svyatkovskaya EA, Trostenyuk NN. *Zelenoe stroitel'stvo v gorodakh Murmanskoi oblasti* [Green building in the cities of the Murmansk region]. Apatity; 2010. (In Russ.).
16. Zaitsev GN. *Fenologiya travyanistykh mnogoletnikov* [Phenology of herbaceous perennials]. Moscow: Nauka publ.; 1978. (In Russ.).
17. Semko AP. Climatic characteristics of the Polar-Alpine Botanical Garden. In: *Flora i rastitel'nost' Murmanskoi oblasti* [Flora and vegetation of the Murmansk region]. Leningrad: Nauka publ.; 1972. p.73—129. (In Russ.).
18. Svyatkovskaia EA, Salтан NV, Umanets MS. New varieties of annual flowering plants for landscaping populated areas of the Subarctic. *Agro-industrial technologies of Central Russia*. 2022;(2):61—70. doi: 10.24888/2541-7835-2022-24-63-72 (In Russ.).
19. Svyatkovskaia EA, Salтан NV, Umanets MS. Variety testing of annual flower plants in the polar-alpine botanical garden-institute. *Transactions Kola science centre*. 2021;12(6):217—221. doi: 10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.031. (In Russ.).



**Об авторах:**

*Святковская Екатерина Александровна* — научный сотрудник лаборатории декоративного цветоводства и озеленения, Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина — обособленное подразделение федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр» Российской академии наук, Российская Федерация, 184209, Мурманская область, г. Апатиты, мкрн. Академгородок, д. 18а; e-mail: sviatkovskaya@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-4069-7020 SPIN: 3143–2491

*Салтан Наталья Владимировна* — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории декоративного цветоводства и озеленения, Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина — обособленное подразделение федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр» Российской академии наук, Российская Федерация, 184209, Мурманская область, г. Апатиты, мкрн. Академгородок, д. 18а; e-mail: saltan.natalya@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-5905-9774 SPIN: 6405–0697

*Рыбалка Евгения Петровна* — младший научный сотрудник лаборатории декоративного цветоводства и озеленения, Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина — обособленное подразделение федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр» Российской академии наук, Российская Федерация, 184209, Мурманская область, г. Апатиты, мкрн. Академгородок, д. 18а; e-mail: evgeniashl@mail.ru  
ORCID: 0000-0003-4336-6136 SPIN: 9538–2704

*Заводских Марина Сергеевна* — младший научный сотрудник лаборатории декоративного цветоводства и озеленения, Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина — обособленное подразделение федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр» Российской академии наук, Российская Федерация, 184209, Мурманская область, г. Апатиты, мкрн. Академгородок, д. 18а; e-mail: mar.umanets@yandex.ru  
ORCID: 0000-0002-5702-3858 SPIN: 1064–2792

**About the authors:**

*Sviatkovskaya Ekaterina Alexandrovna* — Researcher, Laboratory of Decorative Floriculture and Landscaping, Polar Alpine Botanical Garden-Institute — Subdivision of the Federal Research Centre, Kola Science Centre of Russian Academy of Sciences, 18a Akademgorodok microdistrict, Apatity, Murmansk Region, 184209, Russian Federation; e-mail: sviatkovskaya@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-4069-7020 SPIN: 3143–2491

*Saltan Natalia Vladimirovna* — Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Decorative Floriculture and Landscaping, Polar Alpine Botanical Garden-Institute — Subdivision of the Federal Research Centre, Kola Science Centre of Russian Academy of Sciences, 18a Akademgorodok microdistrict, Apatity, Murmansk Region, 184209, Russian Federation; e-mail: saltan.natalya@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-5905-9774 SPIN: 6405–0697

*Rybalka Evgenia Petrovna* — Junior Researcher, Laboratory of Decorative Floriculture and Landscaping, Polar Alpine Botanical Garden-Institute — Subdivision of the Federal Research Centre, Kola Science Centre of Russian Academy of Sciences, 18a Akademgorodok microdistrict, Apatity, Murmansk Region, 184209, Russian Federation; e-mail: evgeniashl@mail.ru  
ORCID: 0000-0003-4336-6136 SPIN: 9538–2704

*Zavodskikh Marina Sergeevna* — Junior Researcher, Laboratory of Decorative Floriculture and Landscaping, Polar Alpine Botanical Garden-Institute — Subdivision of the Federal Research Centre, Kola Science Centre of Russian Academy of Sciences, 18a Akademgorodok microdistrict, Apatity, Murmansk Region, 184209, Russian Federation; e-mail: mar.umanets@yandex.ru  
ORCID: 0000-0002-5702-3858 SPIN: 1064–2792



## Озеленение населенных пунктов Landscaping of settlements

DOI: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-350-360

EDN: NVMJXP

УДК 674.031.931.62:574.21:581.48

Научная статья / Research article

### Семена *Syringa vulgaris* L. как возможный объект фитоиндикационных исследований урбосреды г. Оренбурга

Н.М. Назарова 

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Российская Федерация

✉ [nazarova-1989@yandex.ru](mailto:nazarova-1989@yandex.ru)

**Аннотация.** Урбанизированная среда рассматривается как фактор стресса для отдельных растений и их сообществ, образующих зеленый каркас города. Изменение структуры популяции растений в городах — важный показатель качества окружающей среды. Фитоиндикация качества окружающей среды в условиях города в настоящее время приобретает актуальность в контексте ее оптимизации. Цель исследования — сравнительное изучение биометрических параметров и всхожести семян Сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.), произрастающей в зонах с повышенной антропогенной нагрузкой и «условно» чистой зоне. Описаны морфометрические параметры семян сирени, произрастающей в зонах с повышенным уровнем антропогенного загрязнения. Проведена оценка показателей репродуктивной способности сирени (лабораторная и грунтовая всхожесть). По результатам наблюдений установлено, что биометрические параметры семян *S. vulgaris* не являются показательными и не могут использоваться при оценке качества среды. Данные, полученные при лабораторном и грунтовом проращивании семян *S. vulgaris*, позволяют использовать их для характеристики экологического состояния районов сбора проб. В более благоприятной среде (контроль) всхожесть значительно выше, чем в условиях среды антропогенно измененной. По результатам комплексной оценки лабораторной и грунтовой всхожести установлено следующее распределение административных районов г. Оренбурга по степени антропогенного загрязнения (от наиболее «чистого» к наиболее экологически нестабильному): Зауральная роща > Промышленный район > Дзержинский район > Ленинский район > Центральный район.

© Назарова Н.М., 2023

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

**Ключевые слова:** сирень обыкновенная, семя, фитоиндикация, антропогенная нагрузка, показатели всхожести

**Заявление о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**История статьи:** поступила в редакцию 3 апреля 2023 г., принята к публикации 19 июня 2023 г.

**Для цитирования:** Назарова Н.М. Семена *Syringa vulgaris* L. как возможный объект фитоиндикационных исследований урбосреды г. Оренбурга // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2023. Т. 18. № 23. С.350—360. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-350-360

## Seeds of *Syringa vulgaris* L. as a possible object for phytoindication studies of urban environment in Orenburg

Natalia M. Nazarova 

Orenburg State University, Orenburg, Russian Federation

✉ nazarova-1989@yandex.ru

**Abstract.** Urbanized environment is considered as a stressor for individual plants and their communities that form green frame of the city. Changes in structure of plant populations in cities are analyzed as an important indicator of environmental quality. Therefore, phytoindication of quality of the environment in conditions of the city is currently becoming relevant in the context of its optimization. The purpose of the research was to study biometric parameters and seed germination of *Syringa vulgaris* L., growing in areas with increased anthropogenic pressure in comparison with a 'conditionally' clean area. Within the framework of this work, morphometric parameters of lilac seeds growing in areas with a high level of anthropogenic pollution were described. Indicators of reproductive ability of lilacs (laboratory and soil germination) were assessed. According to the results of the observations, it was established that the biometric parameters of *S. vulgaris* seeds are not indicative and cannot be used in assessing the quality of the environment. The data obtained during laboratory and soil germination of *S. vulgaris* seeds can be used to characterize the ecological state of sampling areas. Under more favorable environmental conditions (control), germination is much higher than under anthropogenically modified environmental conditions. Based on the results of a comprehensive assessment of laboratory and soil germination, the following distribution of the administrative districts of Orenburg was established according to the degree of anthropogenic pollution (from the most 'clean' to the most environmentally unstable): Zauralnaya Grove > Industrial District > Dzerzhinsky District > Leninsky District > Central District.

**Key words:** common lilac, seed, phytoindication, anthropogenic load, germination rates

**Conflicts of interest.** The author declared no conflicts of interest.

**Article history:** Received: 3 April 2023. Accepted: 19 June 2023.

**For citation:** Nazarova NM. Seeds of *Syringa vulgaris* L. as a possible object for phytoindication studies of urban environment in Orenburg. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023; 18(3):350—360. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-350-360

## Введение

Озеленение городов увеличивает разнообразие растительности и напрямую влияет на экологические функции городских систем. Ввиду глобальной урбанизации экология восстановления приобретает особое значение. Ее целью является возвращение деградированных урбоэкосистем к разнообразным, функциональным экосистемам [1].

Урбанизация представляет собой доминирующую и растущую форму нарушения естественных экосистем, влияющую на биоразнообразие в глобальном масштабе. Глобализация процесса приводит к различным изменениям в окружающей среде таким как увеличение содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере, сосредоточение большого количества тепла, выбросы огромного количества поллютантов в окружающую среду [2, 3].

Таким образом растения, произрастающие в городской среде и являющиеся биологическими фильтрами, испытывают значительные нагрузки ввиду антропогенного влияния. Разные виды растений по-разному реагируют на меняющиеся условия ввиду различной экологической пластичности. Одни обладают сниженным адаптационным потенциалом и подвержены различным повреждениям, другие более выносливы, и их устойчивость объясняется выработкой ряда адаптивных механизмов для перенесения неблагоприятных условий [4]. Однако, влияние среды вызывает изменения в морфологии и биологии таких видов, как ответ на фактор среды, поэтому такие растения могут использоваться в качестве объектов фитоиндикационных исследований.

Сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.) широко распространена в городских посадках по всей территории России. Вид обладает широкой экологической пластичностью, что позволяет использовать его в качестве объекта фитоиндикационных исследований. Ряд авторов предоставляют исследования, показывающие реакцию данного вида растений на антропогенное загрязнение на основе флуктуирующей асимметрии листовых пластинок [5, 6], биометрических параметров побегов [7].

Ранее проведенные нами исследования [8] по оценке возможностей использования *S. vulgaris* в качестве фитоиндикатора атмосферного загрязнения показали, что данный вид реагирует на изменение состава атмосферного воздуха изменением морфометрических показателей листовых пластинок, способностью к адсорбции и накоплению тяжелых металлов и др. [9].

Вопрос о влиянии атмосферного загрязнения на репродуктивные способности данного вида растений освещен в литературе отрывочно. Имеются данные по оценке уровня антропогенного загрязнения на основе определения степени фертильности пыльцевых зерен сирени [10].

**Цель исследования** — изучение биометрических параметров, лабораторной и грунтовой всхожести семян *S. vulgaris*, произрастающей в зонах с повышенной антропогенной нагрузкой, в сравнении с данными показателями в «условно» чистой зоне.

### **Задачи исследования:**

1) определить степень изменчивости морфометрических параметров семян *S. vulgaris*, произрастающей вблизи крупных транспортных артерий на террито-

рии четырех административных районов г. Оренбурга, в сравнении с «условным» контролем;

2) оценить лабораторную и грунтовую всхожесть семян *S. vulgaris*, собранных в зонах с повышенной антропогенной нагрузкой и зоне «условного» контроля.

## Материалы и методы исследования

Объект исследования — семена *Syringa vulgaris* L.

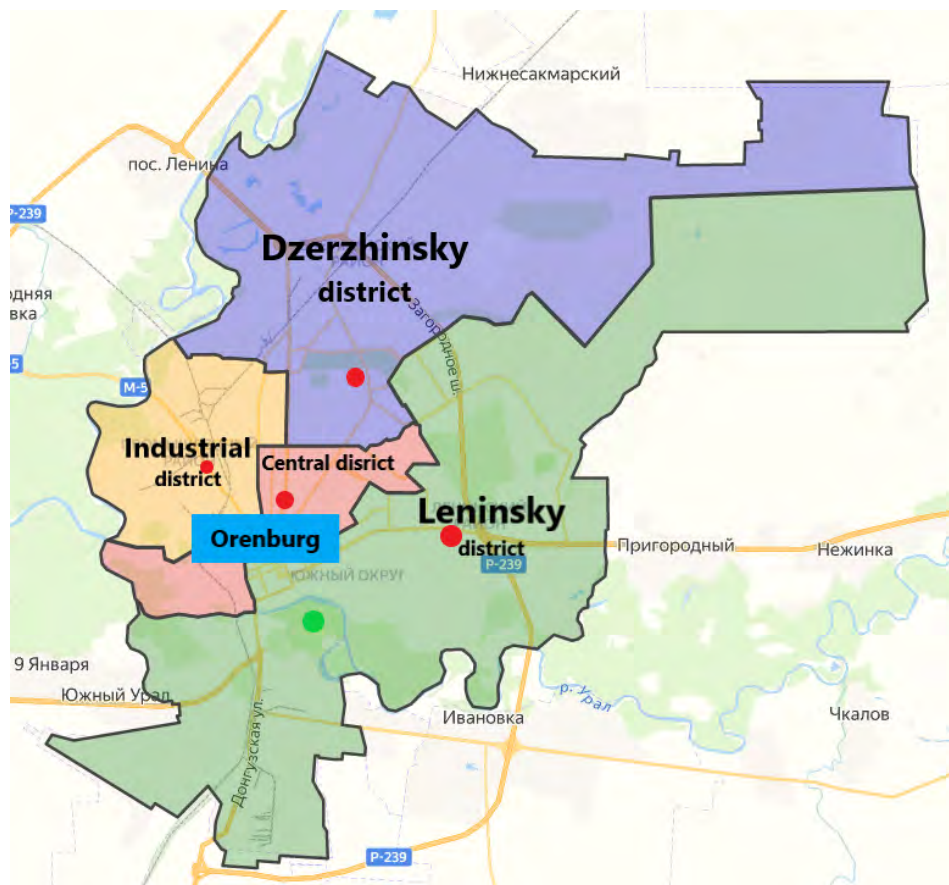
*S. vulgaris* активно используется в озеленении, распространена на территории г. Оренбурга повсеместно. Сбор семян производился на территории четырех административных районов в сентябре после полного их созревания. Отбор проб проводился с кустов, произрастающих в непосредственной близости к крупным автомагистралям со стороны куста, обращенной к транспортному полотну. Точки сбора проб отмечены на карте (рис. 1).



● — точки сбора по автомагистралям

● — точка сбора контроля

**Рис. 1.** Карта административных районов г. Оренбурга с указанием точек сбора проб  
Источник: составлено автором с использованием сервиса Yandex Maps



● — motorway collection points                      ● — control collection point

**Fig. 1.** Map of the administrative districts of Orenburg indicating sampling points

Source: compiled by the author using the Yandex Maps service

Проспект Гагарина, проспект Братьев Коростелевых, улица Терешковой — крупные транспортные артерии Ленинского, Промышленного и Центрального районов г. Оренбурга соответственно. Улица Брестская — транспортная артерия с высокой проходимостью автомобильного транспорта Дзержинского района г. Оренбурга. Все точки отбора проб расположены на проезжих частях со сложными экологическими условиями [11, 12]. Зауральная роща — точка сбора проб «условного» контроля. Расположена в черте города на значительном удалении от крупных автомагистралей.

Морфометрические параметры семян определяли с помощью линейки с точностью до 0,1 мм, лабораторную всхожесть — согласно ГОСТ 13056.6–97 [13].

Грунтовый посев проводили методом снегования в контейнерах, так как семенам сирени для получения хороших показателей всхожести необходима предварительная стратификация. Норма высева семян по 100 штук в 3 повторностях для каждой точки сбора [14].



Статистическая обработка данных сводилась к определению среднего значения данных морфометрии с вычислением стандартного отклонения и коэффициента вариации посредством программного обеспечения Statistica 6.0. Интерпретацию значений степени варьирования признаков биометрических систем листа и показателей всхожести семян по коэффициенту вариации в условиях техногенного загрязнения проводили согласно С.А. Мамаеву [15] с целью определения закономерности внутривидовой изменчивости. Уровни значений изменчивости интерпретировались от очень низкого ( $C_v$  до 7 %) до очень высокого ( $C_v > 40$  %).

## Результаты исследования и их обсуждение

При оценке биометрических параметров семян в точках сбора проб установлено, что длина и ширина семян сирени по Ленинскому, Центральному и Промышленному районам города практически одинаковы и составляют в среднем 1 см и 0,3 см соответственно (табл. 1).

Таблица 1

### Морфометрия семян

Проба	Длина семени, см		Ширина семени, см	
	Средняя	$C_v$ , %	Средняя	$C_v$ , %
Ленинский	1,1 ± 0,04	4	0,3 ± 0,02	5
Дзержинский	0,8 ± 0,03	3	0,3 ± 0,01	5
Центральный	1,0 ± 0,05	5	0,4 ± 0,02	6
Промышленный	1,1 ± 0,02	2	0,4 ± 0,01	3
Контроль	1,2 ± 0,03	3	0,4 ± 0,02	5

Table 1

### Seed morphometry

Sample	Seed length, cm		Seed width, cm	
	Average	$C_v$ , %	Average	$C_v$ , %
Leninsky	1,1 ± 0,04	4	0,3 ± 0,02	5
Dzerzhinsky	0,8 ± 0,03	3	0,3 ± 0,01	5
Central	1,0 ± 0,05	5	0,4 ± 0,02	6
Industrial	1,1 ± 0,02	2	0,4 ± 0,01	3
Control	1,2 ± 0,03	3	0,4 ± 0,02	5

В точке сбора проб контроля отмечен несколько больший размер семян в отличие от растений, произрастающих в зонах повышенной антропогенной нагрузки. Самые мелкие семена обнаружены в Дзержинском районе. Низкие значения коэффициента вариации по биометрическим параметрам позволяют констатировать факт незначительной изменчивости по данным признакам.

Статистически значимых различий биометрии семян сирени обыкновенной в различных точках отбора проб выявлено не было. Это позволяет предположить видовую специфичность по данным признакам у вида.

При проведении опыта по лабораторному проращиванию семян сирени первые всходы были обнаружены только на 18 день после начала опыта. Окончание лабораторного проращивания по ГОСТу 13056.6–97 приходится на 20-й день после закладки опыта. К этому дню в чашке Петри находилось большое количество набухших, но еще не проросших семян *S. vulgaris*. Вывод: семенам этого вида при лабораторном проращивании требуется большее количество дней, чем определено ГОСТом 13056.6–97. Такая особенность прорастания семян сирени уже отмечалась как нами, так и другими авторами в более ранних исследованиях [14, 16]. Это объясняет значительно меньшие показатели лабораторной всхожести в сравнении с грунтовой в настоящем исследовании.

Наиболее высокие показатели лабораторной всхожести семян сирени мы отметили в точке сбора проб условного контроля — 39 % (табл. 2).

Таблица 2

**Всхожесть семян**

Проба	Грунтовая, %		Лабораторная, %		Класс качества
	Средняя	C <sub>v</sub>	Средняя	C <sub>v</sub>	
Ленинский	39 ± 3,6	9	12,2 ± 11,3	11	Низкий
Дзержинский	42 ± 12,0	29	17,3 ± 13,0	18	
Центральный	41 ± 4,7	12	11,6 ± 14,5	23	
Промышленный	48 ± 1,2	3	31,8 ± 19,2	31	
Контроль	58 ± 2,0	6	39,3 ± 8,2	9	

Table 2

**Seed germination**

Sample	Soil, %		Laboratory, %		Quality class
	Average	C <sub>v</sub>	Average	C <sub>v</sub>	
Leninsky	39 ± 3,6	9	12,2 ± 11,3	11	Low
Dzerzhinsky	42 ± 12,0	29	17,3 ± 13,0	18	
Central	41 ± 4,7	12	11,6 ± 14,5	23	
Industrial	48 ± 1,2	3	31,8 ± 19,2	31	
Control	58 ± 2,0	6	39,3 ± 8,2	9	

Изменчивость данных параметров низкая при лабораторном проращивании, о чем свидетельствуют невысокие значения коэффициента вариации.

Худшие показатели лабораторной всхожести отмечены у семян, собранных с кустов сирени, произрастающих на территории Центрального и Ленинского районов г. Оренбурга (около 12 %). Повышенные коэффициенты вариации по всхожести в Ленинском районе обуславливают значительное варьирование проросших семян

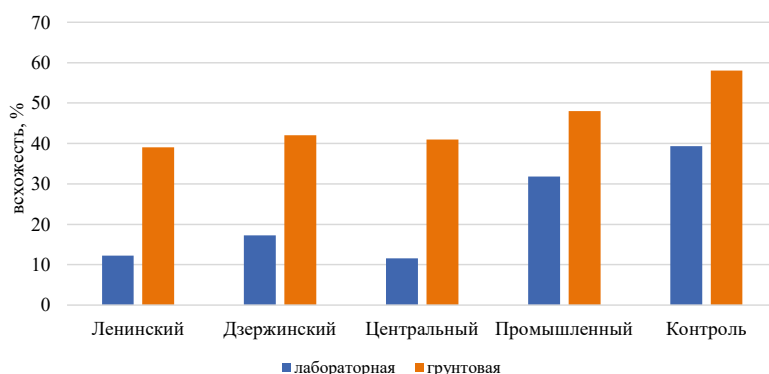


в пробах, взятых для проведения опыта. Следовательно, условия произрастания сирени в Центральном и Ленинском районах самые сложные.

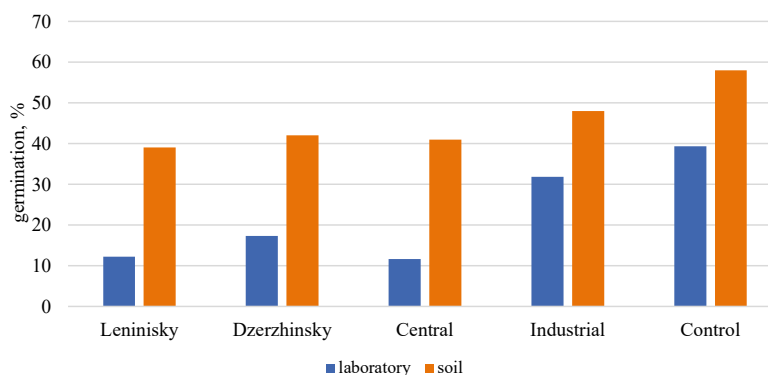
Максимальное количество проросших семян сирени при грунтовом посеве, так же, как и при лабораторном проращивании, зарегистрировано у проб, собранных в точке контроля — 58 %. Всходы равномерны в каждой пробе, о чем свидетельствуют низкие значения коэффициента вариации.

Самые низкие показатели грунтовой всхожести регистрируются в пробах, собранных на территории Ленинского района. Проценты всхожести семян, собранных в Дзержинском и Центральном районах, практически одинаковы. Повышенные показатели  $C_v$  в Дзержинском районе свидетельствуют о неравномерной всхожести семян по пробам, отобраным для грунтового посева.

При совокупном сравнении показателей лабораторной и грунтовой всхожести семян сирени обыкновенной очевидным становится факт регистрации наиболее высоких показателей в точке контроля (рис. 2). Следовательно, растения сирени, произрастающие в Зауральной роще, испытывают меньшую техногенную нагрузку, что благоприятно сказывается на их репродуктивной способности.



**Рис. 2.** Сравнение показателей грунтовой и лабораторной всхожести семян сирени  
Источник: составлено автором



**Fig. 2.** Comparison of indicators of soil and laboratory germination of lilac seeds  
Source: compiled by the author

При комплексном анализе грунтовой и лабораторной всхожести наиболее высокие показатели регистрировали у семян сирени, собранных в Промышленном районе, значит, экологические условия здесь наиболее благоприятные. Среди трех других районов Центральный район является наиболее неблагоприятным, что напрямую влияет на показатели репродуктивной способности сирени. Дзержинский и Ленинский районы обладают сходными экологическими характеристиками.

## Выводы

1. Репродуктивная система *S. vulgaris* реагирует на изменение качества среды в зависимости от места ее произрастания и может использоваться как показатель при проведении фитомониторинговых исследований.

2. Биометрические параметры семян *S. vulgaris* не являются показательными и не могут использоваться при оценке качества среды.

3. Информативны данные, полученные при лабораторном и грунтовом проращивании семян *S. vulgaris*. Установлено, что в более благоприятных условиях среды (контроль) всхожесть значительно выше, чем в условиях среды антропогенно измененной.

4. Установлено, что разные условия повышенной антропогенной нагрузки по-разному влияют на репродуктивную способность семян сирени. В условиях среды с меньшим загрязнением показатели всхожести, как лабораторной, так и грунтовой, выше. По результатам комплексной оценки всхожести, а следовательно, по степени антропогенного загрязнения среды, административные районы г. Оренбурга распределяются следующим образом (от наиболее «чистого»): Зауральная роща > Промышленный район > Дзержинский район > Ленинский район > Центральный район.

## Библиографический список

1. Anderson E.C., Minor E.S. Assessing four methods for establishing native plants on urban vacant land // *Ambio*. 2021. № 50(3). P. 695–705. doi: 10.1007/s13280-020-01383-z
2. Santangelo J.S., Rivkin L.R., Johnson M.T.J. The evolution of city life // *Proc Biol Sci*. 2018. Vol. 285. № 1884. doi: 10.1098/rspb.2018.1529
3. Zhao S., Liu S., Zhou D. Prevalent vegetation growth enhancement in urban environment // *Proc Natl Acad Sci USA*. 2016. Vol. 113. № 22. P. 6313–6318. doi: 10.1073/pnas.1602312113
4. Якушевская Е.Б., Якимова Е.П. Растения — индикаторы состояния городской среды // *Ученые записки Забайкальского государственного университета. Серия: Биологические науки*. 2013. № 1 (48). С. 116–121.
5. Луговская А.Ю., Храмова Е.П., Лях Е.М., Карпова Е.А. Использование геоинформационных технологий для биоиндикации городских территорий // *Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий)*. 2020. Т. 25. № 1. С. 173–185. doi: 10.33764/2411-1759-2020-25-1-173-185
6. Кулагина В.А., Григорьева Н.Г. Листовые пластины тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) и сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris*) как индикатор состояния среды территории г. Красноярск // *Инновационные тенденции развития российской науки: материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых*. Ч. I. Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2019. Ч. I. С. 50–54.
7. Сунцова Л.Н., Инишаков Е.М. Сравнительный анализ состояния сирени венгерской и сирени обыкновенной в условиях урбанизированной среды города Красноярск // *Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений*. 2020. Т. 23. С. 117–120.

8. Назарова Н.М. К вопросу о перспективности использования *S. vulgaris* L. в качестве вида-биоиндикатора техногенного загрязнения урбосреды г. Оренбурга // Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России: сборник статей XVII Междунар. науч.-практ. конф. Пенза: РИО ПГАУ, 2019. С. 129–133.

9. Назарова Н.М. Содержание тяжелых металлов в листовых пластинках *Syringa vulgaris* L. в условиях повышенной антропогенной нагрузки (на примере г. Оренбурга) // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2022. № 2 (42). С. 64–72. Режим доступа: [http://vestospu.ru/archive/2022/articles/6\\_42\\_2022.pdf](http://vestospu.ru/archive/2022/articles/6_42_2022.pdf) doi: 10.32516/2303-9922.2022.42.6

10. Колясникова Н.Л. Фертильность пыльцы некоторых деревьев из насаждений города Перми // Теория и практика современной аграрной науки: материалы V Национальной (всерос.) науч. конф. Новосибирск: НГАУ, 2022. С. 327–329.

11. Януш Д.Н., Вольнов А.С. Предложения по экологическому мониторингу концентраций дисперсных частиц в придорожной территории автомобильных дорог города Оренбурга // Научное обозрение. Педагогические науки. 2019. № 3–4. С. 125–130.

12. Бубаренко К.С. Оценка антропогенной нагрузки придорожной территории на качество атмосферного воздуха улиц города Оренбурга на примере улицы Терешковой // Стимулирование инновационного развития общества в стратегическом периоде. 2019. С. 4–7.

13. ГОСТ 13056.6–97. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. Введ. с 12 марта 1998 г. № 48. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1998. 27 с.

14. Полякова Н.В., Путенихин В.П., Вафин Р.В. Сирени в Башкирском Предуралья: интродукция и биологические особенности: монография. Уфа: ГИЛЕМ, 2010. 164 с.

15. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере сем. *Pinaceae* на Урале). М.: Наука, 1973. 282 с.

16. Назарова Н.М. Эколого-биологические особенности представителей рода *Syringa* L. при интродукции в условиях Оренбургского Предуралья: дис. ...канд. биол. наук. Уфа, 2022. 171 с.

## References

1. Anderson EC, Minor ES. Assessing four methods for establishing native plants on urban vacant land. *Ambio*. 2021;50(3):695–705. doi: 10.1007/s13280-020-01383-z

2. Santangelo JS, Rivkin LR, Johnson MTJ. The evolution of city life. *Proceedings of the Royal Society B*. 2018;285(1884):20181529. doi: 10.1098/rspb.2018.1529

3. Zhao S, Liu S, Zhou D. Prevalent vegetation growth enhancement in urban environment condition. *PNAS*. 2016;31;113(22):6313–6318. doi: 10.1073/pnas.1602312113

4. Yakushevskaya EB, Yakimova EP. Plants as indicators of urban environment condition. *Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological Sciences*. 2013;(1):116–121. (In Russ.).

5. Lugovskaya AY, Khramova EP, Lyakh EM, Karpova EA. Use of geoinformation technologies for bioindication of urban territories. *Vestnik of SSUGT*. 2020;25(1):173–185. (In Russ.). doi: 10.33764/2411-1759-2020-25-1-173-185

6. Kulagina VA, Grigoryeva NG. Leaf blades of balsamic poplar (*Populus balsamifera* L.) and oriental lilac (*Syringa vulgaris*) as indicator of the environment of Krasnoyarsk city. In: *Innovative trends in the development of Russian science: conference proceedings*. 2019. p.50–54. (In Russ.).

7. Suntsova LN, Inshakov EM. Comparative analysis of the state of Hungarian lilac and common lilac in the urban environment of Krasnoyarsk city. *Plodovodstvo, semenovodstvo, introduksiya drevesnykh rastenii*. 2020;23:117–120. (In Russ.).

8. Nazarova NM. On the issue of the prospects of using *S. vulgaris* L. as a species-bioindicator of technogenic pollution of the urban environment in Orenburg. In: *Natural resource potential, ecology and sustainable development of Russian regions: conference proceedings*. Penza; 2019. p.129–133. (In Russ.).

9. Nazarova NM. The content of heavy metals in leaf blades of *Syringa vulgaris* L. under conditions of increased anthropogenic load (on the example of Orenburg). *Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic scientific journal*. 2022;(2):64–72. (In Russ.). doi: 10.32516/2303-9922.2022.42.6

10. Kolyasnikova NL. Pollen fertility of some trees from plantations of Perm. In: *Theory and practice of modern agrarian science: conference proceedings*. 2022. p.327–329. (In Russ.).

11. Yanush DN, Volnov AS. Proposals for environmental monitoring of disperse particles concentrations in the road territory of automobile roads of Orenburg city. *Scientific Review*. 2019;(3):125–130. (In Russ.).

12. Bubarenko KS. Assessment of anthropogenic load of the roadside territory on atmospheric air quality of streets in Orenburg on the example of Tereshkova Street. *Stimulating innovative development of society in strategic period: conference proceedings*. 2019. p.4–7. (In Russ.).

13. Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification. GOST 13056.6–97. *Seeds of trees and shrubs. Germination method*. Moscow: IPK Standards Publishing House; 1998. (In Russ.).

14. Polyakova NV, Putenikhin VP, Vafin RF. *Sireni v Bashkirskom Predural'ye: introduksiya i biologicheskie osobennosti* [Lilacs in the Bashkir Cis-Urals: introduction and biological features]. Ufa: GILEM publ.; 2010. (In Russ.).

15. Mamaev SA. *Formy vnutrividovoi izmenchivosti drevesnykh rastenii (na primere sem. Pinaceae na Urale* [Forms of intraspecific variability of woody plants (on the example of the family *Pinaceae* in the Urals)]. Moscow: Nauka publ.; 1973. (In Russ.).

16. Nazarova NM. *Ekologo-biologicheskie osobennosti predstavitelei roda Syringa L. pri introduksii v usloviyakh Orenburgskogo Predural'ya* [Ecological and biological features of representatives of the genus *Syringa* L. during introduction in the conditions of the Orenburg Cis-Urals]. Ufa; 2022. (In Russ.).

**Об авторе:**

Назарова Наталья Михайловна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник научной группы Ботанического сада, Оренбургский государственный университет, Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13; e-mail: nazarova-1989@yandex.ru  
ORCID: 0000-0002-7449-0378 SPIN: 1242–9420

**About author:**

Nazarova Natalia Mikhailovna — Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Research Group of the Botanical Garden, Orenburg State University, 13 Pobedy ave., Orenburg, Orenburg region, 460018, Russian Federation; e-mail: nazarova-1989@yandex.ru  
ORCID: 0000-0002-7449-0378 SPIN: 1242–9420



## Защитное лесоразведение Protective afforestation








DOI: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-361-372

EDN: NWPPYB

УДК 630


*Научная статья / Research article*

### Применение ГИС-технологий при обследовании состояния лесных культур в зеленой зоне г. Астаны

А.Н. Кабанов<sup>1</sup>  , А.С. Оспангалиев<sup>2</sup> , С.А. Кабанова<sup>1</sup> ,  
И.С. Кочегаров<sup>1</sup> , А.М. Бекбаева<sup>2</sup> , М.А. Данченко<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации  
им. А.Н. Букейхана, г. Щучинск, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, г. Астана,  
Казахстан

<sup>3</sup>Томский государственный университет, г. Томск, Российская Федерация  
 7058613132@mail.ru

**Аннотация.** В лесном хозяйстве постоянный мониторинг состояния и роста растений играет немаловажную роль. Для эффективного устойчивого управления лесными ресурсами в современном мире существует множество источников открытых данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), позволяющего вести наблюдения за древесной растительностью на обширных территориях. Цель исследования — выявление площадей ослабленных и погибающих лесных культур в зеленой зоне города Астаны — лесничестве Батыс — с помощью данных ДЗЗ. Полученные сведения будут использованы для разработки дальнейших мероприятий по восстановлению и повышению устойчивости искусственных насаждений. Проведено сравнение данных ДЗЗ, выполненных с беспилотного летательного аппарата (БПЛА) Supercam S350F мультиспектральной камерой Micasense RedEdge, и снимков высокого пространственного разрешения со спутников Sentinel-2 и PlanetScope для выбора оптимального метода решения поставленных задач. По материалам мультиспектральной съемки выявлено процентное отношение состояния лесных культур лесничества Батыс, где 35 % лесных насаждений относятся к категории здоровых, 30 % — ослабленных и 35 % — погибающих.

© Кабанов А.Н., Оспангалиев А.С., Кабанова С.А., Кочегаров И.С., Бекбаева А.М., Данченко М.А., 2023



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

**Ключевые слова:** данные ДЗЗ, дистанционное зондирование, жизненное состояние, лесное хозяйство, геоинформационные системы

**Заявление о конфликте интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование. Благодарности.** Данное исследование финансируется Министерством экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан (№ BR10263776).

**История статьи:** поступила в редакцию 22 апреля 2022 г., принята к публикации 20 июля 2023 г.

**Для цитирования:** Кабанов А.Н., Оспангалиев А.С., Кабанова С.А., Кочегаров И.С., Бекбаева А.М., Данченко М.А. Применение ГИС-технологий при обследовании состояния лесных культур в зеленой зоне г. Астаны // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2023. Т. 18. № 3. С. 361—372. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-361-372


## Application of GIS technologies in surveying the state of forest crops in the green zone of Astana

Andrey N. Kabanov<sup>1</sup>  , Askhat S. Ospangaliev<sup>2</sup> ,  
Svetlana A. Kabanova<sup>1</sup> , Igor S. Kochegarov<sup>1</sup> ,  
Aigul M. Bekbaeva<sup>2</sup> , Matvey A. Danchenko<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>A.N. Bukeikhan Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, *Shchuchinsk, Kazakhstan*

<sup>2</sup>S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University, *Astana, Kazakhstan*

<sup>3</sup>Tomsk State University, *Tomsk, Russian Federation*

 7058613132@mail.ru

**Abstract.** When carrying out forestry, constant monitoring of plant condition and growth is very important. There is a wide range of Earth remote sensing sources for effective management of woody vegetation in vast areas. The purpose of the study was to identify areas with weakened and dying tree crops in the green observation zone of Astana, Kazakhstan, covering ‘Batys’ forestry using remote sensing data. The results of studies carried out for research on the growth and development of artificial plantations were obtained. During the experiment, a comparison of remote sensing data was performed using an unmanned aerial vehicle Supercam S350F with multispectral camera Micasense RedEdge and high-resolution measurements obtained with Sentinel-2 and PlanetScope satellites in order to select a method for solving the tasks. Based on the materials of multispectral diagnostics, the state of forest plantations in ‘Batys’ forestry was revealed, where 35 % of tree crops were classified as healthy, 30 % — as weakened, and 35 % — as dying.

**Keywords:** earth remote sensing data, remote sensing, vital state, forestry, geoinformation systems

**Conflicts of interest.** The authors declared no conflicts of interest.

**Acknowledgments.** The research was funded by the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan (No. BR10263776).

**Article history:** Received: 22 April 2022. Accepted: 20 July 2023.

**For citation:** Kabanov AN, Ospangaliev AS, Kabanova SA, Kochegarov IS, Bekbaeva AM, Danchenko MA. Application of GIS technologies in surveying the state of forest crops in the green zone of Astana. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023; 18(3):361—372. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-361-372

## Введение

Создание зеленой зоны вокруг столицы Казахстана начато в 1997 г., после подписания решения Президента Республики о посадке лесного массива. Сейчас около 100 000 гектаров занято искусственными лесами, которые практически со всех сторон опоясывают город. Леса обеспечивают природно-климатические и социокультурные условия для рекреационной деятельности человека и содержат большую часть всего земного углерода (C) [1].

Зеленая зона расположена в сухостепной зоне, характеризуется резко-континентальным климатом с холодной зимой и жарким летом. Ощущается дефицит влаги, среднегодовая сумма осадков не превышает 300 мм. В отдельные годы продолжительность засушливых периодов достигает 60 дней. Максимальная летняя температура составляет +42 °С, минимальная зимняя — –49 °С. Продолжительность периода с температурой выше +10 °С (вегетационный период) составляет 137 дней.

Особенностью климата является активный в течение всего года ветровой режим. Зимой преобладают ветры западного направления, которые переносят зимние осадки, а летом — пыльные бури. По причине климатических условий искусственные леса были созданы по принципу полезащитных насаждений с кулисами шириной до 24 м и межкулисным пространством до 12 м. Кулиса состоит из 4...6 рядов древесных пород с размещением 1 × 4 м и 1–2 рядов из кустарниковых пород с размещением 0,5 × 4 м.

Зональные почвы — темно-каштановые, встречаются лугово-каштановые и луговые почвы, солонцы и солончаки. Мозаичность почв и их неоднородность диктует выбор ассортимента наиболее засухо- и солеустойчивых древесных и кустарниковых пород.

По степени лесопригодности почвы разделены на 4 группы: лесопригодные (удовлетворительные лесорастительные условия), ограниченно-лесопригодные (средняя степень засоленности почвы), условно-лесопригодные (значительная солонцеватость и засоленность почвы) и нелесопригодные (солонцы, солончаки и болота). Основную территорию зеленой зоны занимают нелесопригодные почвы (41,4 %), наименьшую часть — лесопригодные почвы (8,5 %). На долю ограниченно- и условно-лесопригодных почв приходится соответственно 13,4 и 36,7 % [2].

Первоначально было испытано 104 вида древесных и кустарниковых растений, рекомендовано для посадки 28 пород, наиболее устойчивых к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям. Наибольшую площадь занимают посадки *Betula pendula* Roth. (18,6 %), *Acer negundo* L. (18,5 %), *Ulmus pumila* L. (18,1 %)

и *Elaeagnus angustifolia* L. (10,0 %) [3]. Остальные древесные породы занимают незначительное количество в ассортименте зеленой зоны. Из кустарников можно выделить *Ribes aureum* Pursh (5,6 %) и *Prunus fruticosa* Pall. (4,8 %), которые имеют высокую сохранность и хорошо плодоносят, что позволяет жителям собирать плоды. В искусственных лесах зеленой зоны растет более 9 миллионов 600 тысяч деревьев и около 1 миллиона 800 тысяч кустарников.

В рамках «зеленого пояса» территория РГП «Жасыл аймақ» разделена на 8 лесничеств: «Кызылжарское», «Ерейментауское», «Аршалынское», «Вячеславское», «Бозайгырское», «Астанинское» и «Батыс». Эти участки окружают весь периметр города Астаны.

**Цель исследования** — определение состояния зеленых насаждений в пилотном лесничестве с помощью ГИС-технологий.

### Материалы и методы исследования

Объектом исследований являлись искусственные насаждения зеленой зоны г. Астаны, расположенные в лесничестве «Батыс» РГКП «Жасыл Аймақ». Лесные культуры были созданы в 2010 г. на ограниченно-лесопригодных почвах. По фенотипическим признакам деревьев и их сохранности насаждения предварительно были разделены на здоровые, ослабленные и погибающие. В ходе дальнейших наблюдений, перечета деревьев и разделения их по категориям состояния определена оценка жизненного состояния (ОЖС) насаждений по методике В.А. Алексеева [4].

$$L = \frac{100n_1 + 70n_2 + 40n_3 + 4n_4}{N}, \quad (1)$$

где  $L$  — относительное жизненное состояние древостоя, рассчитанное по числу деревьев;  $n_1$  — число здоровых;  $n_2$  — ослабленных;  $n_3$  — сильно ослабленных;  $n_4$  — отмирающих деревьев;  $N$  — число деревьев на пробной площади.

При индексе жизненного состояния от 100 до 80 насаждение характеризуется как здоровое, от 79 до 50 — ослабленное, от 49...20 — очень ослабленное или погибающее.

После оценки в насаждениях различного санитарного состояния закладывали пробные площади с пространственной привязкой границ к системе координат в формате WGS-84. Размер пробных площадей зависел от числа деревьев, произрастающих на них, и был не меньше 30 × 30 м. Согласно методике Огиевского [5], на пробе было не менее 100 деревьев. Участки должны быть расположены в разнородных лесных насаждениях, на расстоянии более 3 м от дорог и распределены по всей исследуемой территории. На пробных площадях, которые служили эталонными участками для определения вегетационного индекса, выполнили таксационные замеры высоты и диаметра деревьев, посчитали сохранность деревьев. Диаметр деревьев измеряли штангенциркулем с точностью ± 1 см, высоту — высотомером



с точностью  $\pm 5$  см. Сохранность характеризовалась отношением сохранившихся растений к числу посаженных и определялась по формуле

$$C = \frac{(Ж + \frac{1}{2}С)100}{Ч}, \quad (2)$$

где С — приживаемость, %; Ж — число здоровых растений, шт.; С — число сомнительных растений, шт.; Ч — число посадочных мест, шт.

В табл. 1 приведены показатели жизненного состояния искусственных насаждений в лесничестве «Батыс». Выявлено, что состояние визуально отобранных культур подтверждается математическим вычислением ОЖС. Наилучшим состоянием характеризовались культуры *Acer negundo* L., которые имели жизненное состояние 94,3 %. В данных культурах наблюдалось обильное плодоношение и самосев в рядах и междурядьях. Средняя высота благонадежного подроста составляла 0,56 м.

Таблица 1

## Оценка жизненного состояния насаждений лесничества «Батыс», 2010 г.п.

Порода	№ квартала	Всего	Здоровые, шт	Ослабленные, шт	Сильно ослабленные, шт	Погибшие, шт	Сохранность, %	ОЖС, %	Категория состояния
<i>Betula pendula</i>	67	136	102	10	4	20	83.8	81.9	Здоровые
<i>Betula pendula</i>	67	115	45	30	33	7	79.6	69,1	Ослабленные
<i>Betula pendula</i>	74	124	25	10	45	44	46.4	41,7	Погибающие
<i>Acer negundo</i>	62	135	121	9	0	5	96.3	94.4	Здоровые
<i>Acer negundo</i>	66	122	44	47	23	9	45.5	70,8	Ослабленные
<i>Ulmus pumila</i>	63	115	85	15	6	9	89.6	85.4	Здоровые
<i>Ulmus pumila</i>	66	109	40	25	11	33	64.7	58,0	Ослабленные
<i>Ulmus pumila</i>	62	101	23	12	38	28	53.5	47,2	Погибающие

Table 1

## Assessment of the state of tree crops in 'Batys' forestry (planting year – 2010)

Species	Quarter, No.	Total	Healthy plants	Weakened plants	Strongly weakened plants	Dead plants	Survival, %	Plant state assessment, %	State category
<i>Betula pendula</i>	67	136	102	10	4	20	83.8	81.9	Healthy
<i>Betula pendula</i>	67	115	45	30	33	7	79.6	69,1	Weakened
<i>Betula pendula</i>	74	124	25	10	45	44	46.4	41,7	Dying
<i>Acer negundo</i>	62	135	121	9	0	5	96.3	94.4	Healthy
<i>Acer negundo</i>	66	122	44	47	23	9	45.5	70,8	Weakened
<i>Ulmus pumila</i>	63	115	85	15	6	9	89.6	85.4	Healthy
<i>Ulmus pumila</i>	66	109	40	25	11	33	64.7	58,0	Weakened
<i>Ulmus pumila</i>	62	101	23	12	38	28	53.5	47,2	Dying

При одинаковых условиях произрастания здоровые насаждения всех изученных древесных пород превышают ослабленные насаждения по высоте на 10,7...29,5 %, по диаметру — на 7,4...13,2 % (табл. 2). Изменчивость высоты в здоровых насаждениях изменяется на среднем уровне (14,5...23,9 %), диаметр — на повышенном уровне (22,7...28,3 %). Коэффициент вариации деревьев в ослабленных насаждениях колеблется на повышенном уровне, что говорит о значительных различиях по росту между деревьями.

Таблица 2

## Таксационные показатели лесных культур

Порода	№ квартала	Ср. высота, м		Ср. диаметр, см		Состояние
		$\bar{X} \pm m$	V, %	$\bar{X} \pm m$	V, %	
<i>Betula pendula</i>	67	7,8±0,4	23,9	7,3±0,4	24,6	Здоровые
<i>Betula pendula</i>	67	5,5±0,3	23,6	6,5±0,5	33,9	Ослабленные
<i>Betula pendula</i>	74	5,9±0,4	41,7	4,4±0,2	39,2	Погибающие
<i>Acer negundo</i>	62	3,6±0,10	14,5	3,8±0,2	28,3	Здоровые
<i>Acer negundo</i>	66	2,8±0,16	26,6	3,3±0,3	37,0	Ослабленные
<i>Ulmus pumila</i>	62	5,6±0,25	17,2	8,1±0,5	22,7	Здоровые
<i>Ulmus pumila</i>	63	5,0±0,34	16,7	7,5±0,6	19,1	Ослабленные
<i>Ulmus pumila</i>	66	4,9±0,21	17,0	6,3±0,3	18,8	Погибающие

Table 2

## Taxation indicators of forest crops

Species	Quarter no.	Average height, m		Average diameter, cm		Condition
		$\bar{X} \pm m$	V, %	$\bar{X} \pm m$	V, %	
<i>Betula pendula</i>	67	7.8±0.4	23.9	7.3±0.4	24.6	Healthy
<i>Betula pendula</i>	67	5.5±0.3	23.6	6.5±0.5	33.9	Weakened
<i>Betula pendula</i>	74	5.9±0.4	41.7	4.4±0.2	39.2	Dying
<i>Acer negundo</i>	62	3.6±0.10	14.5	3.8±0.2	28.3	Healthy
<i>Acer negundo</i>	66	2.8±0.16	26.6	3.3±0.3	37.0	Weakened
<i>Ulmus pumila</i>	62	5.6±0.25	17.2	8.1±0.5	22.7	Healthy
<i>Ulmus pumila</i>	63	5.0±0.34	16.7	7.5±0.6	19.1	Weakened
<i>Ulmus pumila</i>	66	4.9±0.21	17.0	6.3±0.3	18.8	Dying

Съемка насаждений с беспилотного летательного аппарата (БПЛА) мультиспектральной камерой была выполнена на площади 3000 га в лесничестве «Батыс». В результате были получены снимки с пространственным разрешением в 30 см в 5 спектральных каналах (RGB, NIR, RedEdge). Для выявления оптимального качества снимков рассмотрели и сравнили снимки со спутников Sentinel-2 и PlanetScore [6]. Спутник Sentinel-2 оснащен оптико-электронным мультиспектральным сенсором для съемок с разрешением от 10 до 60 м в видимой, ближней инфракрасной (VNIR) и коротковолновой инфракрасной (SWIR) зонах спектра, включающих в себя 13 спектральных каналов, что гарантирует отображение различий в состоянии растительности, в т.ч. и временные изменения, а также сводит к минимуму влияние атмосферы на качество

съемки. Спутники PlanetScope имеют пространственное разрешение 3 м в четырех спектральных каналах (RGB+Nir): синий (0,44–0,51 мкм), зеленый (0,52–0,59 мкм), красный (0,63–0,69 мкм) и ближний инфракрасный (0,76–0,85 мкм). Снимки датировались тем же числом, когда проводились наземные исследования таксационных показателей насаждений и определялись спектральные характеристики ассимиляционного аппарата древесных пород спектрографом Spectral Evolution PSR-1100f [7].

Для объединения растров в единый файл на каждый спектральный канал в программном обеспечении ENVI проводилась бесшовная мозаика растров. Проводилась предварительная обработка для преобразования цифровых данных в коэффициенты отражения и устранение атмосферных помех. Определялся индекс NDVI (нормализованный разностный вегетационный индекс), который показывает содержание хлорофилла в растениях и рассчитывается по формуле

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED}), \quad (3)$$

где NIR — отражение в ближней инфракрасной области спектра; RED — отражение в красной области спектра.

Известно, что характерным признаком растений и их состояния является спектральная отражательная способность [8]. При попадании потока лучистой энергии на поверхности растительности к отраженным лучам присоединяется определенная доля лучей, рассеянных внутренними поверхностями полупрозрачных листьев растений. В отраженном спектре растений довольно отчетливо просматриваются интенсивные полосы поглощения хлорофилла [9]. Клеточная структура здорового растения, в котором много хлорофилла, поглощает красный свет и отражает ближний инфракрасный. На этом основано распределение деревьев по жизненному состоянию [10]. Доказано, что для живой растительности значения NDVI варьируют в диапазоне от 0 до 1.

Так как классификация древесных пород по снимку на одну дату показывает значительные погрешности, снимки по 4 каналам с мая по сентябрь объединялись в один файловый растр инструментом Stack Layer. Обучающими классами в модели были основные лесные породы: *Betula pendula* Roth., *Pinus sylvestris* L., *Populus balsamifera* L., *Acer negundo* L., *Ulmus pumila* L. и *Elaeagnus angustifolia* L. Классификация лесных культур по древесным породам и состоянию провели по методу Random forest («случайный лес») [11–13].

Разделение данных производили случайным образом в соотношении 50:50 для создания модели и для ее валидации [14, 15].

## Результаты исследований и обсуждение

Проведенным наземным обследованием был выполнен подбор пробных площадей здоровых, ослабленных и погибающих лесных культур как эталонных участков для дальнейшего сопоставления полученных данных с мультиспектральным снимком района исследований.

Мультиспектральная съемка с БПЛА показала, что состояние лесов на исследуемой территории неоднородное и варьирует от  $-0,9$  до  $0,98$ . В диапазоне значений индекса NDVI от  $-0,9$  до  $0,15$  (выделено красным) явно просматриваются межкулисные пространства и участки насаждений с погибающими (погибшими) деревьями; в диапазоне от  $0,7$  до  $0,98$  (выделено зеленым) древесные растения имеют здоровое жизненное состояние, что согласуется с данными наземного обследования рассмотренных эталонных участков (рис. 1).

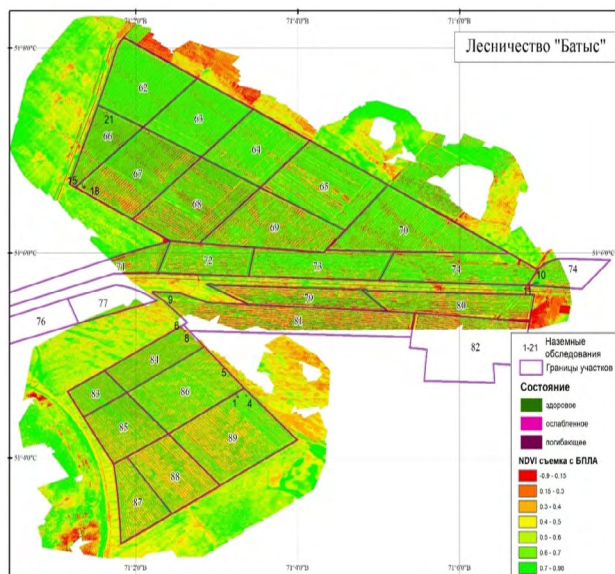


Рис. 1. Вегетационные индексы NDVI лесничества «Батыс» съемка с БПЛА

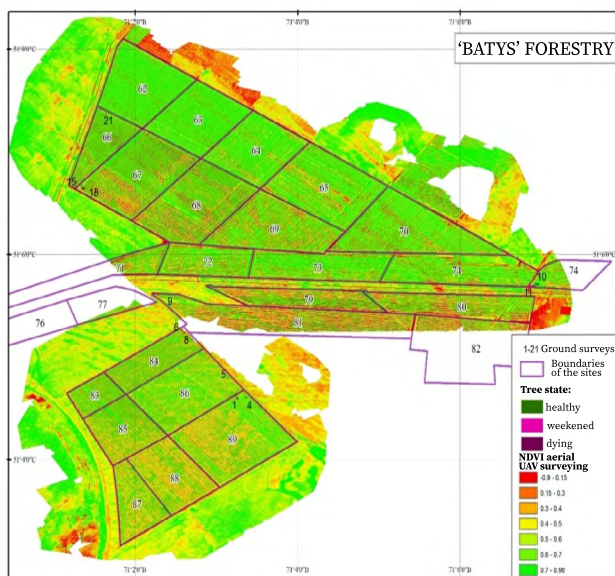


Fig. 1. Vegetation indices NDVI of 'Batys' forestry, UAV data

Изучены спектральные каналы Sentinel-2 по наземным полигонам классам состояния лесных насаждений. Так по рис. 2 видно снижение вегетационных индексов NDVI и VI, а также ближнего инфракрасного канала. В то же время другие спектральные каналы Sentinel-2 не показали зависимого тренда по состоянию пород. В этой связи можно сделать вывод, что применение имеющихся спектральных каналов PlanetScore (RGB, NIR) является достаточным для классификации и мониторинга лесов.

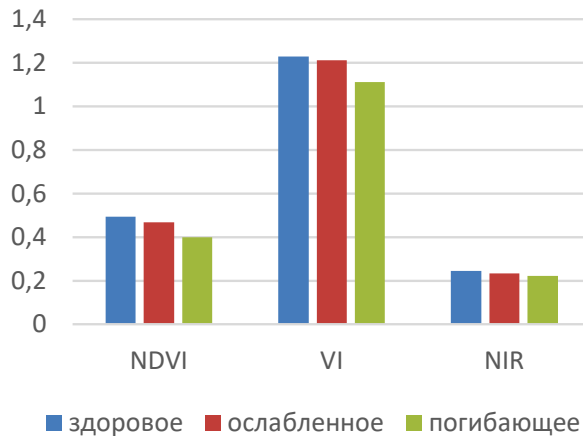


Рис. 2. Сравнение значений пикселей по наземным классам состояния лесов

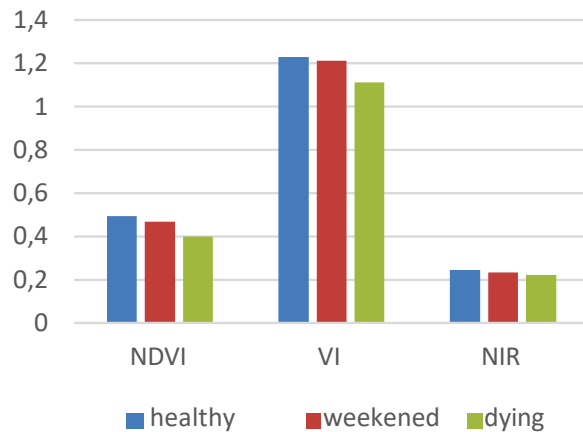


Fig. 2. Comparison of pixel values by terrestrial forest state classes

По результатам классификации «случайный лес» точность классификации снимка PlanetScore по 4 каналам на 3 группы состояния составила 78,3 %, при этом индекс Каппа — 0,675.

## Выводы

Установлено, что на всей площади лесничества «Батыс» соотношение участков по породному составу распределилось следующим образом: лесные культуры *Betula pendula* Roth. составили 31,5 %, *Ulmus pumila* L. — 34,0 %, *Populus balsamifera* L. — 18,0 %, *Acer negundo* L. — 14 % и незначительное количество *Fraxinus excelsior* L. — 2,5 %.

На основе выполненных исследований создана карта состояния лесных насаждений лесничества «Батыс» в 2021 г., 35, 30 и 35 % лесных насаждений отнесены соответственно к категориям здоровых, ослабленных и погибающих.

## Библиографический список

1. Gower S. Patterns and Mechanisms of the Forest Carbon Cycle // *Annual Review of Environment and Resources*. 2003. № 28. P. 169–204. doi: 10.1146/annurev.energy.28.050302.105515
2. Суюндиков Ж.О. Технология создания и содержания лесонасаждений зеленой зоны г. Астаны // *Технология создания защитных насаждений в пригородной зоне г. Астаны*. Астана, 2012. С. 3–5.
3. Мыкытанов Ж.К., Рахмов Г.А., Байтанаев О.А., Высоцкий А.Н. Создание зеленой зоны города Астаны — прорывной проект искусственного лесоразведения в Казахстане // *Вестник КазНУ. Серия биологическая*. 2011. № 4 (50). С. 15–20.
4. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // *Лесоведение*. 1989. № 4. С. 51–57.
5. Огиевский В.В., Хуров А.А. Обследование и исследование лесных культур. М.: Лесная промышленность, 1964. 49 с.
6. Mancino G., Ferrara A., Padula A., Nole A. Cross-Comparison between Landsat 8 (OLI) and Landsat 7 (ETM+) Derived Vegetation Indices in a Mediterranean Environment // *Remote Sensing*. 2020. № 12. doi: 10.3390/rs12020291
7. Broge N.H., Leblanc E. Comparing prediction power and stability of broadband and hyperspectral vegetation indices for estimation of green leaf area index and canopy chlorophyll density // *Remote Sensing of Environment*. 2001. № 76. P. 156–172.
8. Ahammad T. Effect of Chlorophyll Content & Solar Irradiance on Spectral Reflectance of Vegetation Canopies Acquired By Spectro-Radiometer // *International Journal of Environment and Geoinformatics*. 2021. № 9. P. 170–178. doi: 10.30897/ijgeo.958100
9. Gitelson A.A., Gritz Y., Merzlyak M.N. Relationships between leaf chlorophyll content and spectral reflectance and algorithms for nondestructive chlorophyll assessment in higher plant leaves // *Journal of Plant Physiol*. 2021. № 160. P. 271–282.
10. Овичинников А.В. Методика экспериментального исследования коэффициентов спектральной яркости материалов и природных фонов // *Журнал радиоэлектроники*. 2021. № 6. doi: 10.30898/1684-1719.2021.6.5
11. Breiman L. Random Forests // *Machine Learning*. 2001. Vol. 45. № 1. P. 5–32. doi:10.1023/A:1010933404324
12. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J.C. Random Forests. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. 2nd ed. Springer-Verlag, 2009. P. 764.
13. Meng J., Li S., Wang W., Liu Q., Xie S., Ma W. Mapping forest health using spectral and textural information extracted from spot-5 satellite images // *Remote Sensing*. 2016. Vol. 8. № 9. P. 719.
14. Immitzer M., Atzberger C., Koukal T. Tree species classification with random forest using very high spatial resolution 8-band WorldView-2 satellite data // *Remote sensing*. 2012. Vol. 4. № 9. P. 2661–2693.
15. Plakman V., Janssen T., Brouwer N., Veraverbeke S. Mapping species at an individual-tree scale in a temperate forest, using sentinel-2 images, airborne laser scanning data, and random forest classification // *Remote Sensing*. 2020. Vol. 12. № 22. P. 3710. doi: 10.3390/rs12223710

## References

1. Gower ST. Patterns and Mechanisms of the Forest Carbon Cycle. *Annual Review of Environment and Resources*. 2003;28:169–204. doi: 10.1146/annurev.energy.28.050302.105515



2. Suyundikov ZO. Technology of creation and maintenance of forest plantations of Astana green zone. In: *Tekhnologii sozdaniya zashchitnykh nasazhdenii v prigorodnoi zone g. Astany* [Technologies of creation of protective plantings in the the suburban area of Astana]. Astana; 2012. p.3–5. (In Russ.).
3. Mykytanov ZK, Rakhmov GA, Baitanaev OA, Vysotsky AN. The creation of a green zone in Astana — a breakthrough project of artificial afforestation in Kazakhstan. *Experimental biology*. 2011;(4):15–20. (In Russ.).
4. Alekseev VA. Diagnostics of the vital state of trees and stands. *Russian Journal of Forest Science*. 1989;(4):51–57. (In Russ.).
5. Ogievskiy VV, Hiron AA. *Obsledovanie i issledovanie lesnykh kul'tur* [Survey and research of forest crops]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' publ.; 1964. (In Russ.).
6. Mancino G, Ferrara A, Padula A, Nole A. Cross-Comparison between Landsat 8 (OLI) and Landsat 7 (ETM+) Derived Vegetation Indices in a Mediterranean Environment. *Remote Sensing*. 2020;12(2):291. doi: 10.3390/rs12020291
7. Broge NH, Leblanc E. Comparing prediction power and stability of broadband and hyperspectral vegetation indices for estimation of green leaf area index and canopy chlorophyll density. *Remote Sensing of Environment*. 2001;76(2):156–172. doi: 10.1016/S0034-4257(00)00197-8
8. Ahammad T. Effect of chlorophyll content & solar irradiance on spectral reflectance of vegetation canopies acquired by spectro-radiometer. *International Journal of Environment and Geoinformatics*. 2021;9(1):170–178. doi: 10.30897/ijegeo.958100
9. Gitelson AA, Gritz Y, Merzlyak MN. Relationships between leaf chlorophyll content and spectral reflectance and algorithms for non-destructive chlorophyll assessment in higher plant leaves. *Journal of Plant Physiology*. 2021;160(3):271–282. doi: 10.1078/0176-1617-00887
10. Ovchinnikov AV. Technique for experimental study of spectral brightness coefficients materials and natural backgrounds. *Journal of Radio Electronics*. 2021;(6):14. doi: 10.30898/1684-1719.2021.6.5. (In Russ.).
11. Breiman L. Random Forests. *Machine Learning*. 2001;45:5–32. doi: 10.1023/A:1010933404324
12. Hastie T, Tibshirani R, Friedman JC. Random Forests. In: *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. 2nd ed. Springer-Verlag; 2009. p.764.
13. Meng J, Li S, Wang W, Liu Q, Xie S, Ma W. Mapping forest health using spectral and textural information extracted from SPOT-5 satellite images. *Remote Sensing*. 2016;8(9):719. doi: 10.3390/rs8090719
14. Immitzer M, Atzberger C, Koukal T. Tree species classification with random forest using very high spatial resolution 8-band WorldView-2 satellite data. *Remote sensing*. 2012;4(9):2661–2693. doi: 10.3390/rs4092661
15. Plakman V, Janssen T, Brouwer N, Veraverbeke S. Mapping species at an individual-tree scale in a temperate forest, using Sentinel-2 images, airborne laser scanning data, and random forest classification. *Remote Sensing*. 2020;12(22):3710. doi: 10.3390/rs12223710

#### Об авторах:

**Кабанов Андрей Николаевич** — аспирант, старший научный сотрудник Казахского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. А.Н. Букейхана, 021704, Казахстан, г. Щучинск, ул. Кирова, д. 58; e-mail: 7058613132@mail.ru

ORCID: 0000-0002-5479-3689, SPIN-код 9628–4453

**Оспаналиев Асхат Суттибаевич** — старший преподаватель Казахского агротехнического исследовательского университета им. С. Сейфуллина, 010000, Казахстан, г. Астана, ул. Женис, д. 62Б; e-mail: a.ospangaliyev@mail.ru

ORCID: 0000-0001-7478-8505

**Кабанова Светлана Анатольевна** — кандидат биологических наук, доцент, ассоциированный профессор, заведующая отделом воспроизводства лесов и лесоразведения Казахского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. А.Н. Букейхана, 021704, Казахстан, г. Щучинск, ул. Кирова, д. 58; e-mail: kabanova.05@mail.ru

ORCID: 0000-0002-3117-7381, SPIN-код 3897–4757

**Кочегаров Игорь Сергеевич** — младший научный сотрудник Казахского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. А.Н. Букейхана, 021704, Казахстан, г. Щучинск, ул. Кирова, д. 58; e-mail: garik\_0188@mail.ru

ORCID: 0000-0003-1185-5218, SPIN-код 8313–4687

**Бекбаева Айгуль Мыктыбаевна** — заместитель директора Центра технологической компетенции в области цифровизации АПК Казахского агротехнического исследовательского университета им. С. Сейфуллина, 010000, Казахстан, г. Астана, ул. Женис, д. 62Б; e-mail: bekbavevaigul@gmail.com

ORCID 0000–0002–3477–1888

*Данченко Матвей Анатольевич* — кандидат географических наук, доцент, Биологический институт Томского государственного университета, 634050, Российская Федерация, г. Томск, пр. Ленина, д. 36; e-mail: mtd2005@sibmail.com  
ORCID: 0000-0002-5974-9556, SPIN-код 8209–8687

**About authors:**

*Kabanov Andrey Nikolaevich* — PhD student, senior researcher, A.N. Bukeikhan Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, 58 Kirova st., Shchuchinsk, 021704, Kazakhstan; e-mail: 7058613132@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-5479-3689, SPIN 9628–4453

*Ospangaliev Askhat Suttibaevich* — Senior lecturer, S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University, 62B Zhenis st., Astana, 010000, Kazakhstan; e-mail: a.ospangaliev@mail.ru  
ORCID: 0000-0001-7478-8505

*Kabanova Svetlana Anatolyevna* — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Reforestation and Forest Cultivation, A.N. Bukeikhan Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, 58 Kirova st., Shchuchinsk, 021704, Kazakhstan; e-mail: kabanova.05@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-3117-7381, SPIN 3897–4757

*Kochegarov Igor Sergeevich* — Junior researcher, A.N. Bukeikhan Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, 58 Kirova st., Shchuchinsk, 021704, Kazakhstan; e-mail: garik\_0188@mail.ru  
ORCID: 0000-0003-1185-5218, SPIN 8313–4687

*Bekbaeva Aigul Myktybaevna* — Deputy Director, Center for technological competence in the field of digitalization of the agro-industrial complex of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, 62B Zhenis st., Astana, 010000, Kazakhstan; e-mail: bekbaevaigul@gmail.com  
ORCID 0000-0002-3477-1888

*Danchenko Matvey Anatolyevich* — Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Biological Institute of Tomsk State University, 36 Lenin st., Tomsk, 634050, Russian Federation; e-mail: mtd2005@sibmail.com  
ORCID: 0000-0002-5974-9556, SPIN 8209–8687













DOI: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-373-384

EDN: NNJXDM

УДК 630.231:674.032.13(470.343)

Научная статья / Research article


## Особенности естественного возобновления в сосново-липовых и лиственнично-липовых насаждениях города Москвы

А.В. Лебедев<sup>1</sup>  , А.В. Гемонов<sup>1</sup> , С.Н. Волков<sup>2</sup> , Т.А. Федорова<sup>3</sup> ,  
Е.С. Калмыкова<sup>1</sup> , О.В. Канадин<sup>1</sup> , В.Р. Арещенко<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева,  
г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Мытищи, Российская Федерация

<sup>3</sup>Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация

 [alebedev@rgau-msha.ru](mailto:alebedev@rgau-msha.ru)

**Аннотация.** Рассмотрены проблемы естественного возобновления древесных пород на примере сосново-липовых и лиственнично-липовых насаждений Лесной опытной дачи Тимирязевской сельскохозяйственной академии. Естественное возобновление древесных пород — одна из актуальнейших проблем ведения лесного и лесопаркового хозяйства на урбанизированных территориях. Лесовосстановление относится к сложным природным процессам, оказывающим влияние на все компоненты биогеоценозов. Цель исследования — изучение естественного возобновления в смешанных насаждениях в условиях Москвы. Описаны методы и результаты полевых обследований лесных насаждений постоянных пробных площадей. Древостои постоянных пробных площадей относятся к спелым и перестойным, поэтому в настоящее время наблюдается отпад крупномерных деревьев сосны и лиственницы. Ввиду большей долговечности лиственница отпадает медленнее по сравнению с сосной. Дальнейшая динамика сосново-липовых и лиственнично-липовых насаждений зависит от количества и качества подроста, а также показателей его жизнеспособности и условий произрастания. В Лесной опытной даче преобладает естественное возобновление, представленное, главным образом, следующими породами: кленом и липой. Всходы сосны, лиственницы, дуба, березы появляются на некоторых постоянных пробных площадях, но вскоре погибают из-за неблагоприятных условий. Подрост дуба также является неблагонадежным из-за поражения мучнистой росой. Наибольшие потери прироста подроста по высоте происходят в неблагоприятных условиях произрастания, в результате утраты жизнеспособности из-за повышенных рекреационных нагрузок.

**Ключевые слова:** лесная опытная дача, смешанные древостои, лесной фитоценоз, городские леса

© Лебедев А.В., Гемонов А.В., Волков С.Н., Федорова Т.А., Калмыкова Е.С., Канадин О.В., Арещенко В.Р., 2023



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>









**Заявление о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Вклад авторов:** А.В. Лебедев — основная концепция научной публикации, сбор полевых материалов, формулировка выводов; А.В. Гемонов, С.Н. Волков, Е.С. Калмыкова — обзор научной литературы, статистическая обработка данных и формулировка выводов; Т.А. Федорова — анализ полевых материалов, обзор научной литературы, дизайн публикации; О.В. Канадин, В.Р. Арещенко — обзор научной литературы, сбор полевых материалов.

**История статьи:** поступила в редакцию 27 марта 2023 г., принята к публикации 22 июня 2023 г.

**Для цитирования:** Лебедев А.В., Гемонов А.В., Волков С.Н., Федорова Т.А., Калмыкова Е.С., Канадин О.В., Арещенко В.Р. Особенности естественного возобновления в сосново-липовых и лиственнично-липовых насаждениях города Москвы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2023. Т. 18. № 3. С. 373–384. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-373-384


## Features of natural renewal in pine-linden and larch-linden forest stands in Moscow

Aleksandr V. Lebedev<sup>1</sup>  , Aleksandr V. Gemonov<sup>1</sup> , Sergey N. Volkov<sup>2</sup> ,  
Tatiana A. Fedorova<sup>3</sup> , Ekaterina S. Kalmykova<sup>1</sup> ,  
Oleg V. Kanadin<sup>1</sup> , Valeria R. Areschenko<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Mytischki branch of Bauman Moscow State Technical University, Mytischki, Russian Federation

<sup>3</sup>RUDN University, Moscow, Russian Federation

 alebedev@rgau-msha.ru

**Abstract.** Problems of natural renewal of tree species (pine-linden and larch-linden stands) were studied in the territory of Forest experimental station, Moscow Timiryazev Agricultural Academy. Natural regeneration of tree species is one of the most urgent problems of forestry and forest park management in urban areas. Reforestation refers to complex natural processes that affect all components of biogeocenoses. The purpose of the research was to study natural regeneration in mixed stands in Moscow. Methods and results of field surveys of forest stands in permanent trial plots were described. The forest stands of permanent trial plots are mature and overmature, therefore at present there is a loss of large-sized pine and larch trees. Due to greater durability, larch falls off more slowly compared to pine. Further growth of pine-linden and larch-linden plantations depends on quantity and quality of undergrowth, its viability and growing conditions. In Forest experimental station, natural renewal prevails, represented mainly by the following species: maple and linden. Saplings of pine, larch, oak, and birch appear on some permanent test plots, but soon die due to unfavorable conditions. Oak undergrowth is also unreliable due to powdery mildew infection. The greatest loss of growth occurs in unfavorable growing conditions due to increased recreational loads.

**Keywords:** forest experimental station, mixed stands, forest phytocenosis, urban forests

**Conflicts of interest.** The authors declared no conflicts of interest.

**Author contributions:** A.V. Lebedev— developed and designed the experiments, performed the experiments, formulated conclusions; A.V. Gemonov, S.N. Volkov, E.S. Kalmykova — reviewed scientific literature, analyzed the data, formulated conclusions; T.A. Fedorova — analyzed the data, reviewed scientific literature, wrote the paper; O.V. Kanadin, V.R. Areshchenko — reviewed scientific literature, performed the experiments.

**Article history:** Received: 27 March 2022. Accepted: 22 June 2023.

**For citation:** Lebedev AV, Gemonov AV, Volkov SN, Fedorova TA, Kalmykova ES, Kanadin OV, Areshchenko VR. Features of natural renewal in pine-linden and larch-linden forest stands in Moscow. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023;18(3):373–384. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-373-384

## Введение

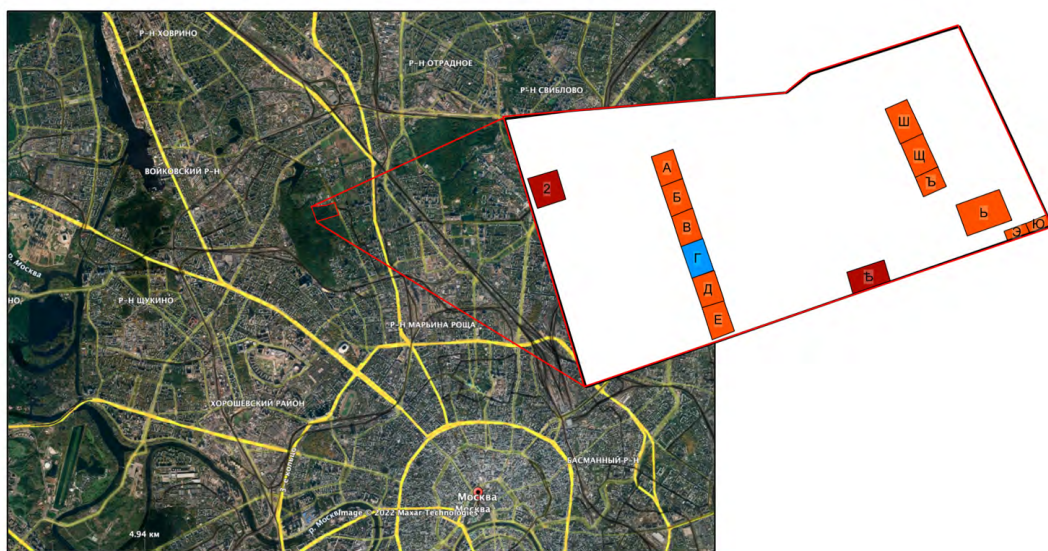
Для повышения эффективности выполнения лесами экосистемных функций необходимо соблюдение основных эколого-лесоводственных требований при организации и ведении лесного хозяйства [1–4]. От успешности процесса лесовыращивания зависит структура лесов будущего, их товарный потенциал, продуктивность, выполнение ими средообразующих функций [5]. Лесовосстановление относится к сложным природным процессам, который оказывает влияние на все компоненты биогеоценозов. Поэтому к вопросам воспроизводства лесов необходимо относиться, учитывая экологические, социальные и экономические факторы. К важным критериям относится доля лесов естественного происхождения в лесном фонде, которые считают более устойчивыми и производительными по сравнению с лесными культурами [6, 7]. Следовательно, особое внимание должно уделяться естественному лесовосстановлению.

Лесная опытная дача Тимирязевской сельскохозяйственной академии считается одним из первых в России учебных и научно-исследовательских полигонов, лесные насаждения которой выполняют важные средообразующие и рекреационные функции, охарактеризованные в работе В.Д. Наумова, Б.С. Родионова, А.В. Гемоннова [6]. Лесной массив этого уникального комплекса начали рассматривать как важный элемент озеленения Москвы уже с начала 70-х гг. XX в., и с каждым годом эта роль все больше возрастает. Однако сами насаждения в городских условиях в настоящее время испытывают, с одной стороны, последствия глобальных климатических изменений, которые должны приводить к увеличению производительности и ускорению прохождения основных этапов жизненного цикла, а с другой — загрязнение воздуха, почвенного покрова, высокие рекреационные нагрузки, которые приводят к ухудшению санитарного состояния насаждений, снижению выполнения ими полезных функций и прочим негативным последствиям, что подтверждается в работе Н.Н. Дубенка, А.В. Лебедева, В.В. Кузьмичева [8].

**Цель исследования** — изучение естественного возобновления сосново-липовых, лиственнично-липовых насаждений и динамики изменения их породного состава и количества подроста всех присутствующих видов древесных пород.

## Материалы и методы исследования

Объектом исследования являются смешанные сосново-липовые и липово-лиственничные насаждения постоянных пробных площадей 4/А, 4/Б, 4/В, 4/Г, 4/Д, 4/Е, 4/Ш, 4/Щ, 4/Ъ, 4/Ь, 4/Ъ, 4/Э, 4/Ю, 4/2 Лесной опытной дачи Российского государственного аграрного университета — МСХА им. К.А. Тимирязева, расположенной в северо-восточной части Москвы (рис.). Ее площадь составляет 249 га, в т.ч. лесопокрытая — более 95 %. В лесном фонде преобладают спелые и перестойные насаждения сосны, лиственницы, дуба и березы. Почвенный покров, по данным В.Д. Наумова, Б.С. Родионова, А.В. Гемонова [6], представлен дерново-подзолистыми почвами с различной интенсивностью протекания дернового и подзолистого процессов.



Расположение исследуемых участков на территории Москвы (преобладающие породы на пробных площадях: оранжевый цвет — сосна, синий — береза, темно-оранжевый — лиственница)

Источник: составили авторы статьи А.В. Лебедев, А.В. Гемонов, С.Н. Волков, Т.А. Федорова, Е.С. Калмыкова, О.В. Канадин, В.Р. Арещенко с использованием Google Maps

Таксационные показатели насаждений определяли по результатам подервного перечета на постоянных пробных площадях. Для растущих деревьев определяли таксационные диаметры стволов с точностью до 0,1 см (механическая мерная вилка Halghof), высоты — с точностью 0,1 м (высотомер Vertex VI). Сомкнутость полога древостоя определяли глазомерно. Запас и полноту древостоев рассчитывали по общепринятой методике с использованием стандартных таблиц сумм площадей сечений и таблиц объемов стволов. При описании живого напочвенного покрова на пробных площадях закладывали площадки 1 × 1 м, на которых выполнялось определение видовой принадлежности сосудистых растений, а обилие оценивалось по методике Браун — Бланке, описанной И.Г. Криницыным, А.В. Лебедевым [9].

Естественное возобновление учитывали перечислительным методом путем закладки учетных площадок размером  $1 \times 1 \text{ м}^2$  параллельными рядами на одинаковом расстоянии друг от друга и по диагоналям каждой постоянной пробной площади [9, 10]. При сплошном перече́те подроста учитывали породу, возраст, высоту и количество растений. По результатам перече́та все экземпляры подроста распределялись на 3 группы по категориям качества (состояния): жизнеспособный, сомнительный и нежизнеспособный согласно методике, предложенной Д.В. Лежневым [11]. К жизнеспособному отнесен подрост, имеющий густое охвоевание (облиствение), зеленую или темно-зеленую хвою (листву), заметно выраженную мутовчатость; с неутраченным за последние 3–5 лет приростом по высоте, прямые неповрежденные стволы, гладкую или мелкочешуйчатую кору. К категории сомнительного подроста относили экземпляры, имевшие переходные признаки качества, а к нежизнеспособному подросту — экземпляры с явными признаками неудовлетворительного качества [10]. По высоте подрост подразделялся на 3 группы: до 0,5 м — мелкий, от 0,51 до 1,5 м — средний, от 1,51 м и более — крупный.

## Результаты исследования и обсуждение

Данные подеревного перече́та и оценки подроста на постоянных пробных площадях (табл. 1) служат основой для анализа способности различных древесных пород к естественному возобновлению. На большинстве постоянных пробных площадей в составе древостоя преобладает сосна (*Pinus sylvestris*). Кроме того, в составе древостоев на постоянных пробных площадях встречаются липа мелколистная (*Tilia cordata*), береза повислая (*Betula pendula*), дуб черешчатый (*Quercus robur*), лиственница сибирская (*Larix sibirica*).

Таблица 1

### Таксационная характеристика древостоев постоянных пробных площадей

Пробная площадь	Год закладки	Площадь, га	Год измерения	Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число деревьев, шт							
							Порода							
							Лс	Лп	С	Д	Б	Е	Кло	В
4/Ъ	1911	0,1853	2022	139	25,9	34,8	19	-	-	2	7	-	3	-
			2009	126	33,1	34,6	19	-	1	2	5	-	3	1
			2005	122	32,0	34,4	30	-	-	2	8	-	-	-
			1998	115	31,8	32,9	30	-	-	-	-	-	-	-
			1993	110	31,3	44,8	31	-	-	-	-	-	-	-
			1986	103	24,3	22,52	34	1	7	5	10	-	-	-
			1964	81	24,0	22,7	34	1	10	5	-	-	-	-
			1959	76	23,3	21,1	34	1	15	5	-	-	-	-
			1954	71	22,0	23,5	45	-	22	5	-	-	-	-
			1949	66	21,8	21,8	45	-	27	6	-	-	-	-
			1924	41	14,5	10,9	90	-	120	77	-	334	-	-
1911	28	-	9,8	93	-	138	106	-	354	-	-			

Продолжение табл. 1

Пробная площадь	Год закладки	Площадь, га	Год измерения	Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число деревьев, шт							
							Порода							
							Лс	Лп	С	Д	Б	Е	Кло	В
4/Ю	1887	0,0630	2022	157	22,6	27,9	-	27	16	-	-	-	30	5
			2009	144	24,2	30,3	-	33	17	-	-	-	3	-
			2001	136	25,7	32,0	-	28	18	1	-	-	-	-
			1991	126	25,0	30,2	-	38	23	1	-	-	-	-
			1969	104	19,4	21,8	-	36	25	2	-	-	-	-
			1954	89	18,4	17,9	-	55	48	2	-	-	-	-
			1944	79	14,2	14,1	-	57	64	1	-	-	1	-
			1915	50	14,0	5,4	-	181	113	15	-	-	248	-
			1887	22	-	8,5	-	-	329	-	-	-	-	-
4/Э	1887	0,0630	2022	158	21,7	29,4	-	-	14	2	2	-	7	-
			2009	145	22,8	30,0	-	-	18	4	3	-	8	-
			2001	135	25,0	29,5	-	-	21	4	5	-	8	-
			1991	126	22,0	25,2	-	-	23	5	6	-	10	-
			1969	104	20,5	25,0	-	-	26	12	-	-	-	-
			1959	94	18,0	22,6	-	-	31	12	-	-	-	-
			1949	84	16,5	21,0	-	-	49	8	-	-	-	-
			1938	73	12,5	11,6	-	-	71	19	-	-	8	-
			1887	22	-	8,1	-	-	355	-	-	-	-	-
4/Ь	1888	0,2682	2022	169	24,3	33,2	-	1	24	4	2	-	72	13
			2009	156	26,9	35,1	-	3	35	3	3	-	27	19
			1997	144	29,2	25,1	-	8	42	2	4	-	2	48
			1969	122	20,6	27,8	-	10	57	8	5	-	-	33
			1959	112	5,0	27,3	-	12	67	7	5	-	-	5
			1949	102	4,9	23,0	-	12	77	7	6	-	-	5
			1932	85	4,1	15,0	-	14	128	-	11	1	119	13
			1914	67	3,9	8,8	-	22	158	62	73	-	75	5
			1893	46	9,8	19,1	-	-	275	-	2	-	-	-
4/Ъ	1886	0,0819	2022	159	27,6	34,2	-	4	20	3	2	-	7	-
			2009	144	25,9	32,1	-	4	25	2	1	-	3	-
			1986	121	5,5	23,5	-	-	32	-	-	-	-	-
			1969	104	5,9	24,1	-	4	34	5	5	-	-	-
			1959	89	5,8	23,2	-	4	35	4	1	-	-	-
			1949	79	5,6	19,5	-	4	50	4	1	-	-	-
			1939	69	4,3	12,0	-	4	68	8	1	-	48	-
			1924	54	17,5	18,8	-	-	110	-	-	-	-	-
			1896	25	-	9,4	-	-	3365	-	15	-	-	-

Продолжение табл. 1

Пробная площадь	Год закладки	Площадь, га	Год измерения	Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число деревьев, шт							
							Порода							
							Лс	Лп	С	Д	Б	Е	Кло	В
4/Щ	1891	0,1571	2022	156	27,2	34,4	-	-	16	1	11	-	-	-
			2009	143	26,6	34,3	-	-	21	2	26	-	2	3
			1981	115	8,2	24,6	-	-	29	30	104	-	-	-
			1966	100	8,2	23,8	-	-	29	-	12	-	-	2
			1956	90	23,5	27,3	-	-	36	-	-	1	-	-
			1941	75	21,5	23,8	-	-	52	-	-	13	-	-
			1930	64	19,8	19,7	-	-	69	-	-	236	-	-
			1914	48	17,3	16,2	-	-	86	-	-	370	-	-
			1904	38	-	10,9	-	-	115	-	-	666	-	-
1891	25	-	8,3	-	-	132	-	6	850	-	-			
4/Ш	1891	0,1740	2022	156	25,2	31,3	-	-	11	-	19	-	54	-
			2012	146	24,3	30,6	-	-	13	-	22	-	21	1
			2000	134	6,8	16,2	-	-	13	-	-	-	-	-
			1981	115	12,8	25,7	-	-	13	1	45	-	-	3
			1961	95	24,0	30,5	-	-	15	-	-	-	-	-
			1951	85	24,0	29,4	-	-	39	-	-	-	-	-
			1941	75	21,3	22,7	-	-	52	-	-	25	-	-
			1930	64	19,0	20,3	-	-	65	-	-	267	-	-
			1904	38	-	13,1	-	-	128	-	-	613	-	-
1891	25	-	8,6	-	-	150	-	5	933	-	-			
4/Е	1892	0,1420	2022	132	12,7	29,9	-	3	49	-	-	-	13	2
			2009	119	5,4	29,3	-	3	56	1	1	-	9	1
			1993	103	24,3	24,6	-	5	73	-	-	-	7	-
			1975	85	19,7	21,6	-	3	85	2	2	-	-	-
			1960	70	16,1	18,9	-	2	128	2	-	-	-	-
			1950	60	17,0	17,5	-	-	153	2	-	-	-	-
			1941	51	13,0	15,3	-	-	226	2	-	-	-	-
			1930	40	8,5	10,3	-	-	446	4	-	-	-	-
			1923	33	7,3	8,0	-	-	610	11	-	-	-	-
1910	20	-	5,3	-	-	1042	11	13	-	-	-			
4/Д	1892	0,1420	2022	132	11,1	18,3	-	12	54	-	-	-	32	-
			2009	119	22,4	24,8	-	11	64	-	2	-	75	-
			2005	115	8,8	21,5	-	-	69	-	-	-	-	-
			1999	109	25,7	26,1	-	6	88	-	4	-	-	-
			1975	85	-	7,2	-	-	103	-	-	-	-	-
			1970	80	-	6,7	-	-	108	-	-	-	-	-
			1965	75	-	6,4	-	-	112	-	-	-	-	-
			1950	60	13,0	16,4	-	-	193	4	3	-	-	-
			1935	45	4,9	16,1	-	-	428	4	-	1	-	-
1910	19	-	4,3	-	-	1842	10	18	-	-	-			
4/2	1962	0,1600	2022	124	29,8	35,2	45	26	6	11	-	-	18	-
			2015	117	29,6	34,7	45	9	14	11	-	-	0	-
			2009	111	27,8	39,0	47	1	14	11	-	-	-	-
			1997	99	13,3	24,0	48	-	-	11	-	-	-	-
			1987	89	7,0	7,8	48	-	-	-	-	-	-	-
			1962	64	3,6	19,9	56	2	22	27	3	1	-	-



Окончание табл. 1

Пробная площадь	Год закладки	Площадь, га	Год измерения	Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число деревьев, шт							
							Порода							
							Лс	Лп	С	Д	Б	Е	Кло	В
4/А	1892	0,1357	2022	132	10,2	25,7	-	12	53	-	-	-	-	-
			2016	126	9,5	26,9	-	10	56	-	-	-	-	-
			2005	115	13,7	28,5	-	-	63	-	14	-	-	-
			1993	103	13,4	21,7	-	-	65	-	34	-	-	-
			1988	98	13,3	20,9	-	-	66	-	-	-	-	-
			1970	80	3,7	19,1	-	1	78	5	3	1	-	2
			1960	70	3,5	16,3	-	1	83	1	2	3	-	2
			1950	60	3,1	11,5	-	1	152	1	1	14	-	1
			1935	45	6,5	10,6	-	-	336	-	1	-	-	-
1912	22	-	4,4	-	-	1502	9	4	472	-	-			
4/Б	1892	0,1410	2022	132	25,6	19,5	-	14	64	-	-	-	-	
			2005	115	27,9	29,4	-	10	74	-	-	-	-	
			1993	103	23,4	24,4	-	10	84	1	-	-	1	
			1988	98	12,8	12,7	-	13	85	-	-	-	-	
			1975	85	13,0	19,8	-	8	91	6	-	-	-	
			1960	70	18,0	19,0	-	4	97	-	-	-	-	
			1947	57	18,0	17,4	-	-	165	-	-	-	-	
			1941	51	17,9	17,0	-	-	251	-	-	-	-	
			1935	45	16,8	17,0	-	-	356	-	3	-	-	
1912	21	-	5,4	-	-	1419	17	6	-	-				
4/В	1892	0,1388	2022	132	26,8	29,9	-	1	30	-	-	-	14	
			2009	119	25,9	27,3	-	10	63	-	-	-	16	
			1999	109	17,6	17,2	-	9	67	-	-	-	43	
			1986	96	7,9	8,4	-	-	79	-	-	-	-	
			1970	80	5,6	5,2	-	-	83	-	-	-	-	
			1960	70	5,0	17,0	-	5	103	7	1	-	-	
			1950	60	4,8	14,1	-	4	154	5	1	-	-	
			1941	51	6,0	14,7	-	-	252	3	1	-	-	
			1930	39	-	10,0	-	-	509	8	1	-	-	
1912	21	-	4,4	-	-	1583	18	8	-	-				
4/Г	1892	0,1466	2022	131	17,9	24,3	-	9	5	4	17	-	-	
			2009	118	18,6	23,2	-	6	8	8	28	-	-	
			1975	84	19,9	20,9	-	-	20	11	81	-	-	
			1965	75	19,3	20,2	-	-	22	11	90	-	-	
			1960	69	18,6	18,2	-	-	22	11	97	-	-	
			1955	64	18,7	17,0	-	-	32	11	108	-	-	
			1950	59	17,5	16,1	-	-	33	20	119	-	-	
			1944	53	16,6	13,9	-	-	51	23	132	-	-	
			1931	40	-	8,8	-	-	100	44	214	1	-	
1914	23	-	3,5	-	-	119	1093	1332	4	-				

Примечание: Лс – лиственница; Лп – липа; С – сосна; Д – дуб; Б – береза; Е – ель; Кло – клен остролистный; В – вяз.

Подрост представлен, главным образом, кленом остролистным (*Acer platanoides*), в незначительном количестве встречаются липа мелколистная (*Tilia cordata*), дуб черешчатый (*Quercus robur*), лиственница сибирская (*Larix sibirica*), вяз глад-

кий (*Ulmus laevis*). Результаты учета подроста (табл. 2) показывают, что в насаждениях Лесной опытной дачи наблюдается активный процесс неморализации лесных сообществ за счет преобладания в молодом поколении широколиственных видов. Данный процесс, согласно трудам Д.В. Лежнева, Л.В. Стоноженко, С.А. Короткова, С.В. Ковальчука, В.Г. Югая, К.А. Жирновой, О.Ю. Приходько, О.Р. Федорова, Т.А. Бычковой и др. [10, 12–15], отмечается и на других лесных территориях Московского региона и близрасположенных областей.

Таблица 2

## Распределение подроста по состоянию и категориям крупности

Пробная площадь	Формула состава древостоя	Древесные породы в подросте	Количество подроста, шт./га	Распределение по состоянию			Распределение по категориям крупности								
				Жизнеспособный, шт./га	Сомнительный, шт./га	Нежизнеспособный, шт./га	Жизнеспособный			Сомнительный			Нежизнеспособный		
							Мелкий, шт./га	Средний, шт./га	Крупный, шт./га	Мелкий, шт./га	Средний, шт./га	Крупный, шт./га	Мелкий, шт./га	Средний, шт./га	Крупный, шт./га
4/Э	5С3Кл1Д1Б	Клен	517	372	62	83	368	0	4	62	0	0	82	0	1
4/Ю	3Лп2С4Кл1В	Клен	607	558	36	13	513	0	12	33	0	1	12	0	0
4/Ъ	6Лс2Б1Кл1Д	Клен	101	67	10	24	51	0	16	8	0	2	18	0	6
4/ь	6Кл2С1В1Д+Б едЛп	Клен, Вяз	365	274	40	51	257	8	9	38	1	1	48	1	2
4/Ъ	6С2Кл1Лп1Д+Б	Клен, Липа	367	249	59	59	244	0	5	58	0	1	58	0	1
4/Щ	6С4Б+Д	Клен	356	256	50	50	184	2	4	83	0	0	83	0	0
4/Ш	6Кл2С2Б	Клен, Липа	309	232	37	40	218	6	8	35	1	1	38	1	1
4/Е	7С2Кл1Лп+В	Клен, Липа	197	177	12	8	167	5	5	11	0	1	7	0	1
4/Д	6С3Кл1Лп	Клен	243	160	34	49	156	0	4	33	0	1	48	0	1
4/2	4Лс2Лп2Кл1С1Д	Клен, Липа, Лиственница	93	65	11	17	54	3	8	9	1	1	14	1	2
4/А	8С2Лп	Клен, Вяз	202	152	30	20	145	0	7	29	0	1	19	0	1
4/Б	8С2Лп	Клен, Липа, Дуб	198	134	32	32	128	1	5	30	1	1	30	1	1
4/В	7С3Кл едЛп	Клен, Вяз	250	180	20	50	174	0	6	19	0	1	48	0	2
4/Г	5Б3Лп1С1Д едВ	Клен, Липа	188	151	11	26	142	0	9	10	0	1	25	0	1

Во всех типах древостоев, по данным табл. 2, доля здорового подроста составляет более половины суммарного количества подроста. На постоянных пробных площадях 4/Ю, 4/Е, 4/Г на долю здорового подроста приходилось от 82 до 90 % его общего количества, тогда как на площадях 4/Б, 4/Ъ — не более 67 %. Наибольшее число жизнеспособного мелкого подроста наблюдается на пробных площадях 4/Ю, 4/Е, 4/Г, а среднего и крупного — на площадях 4/Б, 4/Ъ. Таким образом, на территории Лесной опытной дачи преобладает жизнеспособный мелкий подрост. Условием успешного естественного возобновления является наличие в пологе окон возобновления. На большинстве рассматриваемых постоянных пробных площадей подрост имеет групповое размещение.

Подлесок на всех изученных площадях представлен рябиной обыкновенной (*Sorbus aucuparia*), малиной обыкновенной (*Rubus idaeus*), лещиной обыкновенной (*Corylus avellana*), бересклетом бородавчатым (*Euonymus verrucosus*) и крушиной ломкой (*Frangula alnus*).

В живом напочвенном покрове выявлен 31 вид растений, наибольшей встречаемостью характеризовались: недотрога мелкоцветковая (*Impatiens parviflora*), кислица обыкновенная (*Oxalis acetosylla*), кочедыжник женский (*Athyrium filixfemina*), орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum*), щитовник мужской (*Dryopteris filixmas*) майник двулистный (*Maianthemum bifolium*), гравилат городской (*Geum urbifnum*), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*), ожика волосистая (*Luzula pilosa*), ландыш майский (*Convallaria majalis*), осока лесная (*Carex sylvatica*), копытень европейский (*Asarum europaeum*).

### Заключение

Древостои постоянных пробных площадей относятся к спелым и перестойным, поэтому в настоящее время наблюдается отпад крупномерных деревьев сосны и лиственницы. Ввиду большей долговечности лиственница отпадает медленнее по сравнению с сосной. В Лесной опытной даче Тимирязевской сельскохозяйственной академии преобладает естественное возобновление, представленное, главным образом, такими породами, как клен и липа. Всходы сосны, лиственницы, дуба, березы появляются на некоторых постоянных пробных площадях, но вскоре погибают из-за неблагоприятных условий. Подрост дуба также является неблагонадежным из-за поражения мучнистой росой. По результатам проведенного исследования можно судить о том, что наибольшим потенциалом среди широколиственных пород обладает клен и липа.

### Библиографический список

1. Егошина Д.С., Закамский В.А., Канашина Ю.А., Смоленцева Т.В., Шилоносова Н.Ю. Динамики естественного возобновления в местах интенсивной рекреации возле озер в зеленой зоне города // Инновационная наука, образование, производство и транспорт: экономика, менеджмент, география и геология, сельское хозяйство, архитектура и строительство, медицина и фармацевтика. Одесса: Куприенко Сергей Васильевич, 2018. С. 84–95. doi: 10.30888/978-617-7414-53-6.0-022
2. Зленко Л.В., Головина А.Н. Оценка успешности естественного лесовозобновления в разных типах леса // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2018. Т. 147. С. 33–35.
3. Феклистов П.А., Шаньгина Н.П., Торбик Д.Н. Естественное лесовозобновление в сосняках черничных, пройденных проходными рубками ухода // Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник. 2010. № 3. С. 150–153.
4. Шинтар Д.А., Юшкевич М.В. Естественное лесовозобновление на сплошных вырубках в условиях кисличной и орляковой серий типов леса // Состояние и перспективы развития лесного хозяйства: материалы Нац. науч.-практ. конф., Омск, 13–14 марта 2017 г. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2017. С. 43–47.
5. Коротков С.А., Ухов М.В. Оценка устойчивости лесных сообществ города Троицк (Новая Москва) в условиях возрастающей антропогенной нагрузки // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное состояние и перспективы: материалы II Всерос. (с междунар. участием) конф., приуроченной к 15-летию создания заповедника «Кологривский лес»,

Кологрив, 28–29 октября 2021 г. Кологрив: Государственный природный заповедник «Кологривский лес», 2021. С. 44–53.

6. *Наумов В.Д., Родионов Б.С., Гемонов А.В.* Сравнительная оценка почв и растительности на пробных площадях Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2014. № 2. С. 5–18.

7. *Никонов М.В.* К вопросу о методах содействия естественному лесовозобновлению главных пород // *Повышение эффективности использования и воспроизводства природных ресурсов: материалы науч.-практ. конф., Великий Новгород, 24–25 ноября 2016 г.* Великий Новгород: Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, 2016. С. 95–99.

8. *Дубенок Н.Н., Лебедев А.В., Кузьмичев В.В.* Изменение роста древостоев лиственницы в Москве по данным долговременных наблюдений // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2022. № 3. С. 56–61. doi: 10.31857/S2500262722030115

9. *Криницын И.Г., Лебедев А.В.* Экологическая характеристика местообитаний ценопопуляций липы сердцевидной и ели обыкновенной в заповеднике «Кологривский лес» // *Природообустройство*. 2019. № 3. С. 121–126. doi: 10.34677/1997-6011/2019-3-121-126

10. *Лежнев Д.В.* Возобновление под пологими сосняками и на вырубках в ближайшем Подмосковье // *Повышение эффективности лесного комплекса: материалы Восьмой Всерос. нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Петрозаводск, 24 мая 2022 г.* Петрозаводск: Петрозаводский государственный университет, 2022. С. 95–97.

11. *Лежнев Д.В.* Методики исследований естественного возобновления лесных экосистем // *Цифровые технологии в лесной отрасли: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 19–20 мая 2022 г.* Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2022. С. 130–138. doi: 10.34220/DTFI2022\_130-138

12. *Стоноженко Л.В., Коротков С.А., Ковальчук С.В., Югай В.Г., Жирнова К.А.* Возобновление широколиственных пород в национальном парке «Угра» // *Охрана и рациональное использование лесных ресурсов: материалы X Междунар. форума, Благовещенск — Хэйхэ, 05–06 июня 2019 г.* / Дальневосточный государственный аграрный университет; Управление лесного и степного хозяйства округа г. Хэйхэ, провинции Хэйлунцзян (КНР); Министерство лесного хозяйства и пожарной безопасности Амурской области. Благовещенск — Хэйхэ: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2019. Ч. 1. С. 162–165.

13. *Kiseleva V., Stonozhenko L., Korotkov S.* The dynamics of forest species composition in the Eastern Moscow Region // *Folia forestalia polonica*. 2020. Vol. 62. № 2. P. 53–67. doi: 10.2478/ffp-2020-0007

14. *Kiseleva V., Korotkov S., Stonozhenko L., Naidenova E.* Structure and regeneration of spruce forests as affected by forest management practices in the Moscow Region // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019. P. 012042. doi: 10.1088/1755-1315/226/1/012042

15. *Приходько О.Ю., Федоров О.Р., Бычкова Т.А.* Естественное лесовозобновление после выборочных рубок в лиственничных лесах Приморского края // *Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование*. 2021. № 4(52). С. 32–41. doi: 10.25686/2306-2827.2021.4.32

#### Об авторах:

*Лебедев Александр Вячеславович* — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства и лесоводства, Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, Российская Федерация, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; e-mail: alebedev@rgau-msha.ru  
ORCID: 0000-0002-8939-942X

*Гемонов Александр Владимирович* — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства и лесоводства, Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, Российская Федерация, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; e-mail: agemonov@yandex.ru  
ORCID: 0000-0002-2561-8179

*Волков Сергей Николаевич* — кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры лесоводства, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, 141005, Московская область, г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1; e-mail: vergasovser@mail.ru  
ORCID: 0000-0003-3760-4863

*Федорова Татьяна Александровна* — кандидат биологических наук, доцент, заместитель директора по учебной работе, аграрно-технологический институт, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: tafedorova18@mail.ru  
ORCID: 0000-0001-5294-4458

*Калмыкова Екатерина Сергеевна* — аспирант кафедры сельскохозяйственных мелиораций, Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, Российская Федерация, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; e-mail: k89253785828@yandex.ru  
ORCID: 0009-0006-6951-030X

*Канадин Олег Владимирович* — студент кафедры землеустройства и лесоводства, Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, Российская Федерация, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; e-mail: oleg.kanadin@gmail.com  
ORCID: 0009-0003-9876-6847

*Арещенко Валерия Романовна* — студент кафедры землеустройства и лесоводства, Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, Российская Федерация, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; e-mail: valeriaress78@gmail.com  
ORCID: 0009-0004-1914-3623



## Животноводство Animal breeding




DOI: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-385-398


EDN: NJKKSМ

УДК 636.929.4/.084

*Научная статья / Research article*

### Влияние янтарной кислоты *Acidum succinicum* на динамику роста шиншилл в постэмбриональном периоде

Н.А. Головачева  , И.Р. Селиванова , М.А. Чиченкова,  
П.А. Филатова, В.С. Антонова

<sup>1</sup>Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского,  
г. Москва, Российская Федерация  
 n.a.golovacheva@inbox.ru

**Аннотация.** В животноводстве особое внимание уделяется использованию биологических добавок и естественных метаболитов при разработке кормов, обеспечивающих продуктивность животных и повышающих сопротивляемость их организмов неблагоприятным воздействиям факторов внешней среды. Такие добавки активно влияют на обмен энергии в организме и не оказывают вреда даже в случае передозировки, что обусловлено отсутствием ксенобиотических эффектов, присущих большому количеству синтетических препаратов. Цель исследования — изучение динамики роста шиншилл на фоне применения препарата «Янтарная кислота форте». Эксперименты ставили на шиншиллах 55–61-суточного возраста. Шиншиллам опытной группы в течение 30 суток дополнительно к основному рациону задавали янтарную кислоту (*Acidum succinicum*) — 20 мг/кг живой массы: предварительно смешав препарат с незначительным количеством воды, индивидуально из шприца выпаивали шиншиллам. Динамику живой массы определяли с помощью индивидуального взвешивания животных в начале эксперимента при формировании групп, а затем через каждые десять дней — перед кормлением. Проводя анализ по основным продуктивным показателям, отметили прямую закономерность: использование янтарной кислоты в рационе молодняка шиншилл обуславливало увеличение скорости роста. Так, через 20 суток после начала эксперимента показатели абсолютного прироста живой массы подопытных щенков были на 32,07 % ( $p = 0,001$ ), а через 30 суток — на 45,34 % ( $p < 0,001$ ) больше, чем в контроле, где в системе кормления шиншилл использовали только основной рацион без дополнительного введения янтарной кислоты.

© Головачева Н.А., Селиванова И.Р., Чиченкова М.А., Филатова П.А., Антонова В.С., 2023



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

**Ключевые слова:** биологические добавки, естественные метаболиты, корма, продуктивность, живая масса, среднесуточный прирост, абсолютный прирост

**Заявление о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Янтарная кислота приобреталась в медицинской аптеке (форма выпуска: таблетки; порядок отпуска: без рецепта).

**История статьи:** поступила в редакцию 12 апреля 2023 г., принята к публикации 28 июня 2023 г.

**Для цитирования:** Головачева Н.А., Селиванова И.Р., Чиченкова М.А., Филатова П.А., Антонова В.С. Влияние янтарной кислоты *Acidum succinicum* на динамику роста шиншиллы в постэмбриональном периоде // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2023. Т. 18. № 3. С. 385—398. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-385-398

## Influence of succinic acid *Acidum succinicum* on chinchilla growth in postembryonic period

Natalia A. Golovacheva  , Irina R. Selivanova ,  
Margarita A. Chichenkova, Polina A. Filatova, Vera S. Antonova

K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management, *Moscow, Russian Federation*

\*n.a.golovacheva@inbox.ru

**Abstract.** In animal husbandry, special attention is paid to biological additives and natural metabolites used in the development of feeds that ensure productivity of animals and increase resistance to adverse environmental factors. Such additives actively influence energy metabolism and do not harm even in case of an overdose, due to the absence of xenobiotic effects inherent in a large number of synthetic drugs. The purpose of the research was to study growth dynamics of chinchillas against the background of drug «Succinic acid forte». The experiments were carried out on chinchillas 55–61 days old. At the same time, succinic acid (*Acidum succinicum*) was given to the chinchillas of the experimental group for 30 days in addition to the main diet — 20 mg/kg of live weight, pre-mixed with a small amount of water, then chinchillas were fed individually from the syringe. Determination of the dynamics of live weight was carried out using individual weighing of animals at the beginning of the experiment when forming groups, and then every ten days before feeding. When analyzing the main productive indicators, a direct pattern was noted — use of succinic acid in the diet of young chinchillas led to an increase in growth rate. So, 20 days after the start of the experiment, indicators of absolute gain in live weight of experimental animals were 32.07 % ( $p = 0.001$ ), and after 30 days — 45.34 % ( $p < 0.001$ ) more than in the control, where in the feeding of chinchillas, only the main diet was used without additional introduction of succinic acid.

**Keywords:** biological additives, natural metabolites, feed, productivity, live weight, average daily gain, absolute gain

**Conflicts of interest.** The authors declared no conflicts of interest. Succinic acid was purchased at a medical pharmacy (release form: tablets; release procedure: without prescription).

**Article history:** Received: 12 April 2023. Accepted: 28 June 2023.



**For citation:** Golovacheva NA, Selivanova IR, Chichenkova MA, Filatova PA, Antonova VS. Influence of succinic acid *Acidum succinicum* on chinchilla growth in postembryonic period. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023;18(3): 385—398. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-385-398

## Введение

Шиншилловодство характеризуется как отрасль животноводства по разведению грызунов, производящая мех при небольших затратах труда и средств [1, 2]. Изучение новых кормов и кормовых добавок для расширения кормовой базы животноводства никогда не теряет своей актуальности. Особенно важны разработки кормов, обеспечивающих продуктивность животных и сопротивляемость их организмов неблагоприятным воздействиям факторов внешней среды за счет биологических добавок и натуральных метаболитов, активно влияющих на энергообмен в организме [3–5], не оказывая вреда даже в случае передозировки, что обусловлено отсутствием отравляющего эффекта, присущего большому количеству искусственных препаратов [6].

Многими научными исследованиями зафиксированы уникальные свойства биологически активных веществ (БАВ), влияющих на физиологические функции живых организмов: на ускорение различных реакций, поддержание защитных сил, повышение сопротивляемости живого организма к неблагоприятным факторам [7, 8].

Среди таких эффективных и безопасных БАВ большой интерес вызывают органические кислоты, такие как фумаровая, лимонная, янтарная [9–12].

Янтарная кислота (*Acidum succinicum*) интересна своим воздействием на различные биообъекты от растений до высших животных [4, 12, 13]: выступает в качестве действенного антиоксиданта и адаптогена, оказывает антигипоксическое и нейротропное действие. Кроме того, приводит в норму обмен энергии и повышает интенсивность биосинтеза веществ при патологических состояниях в организме [4, 6, 14–20]. *Acidum succinicum* обладает пролонгированным действием и оказывает биостимулирующее влияние на организм даже в очень малых дозировках [6]. Кроме вышеуказанного, *Acidum succinicum* как универсальный антистрессовый препарат широко востребован в медицине, растениеводстве и животноводстве.

Установлена положительная эффективность воздействия *Acidum succinicum* на жизнеспособность, а также рост и развитие молодняка животных, стимуляцию функции воспроизводства и улучшения качества шкурок [13, 20, 21].

В животноводстве [4], в кролиководстве [13], а также в пушном звероводстве [23] были поставлены опыты с применением янтарной кислоты в рационах кормления различных животных. Однако, в схемах кормления шиншилл данных по применению этого препарата мы не нашли, в связи с этим тема исследований представляется достаточно актуальной.

**Цель исследования** — изучение динамики роста шиншилл на фоне применения препарата «Янтарная кислота форте».

## Материалы и методы исследований

Опыты проводили на шиншиллах, которые содержались в экспериментальном виварии кафедры биологии и биоинформатики МГУТУ им. К.Г. Разумовского. По принципу пар-аналогов из молодняка зверей в возрасте 55–61 суток мы имели возможность сформировать только две группы шиншилл (контроль и опыт). Щенки шиншилл размещались в клетках по 6 голов в каждой (рис. 1).

Научно-исследовательскую часть работы по апробации *Acidum succinicum* проводили по схеме, приведенной на рис. 2. В период проведения эксперимента (30 суток) соблюдались нормы по содержанию и кормлению животных, а также принципы биоэтики (ГОСТ 33215–2014). Доступ к воде у всех шиншилл был свободный, а основной рацион был составлен по зоотехническим нормам с учетом физиологического состояния, возраста и живой массы животных.



Рис. 1. Условия содержания шиншилл в контрольной группе (а) и опытной группе (б)  
Источник: фото Н.А. Головачевой

Fig. 1. Conditions for keeping chinchillas in the control group (a) and experimental group (b)  
Source: photo by N.A. Golovacheva

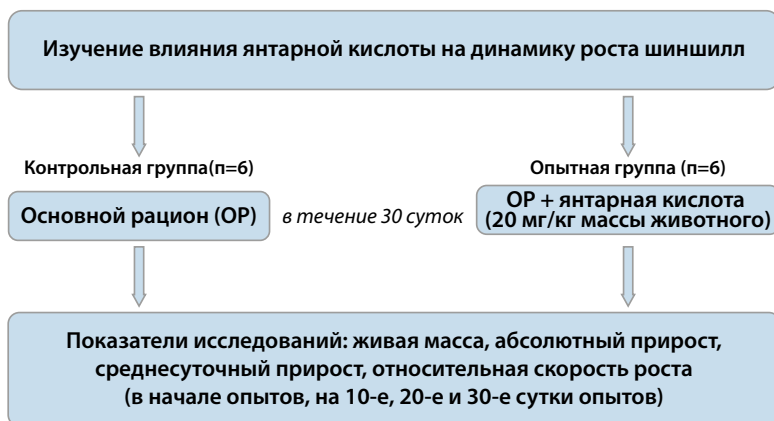
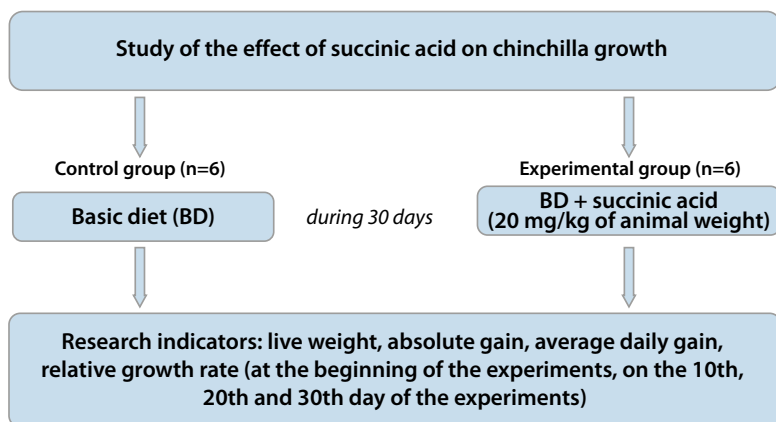


Рис. 2. Схема опытов по изучению эффективности применения янтарной кислоты на ростовые показатели шиншилл

Источник: общая разработка авторов статьи



**Fig. 2.** Scheme of experiments to study effect of succinic acid on growth indicators of chinchillas  
Source: general development of the authors of the article

Животные в обеих группах принимали основной рацион, состоящий из гранулированного комбикорма Little ONE «Зеленая долина» (производитель: Mealberry Group). При этом шиншиллам опытной группы в течение 30 суток дополнительно к основному рациону добавляли янтарную кислоту (производитель ООО «Квадрат-С») в количестве 20 мг/кг живой массы (ж.м.): предварительно смешав с небольшим количеством воды, индивидуально из шприца выпаивали ее шиншиллам (рис. 3, 4).



**Рис. 3.** Янтарная кислота  
Источник: фото Н.А. Головачевой  
**Fig. 3.** Succinic acid  
Source: photo by N.A. Golovacheva



**Рис. 4.** Индивидуальное выпаивание раствора янтарной кислоты шиншиллам  
Источник: фото Н.А. Головачевой  
**Fig. 4.** Individual feeding chinchillas with solution of succinic acid  
Source: photo by N.A. Golovacheva

Динамику живой массы определяли индивидуальным взвешиванием животных в начале эксперимента при формировании групп, а затем через каждые десять дней перед кормлением. По результатам взвешивания изучали показатели интенсивности роста щенков шиншилл: абсолютный и относительный прирост<sup>1</sup>.

Статистический анализ результатов изучения эффективности влияния кормов с добавлением янтарной кислоты на ростовые показатели шиншилл проводился с помощью программы StatTech v. 3.0.9. Учитывались средние арифметические величины  $M$  и стандартные отклонения  $SD$ . При сравнении количественных показателей использовался  $t$ -критерий Стьюдента.

### Результаты исследований и обсуждение

Мы установили положительное действие янтарной кислоты на ростовые показатели молодняка шиншилл, получавших препарат в составе рациона в течение 30 суток (рис. 5).

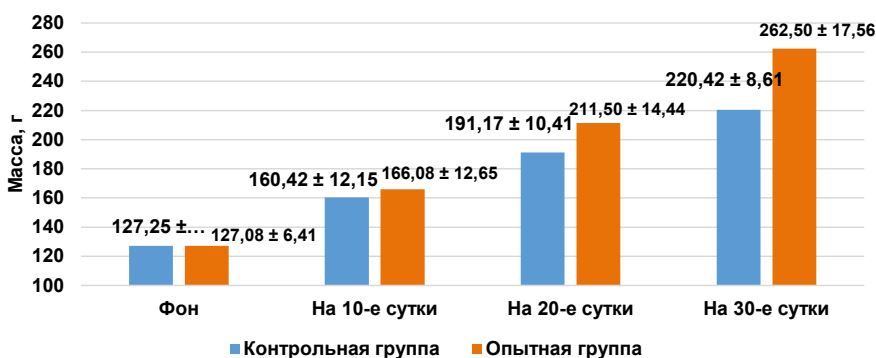


Рис. 5. Сравнительный анализ показателей живой массы опытной и контрольной групп шиншилл  
Источник: общая разработка авторов статьи

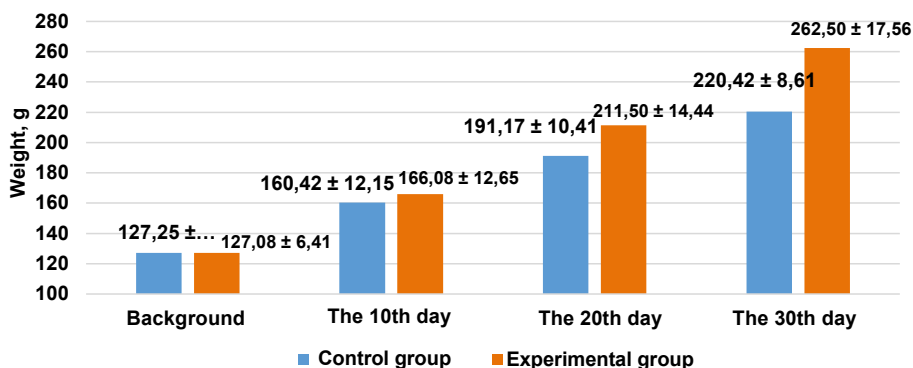


Fig. 5. Comparative analysis of live weight indicators of chinchillas from experimental and control groups  
Source: general development of the authors of the article

<sup>1</sup> Мацевский Я., Земба Ю. Генетика и методы разведения животных / под ред. Е.С. Платонова. М.: Высш. шк., 1988. 488 с.

На протяжении всего научного эксперимента щенки шиншилл в обеих группах активно и почти равномерно увеличивали живую массу. Так, в начале опытов живая масса щенков была примерно одинаковой и составляла  $127,25 \pm 12,02$  и  $127,08 \pm 6,41$  г в контрольной и опытной группах соответственно. Спустя 10 суток эксперимента достоверных различий ( $p = 0,398$ ) в показателях живой массы щенков опытной и контрольной групп не наблюдали. Вместе с тем, уже на 20-е сутки эксперимента при оценке живой массы в зависимости от группы мы выявили статистически значимые изменения ( $p = 0,013$ ). Если сравнивать с контрольной группой, живая масса подопытных грызунов увеличилась на 10,63 % и составляла  $211,50 \pm 14,44$  г. При анализе живой массы шиншилл спустя 30 суток в зависимости от группы выявлены статистически значимые различия ( $p < 0,001$ ) (используемый метод: парный t-критерий Стьюдента). В опытной группе животных этот параметр увеличился на 19,09 % по отношению к контрольной и составлял  $262,50 \pm 17,56$  г (табл. 1).

Таблица 1

**Изучение динамики живой массы молодняка шиншилл  
в период проведения эксперимента**

Группы животных	M ± SD	95 % ДИ	n	p
<b>ЖМ в начале эксперимента</b>				
Контрольная	$127,25 \pm 12,02$	114,63–139,87	6	0,971
Опытная	$127,08 \pm 6,41$	120,36–133,81	6	
<b>ЖМ на 10-е сутки эксперимента</b>				
Контрольная	$160,42 \pm 12,15$	147,67–173,16	6	0,398
Опытная	$166,08 \pm 12,65$	152,81–179,36	6	
<b>ЖМ на 20-е сутки эксперимента</b>				
Контрольная	$191,17 \pm 10,41$	180,24–202,10	6	0,013*
Опытная	$211,50 \pm 14,44$	196,35–226,65	6	
<b>ЖМ на 30-е сутки эксперимента</b>				
Контрольная	$220,42 \pm 8,61$	211,38–229,45	6	< 0,001*
Опытная	$262,50 \pm 17,56$	244,08–280,92	6	

Примечание. ЖМ – живая масса шиншилл, г; \* – различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ).

Table 1

**The study of live weight changes in young chinchillas during the experiment**

Group	M ± SD	95 % CI	n	p
<b>LW at the beginning of the experiment</b>				
Control	$127.25 \pm 12.02$	114.63–139.87	6	0.971
Experimental	$127.08 \pm 6.41$	120.36–133.81	6	
<b>LW on the 10th day of the experiment</b>				
Control	$160.42 \pm 12.15$	147.67–173.16	6	0.398
Experimental	$166.08 \pm 12.65$	152.81–179.36	6	
<b>LW on the 20th day of the experiment</b>				
Control	$191.17 \pm 10.41$	180.24–202.10	6	0.013*
Experimental	$211.50 \pm 14.44$	196.35–226.65	6	
<b>LW on the 30th day of the experiment</b>				
Control	$220.42 \pm 8.61$	211.38–229.45	6	< 0.001*
Experimental	$262.50 \pm 17.56$	244.08–280.92	6	

Note. LW – live weight of chinchillas, g; \* – differences in indicators are statistically significant ( $p < 0.05$ ).

Далее был проведен сравнительный анализ динамики абсолютных приростов шиншилл контрольной и опытной групп через 10, 20 и 30 суток опытов.

В абсолютных приростах между шиншиллами контрольной и опытной групп через 10 суток не удалось выявить статистически значимых различий ( $p = 0,074$ ). Однако, через 20 и 30 суток исследований отмечались статистически значимые отличия в значениях абсолютного прироста у шиншилл контрольной и опытной групп ( $p < 0,001$ ). Добавление к основному рациону янтарной кислоты в дозировке 20 мг/кг массы животного привело к увеличению абсолютных приростов через 20 суток на 32,07 % ( $p = 0,001$ ) у опытных щенков в сравнении с контрольной группой. В конце эксперимента показатели абсолютного прироста живой массы шиншилл опытной группы составили  $135,42 \pm 11,77$  г, что на 45,34 % больше по сравнению с контролем, где в кормлении зверьков использовали только основной рацион без добавления янтарной кислоты (табл. 2).

Таблица 2

**Анализ динамики абсолютных приростов молодняка шиншилл в опытной и контрольной группах (n = 6)**

Группы животных	Этапы наблюдения		p	Разница, %
	M ± SD	95 % ДИ		
АП на 10-е сутки эксперимента				
Контрольная	33,17 ± 4,16	28,81–37,53	0,074	↑ 4,92
Опытная	39,00 ± 7,61	31,01–46,99		
АП на 20-е сутки эксперимента				
Контрольная	63,92±4,72	58,97–68,87	0,001*	↑ 32,07
Опытная	84,42±8,39	75,62–93,22		
АП на 30-е сутки эксперимента				
Контрольная	93,17±5,70	87,19–99,15	< 0,001*	↑ 45,34
Опытная	135,42±11,77	123,07–147,76		

Примечание. АП – абсолютный прирост шиншилл, г; \* – различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ).

Table 2

**Dynamics of absolute gains in young chinchillas in experimental and control groups (n = 6)**

Group	Stages of observation		p	Difference, %
	M ± SD	95 % CI		
AG on the 10th day of the experiment				
Control	33.17 ± 4.16	28.81–37.53	0.074	↑ 4.92
Experimental	39.00 ± 7.61	31.01–46.99		
AG on the 20th day of the experiment				
Control	63.92 ± 4.72	58.97–68.87	0.001*	↑ 32.07
Experimental	84.42 ± 8.39	75.62–93.22		
AG on the 30th day of the experiment				
Control	93.17 ± 5.70	87.19–99.15	< 0.001*	↑ 45.34
Experimental	135.42 ± 11.77	123.07–147.76		

Note. AG – absolute gain in chinchillas, g; \* – differences in indicators are statistically significant ( $p < 0.05$ ).



Такие показатели (см. табл. 2) могут объясняться физиологией животных в результате активного роста организма в постэмбриональном периоде. Кроме того, полагаем, что данные результаты могут быть обусловлены благотворным воздействием янтарной кислоты (*Acidum succinicum*) на хорошую переваримость полезных питательных веществ корма и энергетический обмен самого организма [6, 13, 14, 16, 20].

К концу эксперимента у щенков шиншилл разница в среднесуточных приростах между опытной и контрольной группами составляла 74,06 % (табл. 3).

Таблица 3

**Динамика среднесуточных приростов молодняка шиншилл  
в опытной и контрольной группах**

Эксперимент, сут.	Разница в среднесуточных приростах, г		P	Увеличение, %
	Контроль	Опыт		
На 10-е утки	3,32 ± 0,42	3,90 ± 0,76	0,074	↑ 17,46
На 20-е сутки	3,08 ± 0,33	4,54 ± 0,61	0,004*	↑ 47,40
На 30-е сутки	2,93 ± 0,22	5,10 ± 0,55	< 0,001*	↑ 74,06

Примечание. \* – различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ).

Table 3

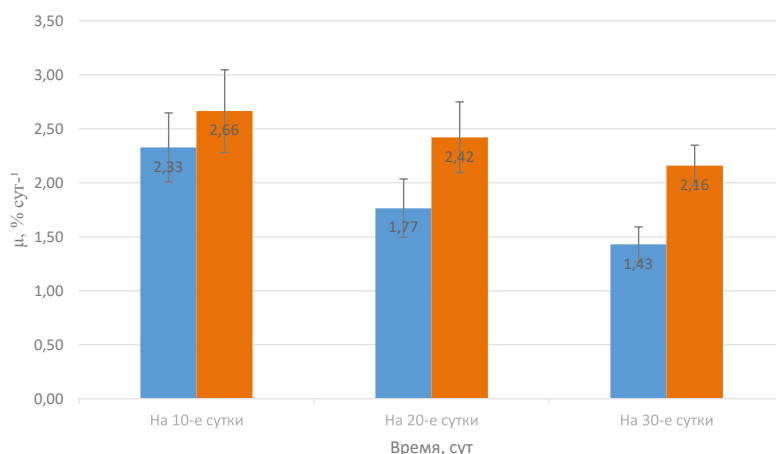
**Average daily gains of young chinchillas in experimental and control groups**

Experiment, days	Difference in average daily gains, g		P	Increase, %
	Control	Experiment		
The 10th day	3.32 ± 0.42	3.90 ± 0.76	0.074	↑ 17.46
The 20th day	3.08 ± 0.33	4.54 ± 0.61	0.004*	↑ 47.40
The 30th day	2.93 ± 0.22	5.10 ± 0.55	< 0.001*	↑ 74.06

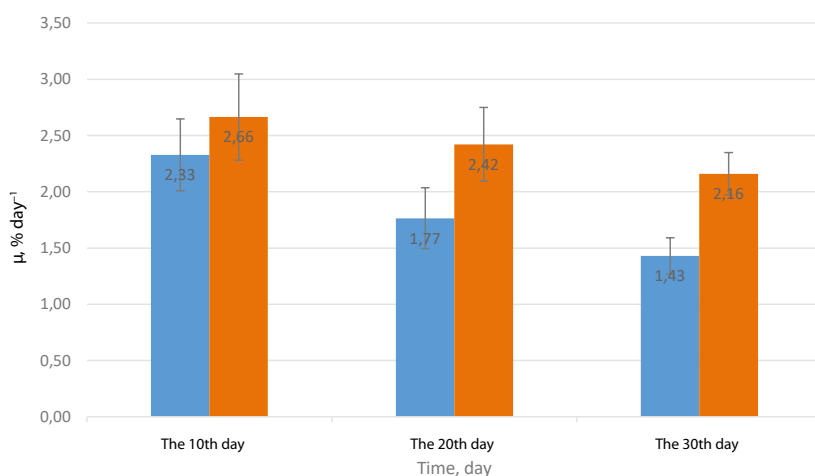
Note. \* – differences in indicators are statistically significant ( $p < 0.05$ ).

К 30-м суткам эксперимента скорость роста шиншилл снижалась в обеих группах. Однако, наибольшую относительную скорость роста имели шиншиллы экспериментальной группы, которые выпаивались водой с добавлением *Acidum succinicum* — 20 мг/кг ж. м. зверька. Впрочем, к 30 суткам относительная скорость роста шиншилл в этой группе была в 1,5 раза выше по отношению к контролю (рис. 6).





**Рис. 6.** Изучение динамики относительной скорости роста шиншилл, % сут<sup>-1</sup>  
 Источник: общая разработка авторов статьи



**Fig. 6.** Dynamics of relative growth rate of chinchillas, % day<sup>-1</sup>  
 Source: general development of the authors of the article

Сопоставляя результаты роста шиншилл опытной и контрольной групп, отметим, что у первых, в рацион которых на протяжении всего опыта была добавлена янтарная кислота (*Acidum succinicum*) в дозировке 20 мг/кг ж.м. зверька, он был более интенсивным. По итогам научно-исследовательского опыта средняя живая масса щенков в опытной группе составила  $262,50 \pm 17,56$  г, что на 19,09 % больше, чем у шиншилл в группе контроля. Такой результат может говорить о довольно хорошей поедаемости корма, а также определенном влиянии *Acidum succinicum* на физиологические функции растущего организма (рост, развитие) и нормализацию энергообмена. Данные нашего эксперимента согласуются с результатами

использования другими учеными в рационах кормления биологически активных веществ (БАВ), имеющих особенности антиоксидантного характера и снижающих окислительные процессы в кормах и организме [24]. Данные вещества, будучи натуральными метаболитами, поддерживают защитные силы и сопротивляемость организма животного к неблагоприятным факторам, обеспечивают сохранность молодняка на высоком уровне [13, 15, 25] и, как следствие, повышают его продуктивность.

## Заключение

Сравнительный анализ по основным продуктивным показателям показал прямую закономерность: использование янтарной кислоты (*Acidum succinicum*) в рационе молодняка шиншиллы обуславливало увеличение скорости роста. Так, через 20 суток после начала эксперимента показатели абсолютного прироста живой массы щенков опытной группы были на 32,07 % ( $p = 0,001$ ), а через 30 суток — на 45,34 % ( $p = < 0,001$ ) больше, чем в контроле, где в системе кормления шиншиллы использовали только основной рацион без добавления янтарной кислоты.

## Библиографический список

1. Гришин В.Н., Мусеева М.М. Шиншилловодство — перспективное направление пушного звероводства в России // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2008. № 4. С. 58–69.
2. Spotorno A.E., Zuleta C.A., Valladares J.P., Deane A.L., Jiménez J.E. Chinchilla lanigera // Mamm Species. 2004. № 758. P. 1–9.
3. Смоленцев С.Ю. Применение янтарной кислоты и ее производных в животноводстве: монография. Марийский государственный университет, 2013. 147 с.
4. Басанкин А.В. Фармако-токсикологическое обоснование применения янтарной кислоты в животноводстве и ветеринарии: автореф. дис. ... ветеринар. наук. Казань, 2007. 24 с.
5. Аникин А.С., Перов Н.Г., Кирилов М.П. Новая классификация кормовых средств России // Зоотехния. 2009. № 8. С. 12–14.
6. Карпухина Е.Г., Найденский М.С. Янтарная кислота — стимулятор для кроликов. Кролиководство и звероводство, 1997. № 3. С. 8–9.
7. Головачева Н.А., Никифоров-Никишин А.Л., Горбунов А.В., Козлов А.В., Ткачев А.В., Ткачева О.Л. Холлинские цеолиты в системе профилактики сальмонеллезной инфекции животных // Ветеринария. 2019. № 9. С. 19–22. doi: 10.30896/0042-4846.2019.22.9.19-22
8. Квартников М.П., Квартникова Е.Г., Мьяльдин А.Р., Киселев А.Л., Яхин А.Я. Степень влияния синтетических витаминов и микроэлементов на мясную продуктивность молодняка кроликов // Кролиководство и звероводство. 2020. № 1. С. 14–19. doi: 10.24411/0023-4885-2020-10102
9. Папуниди К.Х., Шагеев М.И. Влияние препарата «Янтарос плюс» на некоторые показатели крови поросят, больных рахитом // Экологические проблемы патологии, фармакологии и терапии животных: материалы междунар. конгр. сов. Воронеж, 1998. С. 238–239.
10. Мордакин В.Н., Захаров В.А., Торжков Н.И. Аскорбиновая, фумаровая и лимонная кислоты в рационах цыплят-бройлеров // Сб. науч. тр. Рязанской ГСХА. Рязань, 2005. С. 86–90.
11. Мударисов Р.М., Гималова Г.М. Использование препарата «СОТ» в кормлении лисиц // Кролиководство и звероводство. 2007. № 5. С. 7–8.
12. Цыганова Н.А., Воронкова Н.А., Дороненко В.Д., Балабанова Н.Ф. Влияние янтарной кислоты на фотосинтетическую активность яровой мягкой пшеницы // Вестник ОмГАУ. 2019. № 3 (35). С. 13–20.
13. Головачева Н.А., Козлов А.В., Климов В.А. Влияние янтарной кислоты на динамику живой массы кроликов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 5. С. 117–123.

14. Кондрашова М.Н. Выясненные и наметившиеся вопросы на пути исследования регуляции физиологического состояния янтарной кислоты // *Терапевтическое действие янтарной кислоты*. 1976. № 8. С. 30.
15. Канаян Л.Р., Акоюн В.И., Натишвили Н.Н., Саакян С.Г., Александрян К.М., Кочарян Е.Н. Действие янтарной кислоты на эмбриогенез при скармливании ее курам-несушкам // *Лекарственные и биологически активные вещества в животноводстве и ветеринарии*. Ереван, 1986. С. 54–57.
16. Бадовская Л.А., Унжаков А.Р. Перспективы применения янтарной кислоты в звероводстве // *Янтарная кислота в медицине, пищевой промышленности и сельском хозяйстве: материалы совещания*. Казань — Пушино, 1996.
17. Коваленко А.В., Белякова Н.В. Янтарная кислота: фармакологическая активность и лекарственные формы // *Фармация*. 2000. № 5–6. С. 40–43.
18. Басанкин А.В., Антипов В.А. Применение янтарной кислоты при микотоксикозах цыплят бройлеров // *Ветеринарная патология*. 2007. № 1. С. 185–187.
19. Демина Т.М., Растимешина О.В., Енгашев С.В., Мельниченко В.И. Влияние антиоксидантов эмицидина и эмисила на продуктивные качества норки // *Кролиководство и звероводство*. 2017. № 3. С. 18–21.
20. Головачева Н.А., Бычкова Л.И., Колдаева Е.М., Турчаков В.В. Клинико-биохимический статус крови кроликов при применении янтарной кислоты // *Вопросы кролиководства*. 2020. № 5–6. С. 52–56.
21. Тютюнник Н.Н., Кожевникова Л.К., Мелдо Х.И., Кондрашева М.Н., Бадовская Л.А., Унжаков А.Р. Оптимизация физиологического состояния и продуктивности норок янтарной кислотой // *Сельскохозяйственная биология*. 1999. № 4. С. 51–56.
22. Блохин Г.И., Блохина Т.В., Селюкова Е.Н. Янтарная кислота и воспроизводительные качества самок норок // *Аграрная наука*. 2007. № 4. С. 21–25.
23. Кокорина А.Е. Экономический эффект от применения добавки янтарной кислоты в рацион красной лисицы // *Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию ВНИИОЗ им. проф. Б.М. Житкова 22–25 мая 2012 г. / под общ. ред. В.В. Ширияева*. Киров, 2012. С. 453–454.
24. Пронина Н.В., Сухих О.Н., Окулова И.И., Беснятых О.Ю. Коррекция окислительного стресса у клеточных пушных зверей // *Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию ВНИИОЗ им. проф. Б.М. Житкова 22–25 мая 2012 г. / под общ. ред. В.В. Ширияева*. Киров, 2012. С. 323–324.
25. Козлов А.В., Головачева Н.А., Ткачев А.В., Попенко В.П. Новые ветеринарно-санитарные подходы к профилактике и лечению кокцидиоза шиншилл // *Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии*. 2020. № 2 (16). С. 59–65.

## References

1. Grishin VN, Moiseeva MM. Chinchilla breeding — the perspective direction of fur breeding in Russia. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2008;4:58–69. (In Russ.).
2. Spotorno AE, Zuleta CA, Valladares JP, Deane AL, Jiménez, JE. Chinchilla lanigera. *Mammalian Species*. 2004;2004(758):1–9. doi: 10.1644/758
3. Smolentsev SY. *Применение янтарной кислоты и ее производных в животноводстве* [The use of succinic acid and its derivatives in animal husbandry]. Yoshkar-Ola; 2013. (In Russ.).
4. Basanin AV. *Фармако-токсикологическое обоснование применения янтарной кислоты в животноводстве и ветеринарии* [Pharmaco-toxicological substantiation of the use of succinic acid in animal husbandry and veterinary science] [Dissertation]. Kazan; 2007; (In Russ.).
5. Anikin AS, Perov NG, Kirilov MP. The new classification of feedstuff's of Russia. *Zootechniya*. 2009;(8):12–14. (In Russ.).
6. Karpukhina EG, Naidensky MS. Succinic acid is a stimulant for rabbits. *Krolikovodstvo i zverovodstvo*. 1997;(3):8–9. (In Russ.).
7. Golovacheva NA, Nikiforov-Nikishin AL, Gorbunov AV, Kozlov AV, Tkachev AV, Tkacheva OL. Kholin's zeolites in the system of prevention of animal salmonella infection. *Veterinary medicine*. 2019;(9):19–22. (In Russ.). doi: 10.30896/0042-4846.2019.22.9.19-22
8. Kvarntnikov MP, Kvarntnikova EG, Myaldzin AR, Kiselev AL, Yakhin AY. Effect of the synthetic vitamins and microelements on the meat productivity of the young rabbits. *Krolikovodstvo i zverovodstvo*. 2020;(1):14–19. (In Russ.). doi: 10.24411/0023-4885-2020-00002
9. Papunidi KK, Shageev MI. Influence of the drug «Yantaros plus» on some blood parameters of piglets with rickets. In: *Ecological problems of pathology, pharmacology and therapy of animals: conference proceedings*. Voronezh; 1998. p.238–239. (In Russ.).

10. Mordakin VN, Zakharov VA, Torzhkov NI. Ascorbic, fumaric and citric acids in the diets of broiler chickens. *Scientific heritage of professor P.A. Kostychev in the theory and practice of modern agrarian science: conference proceedings*. Ryazan; 2005. p.86–90. (In Russ.).
11. Mudarisov RM, Gimalova GM. The use of preparation «SOT» in feeding foxes. *Krolikovodstvo i zverovodstvo*. 2007;(5):7–8. (In Russ.).
12. Tsyganova NA, Voronkova NA, Doronenko VD, Balabanova NF. The influence of succinic acid on the photosynthetic activity of spring soft wheat. *Vestnik of Omsk SAU*. 2019;(3):13–20. (In Russ.).
13. Golovacheva NA, Kozlov AV, Klimov VA. Influence of amberic acid on the dynamics of the living mass of rabbits. *Vestnik of Kursk state agricultural academy*. 2020;(5):117–123. (In Russ.).
14. Kondrashova MN. Clarified and outlined questions on the way of studying the regulation of the physiological state of succinic acid. In: *Therapeutic effect of succinic acid: conference proceedings*. Moscow; 1976. p.8–30. (In Russ.).
15. Kanayan LR, Akopyan VI, Natishvili NN, Sahakyan SG, Aleksandryan KM, Kocharyan EN. The effect of succinic acid on embryogenesis when fed to laying hens. In: *Medicinal and biologically active substances in animal husbandry and veterinary medicine*. Erevan; 1986. p.54–57. (In Russ.).
16. Badovskaya LA, Unzhakov AR. Prospects for the use of succinic acid in fur farming. In: *Succinic acid in medicine, food industry and agriculture*. Kazan-Pushchino; 1996. (In Russ.).
17. Kovalenko AV, Belyakova NV. Succinic acid: pharmacological activity and dosage forms. *Pharmacy*. 2000;(5–6):40–43. (In Russ.).
18. Basankin AV, Antipov VA. The use of succinic acid in mycotoxicoses. *Veterinary pathology*. 2007;(1):185–187. (In Russ.).
19. Demina TM, Ratimeshina OV, Melnichenko VI. Influence of antioxidants Emicidin and Emisil on productive quality of mink. *Krolikovodstvo i zverovodstvo*. 2017;(3):18–21. (In Russ.).
20. Golovacheva NA, Bychkova LI, Koldaeva EM, Turchakov VV. Clinical and biochemical status of rabbit blood when using succinic acid. *Voprosy krolikovodstva*. 2020;(5–6):52–56. (In Russ.).
21. Tyutyunnik NN, Kozhevnikova LK, Meldo KI, Kondrasheva MN, Badovskaya LA, Unzhakov AR. Optimization of the physiological state and productivity of minks with succinic acid. *Agricultural biology*. 1999;34(4):51–56. (In Russ.).
22. Blokhin GI, Blokhina TV, Selyukova EN. Amber acid and reproductive qualities of she-mink. *Agrarian science*. 2007;(4):21–25. (In Russ.).
23. Kokorina AE. The economic effect of succinic acid addition into the diet of red foxes. In: *Modern problems of nature management, hunting and fur farming: conference proceedings*. Kirov; 2012. p.453–454. (In Russ.).
24. Pronina NV, Sukhikh ON, Okulova II, Bespyatikh OY. Correction of oxidative stress in caged fur animals. *Modern problems of nature management, hunting and fur farming: conference proceedings*. Kirov; 2012. p.323–324. (In Russ.).
25. Kozlov AV, Golovacheva NA, Tkachev AV, Popenko VP. New veterinary-sanitary approaches to the prevention and treatment of chinchilla coccidiosis. *Actual issues in agricultural biology*. 2020;(2):59–65. (In Russ.).

#### Об авторах:

Головачева Наталья Алексеевна — кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры биологии и ихтиологии, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, Российская Федерация, 109004, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 73; e-mail: n.a.golovacheva@inbox.ru  
ORCID: 0000-0001-5832-927X

Селиванова Ирина Радиевна — кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры биологии и ихтиологии, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, Российская Федерация, 109004, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 73; e-mail: i.selivanova@mgut.ru  
ORCID: 0000-0002-3633-0840

Чиченкова Маргарита Александровна — студент факультета биотехнологий и рыбного хозяйства, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, Российская Федерация, 109004, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 73; e-mail: molekula00@inbox.ru

Филатова Полина Андреевна — студент факультета биотехнологий и рыбного хозяйства, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, Российская Федерация, 109004, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 73; e-mail: p\_filatova@mail.ru

*Антонова Вера Сергеевна* — студент факультета биотехнологий и рыбного хозяйства, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, Российская Федерация, 109004, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 73; e-mail: v\_antonoava\_@mail.ru

**About authors:**

*Golovacheva Natalia Alekseevna* — Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Department of Biology and Ichthyology, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management, 73 Zemlyanoy Val st., Moscow, 109004, Russian Federation; e-mail: n.a.golovacheva@inbox.ru  
ORCID: 0000-0001-5832-927X

*Selivanova Irina Radievna* — Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Department of Biology and Ichthyology, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management, 73 Zemlyanoy Val st., Moscow, 109004, Russian Federation; e-mail: i.selivanova@mgutm.ru  
ORCID: 0000-0002-3633-0840

*Chichenkova Margarita Alexandrovna* — Student, Faculty of Biotechnology and Fisheries, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management, 73 Zemlyanoy Val st., Moscow, 109004, Russian Federation; e-mail: molekula00@inbox.ru

*Filatova Polina Andreevna* — Student, Faculty of Biotechnology and Fisheries, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management, 73 Zemlyanoy Val st., Moscow, 109004, Russian Federation; e-mail: p.\_filatova@mail.ru

*Antonova Vera Sergeevna* — Student, Faculty of Biotechnology and Fisheries, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management, 73 Zemlyanoy Val st., Moscow, 109004, Russian Federation; e-mail: v\_antonoava\_@mail.ru



## Генетика и селекция животных Genetics and selection of animals




DOI: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-399-410

EDN: NKKQSA


УДК 575.174.015.3

*Обзорная статья / Review article*

### Частота встречаемости аллелей гена бета-лактоглобулина у разных пород крупного рогатого скота

Н.А. Худякова<sup>1</sup> , И.С. Кожевникова<sup>1,2</sup>  , А.О. Ступина<sup>1</sup> ,  
И.А. Классен<sup>1</sup> , И.В. Селькова<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук, г. Архангельск, Российская Федерация

<sup>2</sup>Северный арктический федеральный университет им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Российская Федерация  
 kogevnikovais@yandex.ru

**Аннотация.** Представлены и обобщены результаты научных исследований частоты встречаемости генотипов АА, АВ, ВВ и аллелей А и В молочного белка бета-лактоглобулина у крупного рогатого скота различных пород с 2010 по 2022 г. На территории РФ изучено маточное поголовье и быки-производители Республики Башкортостан, Татарстан, Псковской, Самарской и Архангельской областей, также быки-производители в Алтайском крае. Рассмотрено поголовье зарубежных стран: Италии, Индии и Чехии. К наиболее изученным относится черно-пестрая порода, имеются данные по симментальской и холмогорской породам крупного рогатого скота. Частота встречаемости в хозяйствах аллеля В среди маточного поголовья черно-пестрой породы составляет от 0,21 до 0,64, симментальской породы — от 0,42 до 0,65, холмогорской породы — от 0,60 до 0,70. Частота встречаемости аллеля В среди быков-производителей черно-пестрой породы составляет от 0,43 до 0,69. В большинстве хозяйств по качественным показателям молочной продуктивности лидирует генотип ВВ, а по количественным — генотип АВ. Однако в некото-

© Худякова Н.А., Кожевникова И.С., Ступина А.О., Классен И.А., Селькова И.В., 2023



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

рых хозяйствах по показателям удоя и белка превалирует генотип АА, также отмечается связь данного генотипа с высоким содержанием сухого обезжиренного молочного остатка и с устойчивостью к маститу. Необходимо дальнейшее углубленное изучение гена бета-лактоглобулина, так как новые данные позволят расширить представление о влиянии этого гена на хозяйственно-полезные признаки животных и позволит устранить противоречия в имеющихся данных.

**Ключевые слова:** молочное скотоводство, генотипирование, генотип, коровы, быки-производители, молочный белок

**Заявление о конфликте интересов.** Конфликт интересов отсутствует.

**Финансирование. Благодарности.** Работа подготовлена в рамках выполнения темы государственного задания ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН «Разработка системы производства полноценной и экологически безопасной продукции отрасли молочного животноводства в АЗ РФ на основе использования генотипированных племенных животных» (FUUW-2021–0005) (регистрационный номер — 121122800216–6).

**Вклад авторов:** Н.А. Худякова — анализ данных; И.С. Кожевникова, И.В. Селькова — написание статьи; А.О. Ступина, И.А. Классен — сбор данных.

**История статьи:** поступила в редакцию 28 февраля 2023 г.; принята к публикации 14 июля 2023 г.


**Для цитирования:** Худякова Н.А., Кожевникова И.С., Ступина А.О., Классен И.А., Селькова И.В. Частота встречаемости аллелей гена бета-лактоглобулина у разных пород крупного рогатого скота // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2023. Т. 18. № 3. С. 399–410. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-399-410

## Allelic frequency of beta-lactoglobulin gene in different cattle breeds

Natalya A. Khudyakova<sup>1</sup> , Irina S. Kozhevnikova<sup>1,2</sup>  ,  
Alexandra O. Stupina<sup>1</sup> , Inga A. Klassen<sup>1</sup> , Iya V. Selkova<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, *Arkhangelsk, Russian Federation*

<sup>2</sup>Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, *Arkhangelsk, Russian Federation*

 kogevnikovais@yandex.ru

**Abstract.** The results of research on the frequency of genotypes AA, AB, BB and alleles A and B of milk protein beta-lactoglobulin in various cattle breeds over the past decades were presented and summarized. The livestock of the following foreign countries was considered: Italy, India and the Czech Republic. Also, on the territory of the Russian Federation, breeding stock and sires of the Republic of Bashkortostan, Tatarstan, Pskov, Samara and Arkhangelsk regions, as well as sires in the Altai Territory, were studied. Black-and-White breed is the most studied one. Moreover, there are data on the Simmental and Kholmogory breeds of cattle. The frequency of allele B among the breeding stock of Black-and-White breed in farms ranged from 0.21 to 0.64. The frequency of allele B among the breeding stock of Simmental breed in farms ranged from 0.42 to 0.65. The frequency of



allele B among the breeding stock of Kholmogory breed in farms was from 0.60 to 0.70. The frequency of allele B among sires of Black-and-White breed ranged from 0.43 to 0.69. In most farms, BB genotype leads in terms of quality indicators of milk productivity, and AB genotype leads in quantitative indicators of milk productivity. However, in some farms, AA genotype prevails in terms of milk yield and protein, and this genotype is also associated with a high content of dry skimmed milk residue and resistance to mastitis. Thus, further in-depth study of the beta-lactoglobulin gene is necessary, since new data will expand the understanding of the effect of this gene on economically useful traits of animals and will eliminate contradictions in the available data.

**Key words:** dairy cattle breeding, genotyping, genotype, cows, sires, milk protein

**Conflicts of interest.** The authors declared no conflicts of interest.

**Acknowledgements.** The research was prepared as part of the state task of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences «Development of a system for the production of full-fledged and environmentally safe dairy products in the arctic zone of Russian Federation based on the use of genotyped breeding animals» (FUUW-2021–0005) (no. 121122800216–6).

**Author contributions:** N.A. Khudyakova analyzed the data; I.S. Kozhevnikova, I.V. Selkova wrote the paper; A.O. Stupina, I.A. Klassen performed the experiments.

**Article history:** Received: 28 February 2023. Accepted: 14 July 2023.

**For citation:** Khudyakova NA, Kozhevnikova IS, Stupina AO, Klassen IA, Selkova IV. Allelic frequency of beta-lactoglobulin gene in different cattle breeds. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023;18(3):399—410. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-399-410

## Введение

Применение актуальных генетических методов диагностики в отношении популяции крупного рогатого скота способствует повышению стандартов не только качества, но и пищевой ценности, а также технологических характеристик молочной продукции.

Использование зашифрованной в ДНК информации о полиморфизме генов, которые влияют на физические и химические показатели молока, представляет собой один из подходов к улучшению его состава и технологических свойств. Метод генотипирования, применяемый при селекционном отборе животных, обеспечивает возможность формирования поголовья с генетически предпочтительными вариантами генов, имеющими хозяйственную ценность.

Несомненно, на состав и биологические свойства влияет также и порода животного, условия ее содержания, кормления, стадия лактации и многое другое, однако генетические варианты, встречающиеся у животного, являются основой, на которой базируются все остальные эпигенетические факторы, что подтверждается в [1, 2].

Одним из изучаемых хозяйственно полезных генов молочных белков, вызывающий интерес у исследователей является ген бета-лактоглобулина [1].

Бета-лактоглобулин (LGB) является одним из основных белков молочной сыворотки. Он представляет собой глобулярный липокалиновый белок с молекулярной массой 18,4 кДа, который состоит из 162 аминокислотных остатков

и является доминирующим сывороточным белком в коровьем молоке при концентрации 2...4 г/л обезжиренного молока, что составляет примерно 60 % от общего количества сывороточного белка. Он синтезируется в эпителиальных клетках молочной железы из предшественников крови и обычно встречается в коровьем молоке, преимущественно в аллельных вариантах А и В, каждый из которых отличается двумя отдельными аминокислотными остатками. Физиологические функции бета-лактоглобулина остаются спорными, но могут включать транспорт и поглощение гидрофобных лигандов, регуляцию ферментов и неонатальный пассивный иммунитет, хотя его сверхэкспрессия у многих видов предполагает, что его основная роль в молоке может быть и питательной [3].

Аллели LGB А и В отличаются двумя аминокислотными заменами, а именно аспарагиновая кислота (А) в 64 позиции заменяется на глицин (В) и валин (А) в 118 позиции заменяется на аланин (В). Встречаемость аллельных вариантов у разных пород примерно одинакова и имеет различное влияние на свойства молока. Это связано с отличиями физико-химических свойств и более высокой экспрессией аллеля А [4].

**Цель исследования** — обобщение научных данных о частоте встречаемости генотипов и аллелей молочного белка бета-лактоглобулина у крупного рогатого скота различных пород, полученных исследователями за последние годы.

Нами был проведен анализ данных научных трудов российских и зарубежных ученых о полиморфных вариантах гена бета-лактоглобулина у крупного рогатого скота и частоты встречаемости аллелей А и В, а также частоты встречаемости генотипов АА, АВ, ВВ, по результатам составлены таблицы, где частота встречаемости генотипов указана в процентах, а частота встречаемости аллелей в долях. Результаты исследования представленных авторов охватывали 3 породы: черно-пеструю (n = 813 коров и 84 быка-производителя) [5–10, 11]; симментальскую (n = 177) [4, 12]; холмогорскую (n = 349) [12–14].

**Методология обзора.** Поиск осуществлялся в базах данных: Elibrary, Science Direct, Google Scholar — по следующим ключевым словам: крупный рогатый скот, порода, бета-лактоглобулин, генотип, аллель. Используемые статьи российских и зарубежных источников находятся в открытом доступе.

Наибольшее количество данных в доступной нам российской научной литературе представлено по черно-пестрой породе крупного рогатого скота. В исследованиях Н.В. Федотова и Г.С. Лозовой были получены результаты по частоте встречаемости аллеля гена бета-лактоглобулина в стаде СПК «Красное Знамя»: значительное преобладание гетерозиготного генотипа над гомозиготными у маточного поголовья. Частота встречаемости аллеля А составила 0,69. Самый высокий показатель содержания белка в молоке за все лактации выявили у коров с генотипом ВВ [5].

Наиболее масштабное исследование коров черно-пестрой породы в четырех хозяйствах провели В.А. Грашин и А.А. Грашин. В трех хозяйствах Самарской области: ЗАО «Луначарск», ПЗ «Дружба», АО «ПЗ «Кряж» преобладает генотип АВ (42,37, 58,57 и 58,34 % соответственно). Генотип АА (73,58 %) преобладал

в СПК им. Куйбышева. Авторы рассмотрели молочную продуктивность коров с разными генотипами, преимущество имели коровы с генотипом АА в ЗАО «Луначарск» и генотипом АВ в остальных хозяйствах. Самые высокие показатели по содержанию жира в молоке отмечены у животных с генотипом ВВ во всех хозяйствах, кроме ЗАО «Луначарск», здесь генотип АВ показал самые высокие значения. А по содержанию белка в молоке лидировали коровы с генотипом ВВ во всех представленных хозяйствах [6].

По данным И.А. Погорельского и М.В. Позовниковой, самый высокий показатель встречаемости показали генотип АВ (50,50 %) и аллель В (0,60). Гетерозиготный генотип лидировал по удою и содержанию жира, но имел самый низкий показатель белка в молоке [7].

Т.М. Ахметов и соавторы изучили полиморфизм гена бета-лактоглобулина среди маточного поголовья. Высокий показатель отмечен у коров с генотипом АВ, частота встречаемости аллеля В превышала частоту встречаемости А [8]. В другом исследовании Т.М. Ахметов получил следующие результаты: преобладание генотипа АВ и аллеля В [9].

М.А. Парамонова и Ф.Р. Валитов показали преобладание частоты встречаемости аллеля А (0,73) и генотипа АА (53,00 %), также у данного генотипа выявлены самая высокая доля белка в молоке, содержание и плотность сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), а массовая доля жира наивысшей была у коров с генотипом ВВ [10].

В исследовании И.Ю. Долматовой и соавторов по симментальской породе показано преобладание генотипа АВ (65,00 %), а гомозиготные генотипы между собой практически не различались. При этом авторы отметили наибольший удой у животных с генотипом АА, наименьший показатель — у генотипа ВВ, их разница составила 444 кг. Также авторы указали на отсутствие больших различий содержания белка в молоке во всех трех изучаемых группах [4].

Н.И. Павлова, В.В. Додохова с соавторами рассмотрели несколько пород: холмогорскую, симментальскую местной селекции, симментальскую австрийской селекции. Исследователи установили, что частота встречаемости аллеля В преобладает у холмогорской (0,60) и симментальской местной селекции (0,65) пород. У всех представленных пород выявлено преобладание генотипа АВ [12].

С.В. Тюлькин исследовал первотелок холмогорской породы и показал преобладание животных с генотипом АВ, а также, преобладание аллеля В. Наибольший удой имели коровы с генотипом АА, самое высокое содержание жира и белка — у животных с генотипом АВ, ВВ [14].

Авторы [13] изучали полиморфизм гена бета-лактоглобулина у коров холмогорской породы одного из хозяйств Архангельской области. Исследовано 147 голов, из которых 48 % оказались животными с генотипом ВВ. Аллель В доминировал над аллелем А.

Основные данные из проанализированных источников, касающихся исследований маточного поголовья, мы свели в табл. 1.

Таблица 1

**Частота встречаемости аллелей гена бета-лактоглобулина у маточного поголовья крупного рогатого скота в различных хозяйствах Российской Федерации**

Хозяйство, регион	Количество животных	Частота встречаемости генотипов, %			Частота встречаемости аллелей, доля от общего		Ссылка в списке литературы, авторы статьи
		AA	AB	BB	A	B	
<i>Черно-пестрая порода</i>							
СПК «Красное Знамя», Псковская область	132	<b>51,50</b>	34,10	14,10	<b>0,69</b>	0,31	[5], Федотова Н.В., Лозовая Г.С.
ЗАО «Луначарск», Самарская область	59	25,42	<b>42,37</b>	32,91	0,47	<b>0,53</b>	[6], Грашин В.А., Грашин А.А.
ПЗ «Дружба», Самарская область	70	28,57	<b>58,57</b>	12,86	<b>0,58</b>	0,42	
СПК им. Куйбышева, Самарская область	53	<b>73,58</b>	11,32	15,10	<b>0,79</b>	0,21	
АО «ПЗ «Кряж», Самарская область	60	6,67	<b>58,34</b>	35,00	0,36	<b>0,64</b>	
ЗАО Агрофирма «Победа», Псковская область	105	14,20	<b>50,50</b>	35,30	0,40	<b>0,60</b>	[7], Погорельский И.А., Позовникова М.В.
ООО «Дусым», Республика Татарстан	158	38,00	<b>46,20</b>	15,80	0,39	<b>0,61</b>	[8], Ахметов Т.М., Тюлькин С.В., Зарипов О.Г.
ООО им. Тукая, Республика Татарстан	107	13,10	<b>56,10</b>	30,80	0,41	<b>0,59</b>	[9], Ахметов Т.М., Тюлькин С.В., Валиуллина Э.Ф.
ООО «Агрофирма «Правда», Республика Башкортостан	69	<b>53,00</b>	39,00	8,00	<b>0,73</b>	0,27	[10], Парамонова М.А.
<i>Симментальская порода</i>							
ОПХ «Баймакское», Республика Башкортостан	71	18,00	<b>65,00</b>	17,00	0,51	0,49	[4], Долматова И.Ю., Гареева И.Т., Ильясов А.Г.
ООО «Агрофирма Немюгю» Хангаласского района	20	30,00	<b>55,00</b>	15,00	0,58	0,42	[12], Павлова Н.И., Додохов В.В., Филиппова Н.П., Куртанов Х.А.
СХПК Наяхы и СХПК «Усть-Алдан» Усть-Алданского района	86	13,00	<b>44,00</b>	43,00	0,35	<b>0,65</b>	
<i>Холмогорская порода</i>							
ООО «Агрофирма Холмогорская» Архангельская область	147	8,00	44,00	<b>48,00</b>	0,30	<b>0,70</b>	[13], Худякова Н.А., Кудрина М.А., Ступина А.О.
ООО «Кладовая Олекмы» Олекминского района и КФХ «Дайына» Намского района	38	18,00	<b>42,00</b>	40,00	0,40	<b>0,60</b>	[12], Павлова Н.И., Додохов В.В., Филиппова Н.П., Куртанов Х.А.
Республика Татарстан	164	12,20	<b>48,20</b>	39,60	0,36	<b>0,64</b>	[14], Тюлькин С.В.

Примечание. Полу жирным шрифтом выделены доминирующие генотипы и аллели.

Источник: составлено авторами данной статьи на основе проанализированных источников, ссылки на которые представлены в списке литературы.

**Allelic frequency of beta-lactoglobulin gene  
in breeding stock of cattle in various farms of the Russian Federation**

Farm, region	Number of animals	Genotype frequency, %			Allelic frequency, percentage of total		Link in the list of references, authors of the article
		AA	AB	BB	A	B	
<i>Black Pied breed</i>							
'Krasnoe Znamya', Pskov region	132	<b>51.50</b>	34.10	14.10	<b>0.69</b>	0.31	[5], Fedotova N.V., Lozovaya G.S.
'Lunacharsk', Samara region	59	25.42	<b>42.37</b>	32.91	0.47	<b>0.53</b>	[6], Grashin V.A., Grashin A.A.
'Druzhba', Samara region	70	28.57	58.57	12.86	<b>0.58</b>	0.42	
SPK im. Kujbysheva, Samara region	53	<b>73.58</b>	11.32	15.10	<b>0.79</b>	0.21	
'Kryazh', Samara region	60	6.67	<b>58.34</b>	35.00	0.36	<b>0.64</b>	
'Pobeda', Pskov region	105	14.20	<b>50.50</b>	35.30	0.40	<b>0.60</b>	[7], Pogorelskiy I.A., Pozovnikova M.V.
'Dusym', Republic of Tatarstan	158	38.00	<b>46.20</b>	15.80	0.39	<b>0.61</b>	[8], Ahmetov T.M., Tjulkin S.V., Zaripov O.G.
OOO im. Tukaya, Republic of Tatarstan	107	13.10	<b>56.10</b>	30.80	0.41	<b>0.59</b>	[9], Ahmetov T.M., Tjulkin S.V., Valiullina E.F.
'Pravda', Republic of Bashkortostan	69	<b>53.00</b>	39.00	8.00	<b>0.73</b>	0.27	[10], Paramonova M.A.
<i>Simmental breed</i>							
'Baymakscoe', Republic of Bashkortostan	71	18.00	<b>65.00</b>	17.00	<b>0.51</b>	0.49	[4], Dolmatova I., Gareeva I., Iliysov A.
'Agrofirma Nemyugyu' Khangalassky district	20	30.00	<b>55.00</b>	15.00	<b>0.58</b>	0.42	[12], Pavlova N., Dodokhov V., Filippova N., Kurtanov K.
'Ust'-Aldan' Ust-Aldansky district	86	13.00	<b>44.00</b>	43.00	0.35	<b>0.65</b>	
<i>Kholmogorskaya breed</i>							
'Agrofirma Holmogorskaya', Arkhangelsk region	147	8.00	44.00	<b>48.00</b>	0.30	<b>0.70</b>	[13], Khudyakova N.A., Kudrina M.A., Stupina A.O.
'Kladovaya Olekmy' Olekminsky district, 'Dajyyna', Namsky district	38	18.00	<b>42.00</b>	40.00	0.40	<b>0.60</b>	[12], Pavlova N., Dodokhov V., Filippova N., Kurtanov K.
Republic of Tatarstan	164	12.20	<b>48.20</b>	39.60	0.36	<b>0.64</b>	[14], Tyulkin S.V.

Note. Dominant genotypes and alleles are highlighted in bold.

Source: compiled by the authors of this article on the basis of analyzed sources, references to which are presented in the list of references.

V.A. Сарычев и А.И. Афанасьева исследовали быков-производителей черно-пестрой породы по полиморфизму гена бета-лактоглобулина на Барнаульском племпредприятии Алтайского края: по частоте встречаемости генотипов: АВ (48,90 %) и аллели А (57,50 %) [13]. Т.М. Ахметов и соавторы изучили полиморфизм гена бета-лактоглобулина среди быков-производителей: преобладал генотип ВВ, частота встречаемости аллеля В выше [8]. Полученные в [8, 13] данные мы обобщили в таблице 2.

**Частота встречаемости аллелей гена бета-лактоглобулина  
у быков-производителей**

Хозяйство, регион	Количество животных	Частота встречаемости генотипов, %			Частота встречаемости аллелей, доля от общего		Ссылка в списке литературы, авторы статьи
		AA	AB	BB	A	B	
<i>Черно-пестрая порода</i>							
АО «Племпредприятие «Барнаульское», Алтайский край	14	33,10	<b>48,90</b>	18,00	<b>0,57</b>	0,43	[11], Сарычев В.А., Афанасьева А.И.
ГУП ГПП «Элита», Республика Татарстан	70	12,90	37,10	<b>50,00</b>	0,31	<b>0,69</b>	[8], Ахметов Т.М., Тюлькин С.В., Зарипов О.Г.

*Примечание.* Полу жирным шрифтом выделены доминирующие генотипы и аллели.

*Источник:* составлено авторами данной статьи на основе проанализированных источников, ссылки на которые представлены в списке литературы.

Table 2

**Allelic frequency of beta-lactoglobulin gene in sires**

Farm, region	Number of animals	Genotype frequency, %			Allelic frequency, percentage of total		Link in the list of references, authors of the article
		AA	AB	BB	A	B	
<i>Black Pied breed</i>							
'Plempredpriyatie Barnaul'skoe', Altai Territory	14	33.10	<b>48.90</b>	18.00	<b>0.57</b>	0.43	[11], Sarychev V.A.
'Elita', Republic of Tatarstan	70	12.90	37.10	<b>50.00</b>	0.31	<b>0.69</b>	[8], Ahmetov T.M., Tjulkin S.V., Zaripov O.G.

*Note.* Dominant genotypes and alleles are highlighted in bold.

*Source:* compiled by the authors of this article on the basis of analyzed sources, references to which are presented in the list of references.

Полиморфизм гена бета-лактоглобулина исследовали и зарубежные ученые.

В Италии Р. Di Gregorio и соавторы изучили 326 голов крупного рогатого скота породы чинисара (cinisara). Частота встречаемости генотипов возрастала в следующем порядке: AA (6,1 %), AB (29,8 %) и BB (64,1 %). Частота встречаемости аллеля В (0,79) превышала аллель А (0,21). Авторы обнаружили зависимость генотипа BB с более высоким уровнем белка в сыре и как следствие влияние этого генотипа на индекс казеина и на удержание казеина в твороге. Также установили, что животные с генотипом AA производят больше молока, чем коровы с генотипами BB и AB [15].

В Индии исследователи Umesh Singh, Rajib Deb и др. изучили гибрид (сахивал × голштинская). Частота встречаемости генотипа BB (47,6 %) выше, чем генотипов AA (23,8 %) и AB (28,6 %). Авторы отметили, что наилучший показатель

общего и пикового удоя наблюдался у коров с генотипом АВ и ВВ, что в свою очередь противоречит остальным рассмотренным результатам в нашей статье. Ученые рекомендуют для повышения молочной продуктивности отбирать коров с генотипами АВ и ВВ, однако, они также говорят о том, что генотип АА устойчив к маститу [16].

Авторы J. Kyselova, K. Jecminkova и др. из Чехии провели исследование на породе флекфи (fleckvieh). Они получили следующие результаты: наиболее часто встречающимся оказались генотип АВ (46,5) и аллель В (0,51) [17].

## Заключение

В обзоре представлены результаты исследований учеными одного из ключевых генов-маркеров, влияющих на продуктивные качества коров — бета-лактоглобулина.

Полученные данные достаточно противоречивы, сложно отследить зависимость между генотипами и их влиянием на молочную продуктивность. Так, большинство авторов, исследуя ген бета-лактоглобулина, выявили наивысший уровень удоя у коров с генотипом АВ и выделили генотип АА как показатель, положительно влияющий на удой. Однако в одном из исследований отмечен наибольший удой у животных с генотипом ВВ.

Из представленных работ следует, что генотип ВВ в большинстве случаев оказывает благоприятное влияние на жировую и белковую составляющую сырого молока. У коров с генотипом АА молоко характеризуется высоким содержанием сухого обезжиренного молочного остатка, также данный генотип влияет на устойчивость к заболеванию вымени — маститу.

В процессе анализа научных данных мы отметили малую изученность гена бета-лактоглобулина в научной литературе с 2010 по 2022 г. Информация, представленная в открытых источниках, не столь однозначна. Следовательно, требуется углубленное изучение исследуемого гена для понимания его связи с продуктивными характеристиками молочного скота.

## Библиографический список

1. Рачкова Е.Н. Наследуемость молочной продуктивности в зависимости от полиморфизма гена бета-лактоглобулина // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2016. Т. 226. № 2. С. 209–213.
2. Покусай О., Кутровский В. Технологические свойства молока коров черно-пестрой породы с различными генотипами каппа-казеина и бета-лактоглобулина // Молочное и мясное скотоводство. 2011. № 5. С. 39–40.
3. Indyk H.E., Hart S., Meerkerk T., Gill B.D., Woollard D.C. The  $\beta$ -lactoglobulin content of bovine milk: Development and application of a biosensor immunoassay // International Dairy Journal. 2017. Vol. 73. P. 68–73. doi: 10.1016/j.idairyj.2017.05.010
4. Долматова И.Ю., Гареева И.Т., Ильясов А.Г. Влияние полиморфных вариантов гена бета-лактоглобулина крупного рогатого скота на молочную продуктивность // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2010. № 1. С. 18–22.
5. Федотова Н.В., Лозовая Г.С. Полиморфизм бета-лактоглобулина и оценка молочной продуктивности черно-пестрых коров разных генотипов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 6. С. 57–60.



6. Грашин В.А., Грашин А.А. Молочная продуктивность и технологические свойства молока, полученного от коров с разными генотипами по локусам генов каппа-казеина и бета-лактоглобулина // Проблемы биологии продуктивных животных. 2016. № 2. С. 20–31.
7. Погорельский И.А., Позовникова М.В. Полиморфизм гена бета-лактоглобулина (BLG) в стаде крупного рогатого скота черно-пестрой породы и взаимосвязь его генотипов с показателями молочной продуктивности // Генетика и разведение животных. 2014. № 1. С. 45–47.
8. Ахметов Т.М., Тюлькин С.В., Зарипов О.Г. Полиморфизм гена бета-лактоглобулина в стадах крупного рогатого скота // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2010. Т. 202. С. 36–41.
9. Ахметов Т.М., Тюлькин С.В., Валиуллина Э.Ф. Генотипирование коров по локусам каппа-казеина, бета-лактоглобулина и *blad*-мутации // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2011. Т. 205. С. 11–17.
10. Парамонова М.А. Роль полиморфизма генов молочных белков молока коров черно-пестрой породы Республики Башкортостан при производстве кисломолочного продукта ацидофилина // Агробиоинженерия 2021: сб. статей Всерос. конф.-конкурса молодых исследователей, Москва, 1 февраля — 30 апреля 2021 г. Москва: Мегapolis, 2021. С. 221–228.
11. Сарычев В.А., Афанасьева А.И. Взаимосвязь разных вариантов полиморфизма генов каппа-казеина (CSN3), бета-лактоглобулина (BLG), альфа лактоальбумина (LALBA) и лептина (LEP) с качественными и количественными показателями спермопродукции быков-производителей черно-пестрой породы // Проблемы репродуктивного здоровья животных и пути их решения: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посв. 95-летию каф. акушерства, гинекологии и биотехнологии размножения животных и 45-летию ветеринар. и науч.-практ. деятельности проф. Р.Г. Кузьмича, Витебск, 2–4 ноября 2022 г. Витебск: Витебская ордена «Знак Почета» гос. академия ветеринарной медицины, 2022. С. 126–130.
12. Павлова Н.И., Додохов В.В., Филиппова Н.П., Куртанов Х.А. Молекулярно-генетические исследования крупного рогатого скота Якутии для решения проблемы аллергии на молоко у детей // Амурский научный вестник. 2018. № 1. С. 65–69.
13. Худякова Н.А., Кудрина М.А., Ступина А.О. Частота встречаемости генотипов молочных белков у коров холмогорской породы // Молочная промышленность. 2022. № 12. С. 45–47. doi: 10.31515/1019-8946-2022-12-45-47
14. Тюлькин С.В. Молочная продуктивность и качество молока коров с разными генотипами бета-лактоглобулина // Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова. 2018. № 1. С. 258–259.
15. Di Gregorio P., Di Grigoli A., Di Trana A., Alabiso M., Maniaci G., Rando A., Valluzzi C., Finizio D., Bonanno A. Effects of different genotypes at the CSN3 and LGB loci on milk and cheese making characteristics of the bovine Cinisara breed // International Dairy Journal. 2017. V. 71. P. 1–5. doi: 10.1016/j.idairyj.2016.11.001
16. Singh U., Deb R., Kumar S., Singh R., Sengar G., Sharma A. Association of prolactin and beta-lactoglobulin genes with milk production traits and somatic cell count among Indian Frieswal (HF × Sahiwal) cows // Biomarkers and Genomic Medicine. 2015. V. 7. P. 38–42. doi: 10.1016/j.bgm.2014.07.001
17. Kyselová J., Ječmínková K., Matějčíková J., Hanuš O., Kott T., Štípková M., Krejčová M. Physicochemical characteristics and fermentation ability of milk from Czech Fleckvieh cows are related to genetic polymorphisms of  $\beta$ -casein,  $\kappa$ -casein, and  $\beta$ -lactoglobulin // Asian-Australas J Anim Sci. 2019. V. 32. P. 14–22. doi: 10.5713/ajas.17.0924

## References

1. Rachkova EN. The heritability of milk productivity depending on polymorphism gene beta-lactoglobulin. *Academic notes of Kazan state academy of veterinary medicine named after N. Bauman*. 2016;226(2):209–213. (In Russ.).
2. Pokusay O, Kutrovsky V. Technological properties of milk of high-productive golchтинизированный cows of black many-colored variety with different genotypes of kappa-kazeina and beta-lactoglobulina. *Journal of dairy and beef cattle breeding*. 2011;(5):39–40. (In Russ.).
3. Indyk HE, Hart S, Meerkerk T, Gill BD, Woollard DC. The  $\beta$ -lactoglobulin content of bovine milk: Development and application of a biosensor immunoassay. *International Dairy Journal*. 2017;73:68–73. doi: 10.1016/j.idairyj.2017.05.010

4. Dolmatova I, Gareeva I, Iliysov A. Effects of genetic variants of beta-lactoglobulin gene in cattle milk production. *Vestnik Bashkir state agrarian university*. 2010;(1):18–22. (In Russ.).
5. Fedotova NV, Lozovaya GS. Beta-lactoglobulin polymorphism and evaluation of milk productivity of black-and-white cows of different genotypes. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2011;(6):57–60. (In Russ.).
6. Grashin VA, Grashin AA. Dairy efficiency and technological properties of milk in cows with different genotypes at loci of kappa casein and beta-lactoglobulin. *Problems of productive animal biology*. 2016;(2):20–31. (In Russ.).
7. Pogorelskiy IA, Pozovnikova MV. Polymorphism of  $\beta$ -lactoglobulin gene in black and white cattle population and the effect of  $\beta$ -lactoglobulin gene on cow's milk productivity indicators. *Genetics and Breeding of Animals*. 2014;(1):45–47. (In Russ.).
8. Ahmetov TM, Tjulkin SV, Zaripov OG. Beta-lactoglobulin gene polymorphism in livestock herds. *Academic notes of Kazan state academy of veterinary medicine named after N. Bauman*. 2010;202:36–41. (In Russ.).
9. Ahmetov TM, Tjulkin SV, Valiullina EF. Studying of genotypes cows on loci kappa-casein, beta-lactoglobulin and blad-mutation. *Academic notes of Kazan state academy of veterinary medicine named after N. Bauman*. 2011;205:11–17. (In Russ.).
10. Paramonova MA. Role of genetic polymorphism of CSN3, ALA and LGB in black-and white cattle of Bashkortostan on yield and quality of acidophilin. In: *Agro Bio Engineering 2021: conference proceedings*. Moscow; 2021. p.221–228. (In Russ.).
11. Sarychev VA, Afanaseva AI. Relationship of different polymorphism variants of the kappa-casein (CSN3), beta-lactoglobulin (BLG), alpha-lactoalbumin (LALBA), and leptin (LEP) genes with qualitative and quantitative indicators of semen production of black-pied bulls. In: *Problems of reproductive health of animals and ways to solve them: conference proceedings*. Vitebsk; 2022. p.126–130. (In Russ.).
12. Pavlova N, Dodokhov V, Filippova N, Kurtanov K. Molecular genetic studies of Yakutia cattle for solving the problem of milk allergy in children. *Amurskii nauchnyi vestnik*. 2018;(1)65–69. (In Russ.).
13. Khudyakova NA, Kudrina MA, Stupina AO. Frequency of occurrence of milk protein genotypes in cows of the kholmogorsky breed. *Dairy industry*. 2022;(12): 45–47. (In Russ.). doi: 10.31515/1019-8946-2022-12-45-47
14. Tyulkin SV. Milk productivity and milk quality of cows with different beta-lactoglobulin genotypes. *International scientific-practical conference dedicated to the memory of Vasily Matveyevich Gorbatov*. 2018;(1):258–259. (In Russ.).
15. Di Gregorio P, Di Grigoli A, Di Trana A, Alabiso M, Maniaci G, Rando A, et al. Effects of different genotypes at the CSN3 and LGB loci on milk and cheese making characteristics of the bovine *Cinisara* breed. *International Dairy Journal*. 2017;71:1–5. doi: 10.1016/j.idairyj.2016.11.001
16. Singh U, Deb R, Kumar S, Singh R, Sengar G, Sharma A. Association of prolactin and beta-lactoglobulin genes with milk production traits and somatic cell count among Indian Frieswal (HF  $\times$  Sahiwal) cows. *Biomarkers and Genomic Medicine*. 2015;7(1):38–42. doi: 10.1016/j.bgm.2014.07.001
17. Kyselova J, Jecminkova K, Matejickova J, Hanus O, Kott T, Stipkova M, et al. Physicochemical characteristics and fermentation ability of milk from Czech Fleckvieh cows are related to genetic polymorphisms of  $\beta$ -casein,  $\kappa$ -casein, and  $\beta$ -lactoglobulin. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2019;32(1):14–22. doi: 10.5713/ajas.17.0924

#### Об авторах:

Худякова Наталья Александровна — кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории инновационных технологий в АПК, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук, Российская Федерация, 163032, г. Архангельск, п. Луговой, д. 10; e-mail: nata070707hudyakova@yandex.ru  
ORCID: 0000-0003-1302-2965 SPIN: 3906–2286

Кожевникова Ирина Сергеевна — кандидат биологических наук, заведующий лабораторией инновационных технологий в АПК, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук, Российская Федерация, 163032, г. Архангельск, п. Луговой, д. 10; доцент кафедры биологии человека и биотехнических систем, Северный арктический федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Российская Федерация, г. Архангельск, Набережная Северной Двины, д. 17; e-mail: kogechnikovais@yandex.ru  
ORCID: 0000-0001-7194-9465 SPIN: 2441–2363

*Ступина Александра Олеговна* — младший научный сотрудник лаборатории инновационных технологий в АПК, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук, Российская Федерация, 163032, г. Архангельск, п. Луговой, д. 10; e-mail: sashastupina6@gmail.com

ORCID: 0000-0001-7664-3684

*Классен Инга Андреевна* — младший научный сотрудник лаборатории инновационных технологий в АПК, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук, Российская Федерация, 163032, г. Архангельск, п. Луговой, д. 10; e-mail: klassening@gmail.com

ORCID: 0000-0002-4421-6087

*Селькова Ия Витальевна* — научный сотрудник лаборатории иммуногенетической экспертизы, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук, Российская Федерация, 163032, г. Архангельск, п. Луговой, д. 10; selkova2458@bk.ru

ORCID: 0009-0001-5486-6120

#### **About authors:**

*Khudyakova Natalya Alexandrovna* — Candidate of Agricultural Sciences, Researcher, Laboratory of Innovative Technologies in the Agroindustrial Complex, N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 10 Lugovoy vil., Arkhangelsk, 163032, Russian Federation; e-mail: na-ta070707hudyakova@yandex.ru

ORCID: 0000-0003-1302-2965 SPIN: 3906–2286

*Kozhevnikova Irina Sergeevna* — Candidate of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Innovative Technologies in the Agroindustrial Complex, N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 10 Lugovoy vil., Arkhangelsk, 163032, Russian Federation; Associate Professor, Department of Human Biology and Biotechnical Systems, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, 17 Severnoy Dviny embankment, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation; e-mail: kogechnikovais@yandex.ru

ORCID: 0000-0001-7194-9465 SPIN: 2441–2363

*Stupina Alexandra Olegovna* — Junior Researcher, Laboratory of Innovative Technologies in the Agroindustrial Complex, N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 10 Lugovoy vil., Arkhangelsk, 163032, Russian Federation; e-mail: sashastupina6@gmail.com

ORCID: 0000-0001-7664-3684

*Klassen Inga Andreevna* — Junior Researcher, Laboratory of Innovative Technologies in the Agroindustrial Complex, N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 10 Lugovoy vil., Arkhangelsk, 163032, Russian Federation; e-mail: klassening@gmail.com

ORCID: 0000-0002-4421-6087

*Selkova Iya Vitalievna* — Researcher, Laboratory of Immunogenetic Expertise, N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 10 Lugovoy vil., Arkhangelsk, 163032, Russian Federation; e-mail: selkova2458@bk.ru

ORCID: 0009-0001-5486-6120



## Ветеринария Veterinary science


DOI: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-411-417

EDN: RIMTJB

УДК 619:616.98:5786636.22/28

*Научная статья / Research article*

### Эффективность COP-протокола при средостенной лимфоме у кошек с прогрессивной вирусной лейкемией, принимавших ралтегравир

А.П. Зенченкова<sup>1</sup>  , Ю.А. Ватников<sup>2</sup> <sup>1</sup>ООО КВМ «Лебеди», г. Москва, Российская Федерация<sup>2</sup>Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация [a.zenchenkova@vetlebedi.ru](mailto:a.zenchenkova@vetlebedi.ru)

**Аннотация.** Лимфома средостения — часто встречающееся заболевание как в гуманитарной, так и ветеринарной медицине, при этом данное заболевание часто диагностируют в популяции кошек, больных вирусной лейкемией (ЛК). Наличие вируса лейкемии кошек (ВЛК) считается негативным прогностическим фактором для больных животных. Цель ретроспективного исследования, включавшего 5 ВЛК-положительных кошек с подтвержденной средостенной лимфомой и прогрессивной формой вирусной ЛК, — изучение ответа ВЛК-положительных кошек на стандартный химиотерапевтический протокол: циклофоспамид 250 мг/м<sup>2</sup> в/в, винкристин 0,5 мг/м<sup>2</sup> в/в, преднизолон 20...40 мг/м<sup>2</sup> п/о (COP), продолжительности жизни животных и побочных эффектов, связанных с химиотерапевтическим лечением. Все исследуемые кошки получали ралтегравир («Исентресс», MSD, США) п/о в дозе 20 мг/кг каждые 12 ч. Улучшение клинических признаков, ассоциированных со средостенной лимфомой, наблюдали после 3-го курса химиотерапии. Уровень клинического ответа составил 80 % (40 % — полная ремиссия, 40 % — частичный ответ, 20 % — отсутствие положительной динамики). Средняя продолжительность жизни ВЛК-положительных кошек, получавших химиотерапевтическое лечение против средостенной лимфомы, составила 1091,2 день, максимальная продолжительность жизни — 1364 дня, минимальная — 775 дней. Уровень клинического ответа, а также продолжительность жизни больных кошек оказались выше, чем в предыдущих исследованиях. Вероятно, это связано с приемом ралтегравира, способного снизить вирусную нагрузку при вирусной ЛК и таким образом контролировать течение прогрессивной инфекции. Побочные эффекты были обнаружены у 100 % ВЛК-положительных кошек, при этом анорексия — у двух (60 %), рвота — у двух (40 %), нейтропения — у четырех (80 %), тромбоцитопения — у всех кошек (100 %), анемия — у трех (60 %) и азотемия — у одной (20 %). В целом эффективность COP-протокола была удов-

© Зенченкова А.П., Ватников Ю.А., 2023

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

летворительной, что позволяет ветеринарным специалистам предлагать химиотерапевтическое лечение владельцам ВЛК-положительных кошек, больных средостенной лимфомой, если владелец не склонен выбирать эвтаназию больного животного.

**Ключевые слова:** онкология, лейкоз, антиретровирусная терапия, химиотерапия, анемия, мелкие домашние животные

**Заявление о конфликте интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов. Владелец исследуемых животных приобретали лекарственные препараты самостоятельно в частных аптеках г. Москвы.

**История статьи:** поступила в редакцию 19 июля 2023 г., принята к публикации 21 августа 2023 г.


**Для цитирования:** Зенченкова А.П., Ватников Ю.А. Эффективность COP-протокола при средостенной лимфоме у кошек с прогрессивной вирусной лейкемией, принимавших ралтегравир // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2023. Т. 18. № 3. С. 411–417. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-411-417

## Efficacy of COP-based protocol used with raltegravir in treatment of cats with mediastinal lymphoma and progressive viral leukemia

Anna P. Zenchenkova<sup>1</sup>  , Yury A. Vatnikov<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Veterinary Center 'Lebedi', Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>RUDN University, Moscow, Russian Federation

 a.zenchenkova@vetlebedi.ru

**Abstract.** Mediastinal lymphoma is a common disease in both human and veterinary medicine and is frequently diagnosed in cats infected with feline leukemia virus. The disease is considered a negative prognostic factor for affected animals. The retrospective research included 5 FeLV-positive cats with confirmed mediastinal lymphoma and progressive viral leukemia. The purpose was to study the response of FeLV-positive cats to standard chemotherapy protocol: cyclophosphamide 250 mg/m<sup>2</sup> IV, vincristine 0.5 mg/m<sup>2</sup> IV, prednisolone 20...40 mg/m<sup>2</sup> orally (COP), survival of animals and side effects associated with chemotherapeutic treatment. All studied cats received raltegravir (Isentress, MSD, USA) orally at a dose of 20 mg/kg every 12 hours. Improvement in clinical signs associated with mediastinal lymphoma was observed after the 3rd course of chemotherapy. The clinical response rate was 80 % (40 % full remission, 40 % partial remission, 20 % unchanged status). The average lifespan of FeLV-positive cats treated with chemotherapy for mediastinal lymphoma was 1091.2 days, with a maximum lifespan of 1364 days and a minimum lifespan of 775 days. Rate of clinical response, as well as lifespan expectancy of affected cats, was higher than in previous studies. This is probably due to raltegravir, which can reduce the viral load and thus control the course of progressive infection. Side effects were found in 100 % of FeLV-positive cats: with anorexia — in two animals (60 %), vomiting — in two (40 %), neutropenia — in four (80 %), thrombocytopenia — in all cats (100 %), anemia — in three (60 %) and azotemia — in one animal (20 %). Overall, the efficacy of the COP protocol was satisfactory, and chemotherapy treatment can be offered to owners of FeLV-positive cats with mediastinal lymphoma, if the owner is reluctant to opt for euthanasia of the affected animal.

**Keywords:** oncology, leukemia, antiretroviral therapy, chemotherapy, anemia, small pets

**Conflicts of interest.** The authors declared no conflicts of interest. The owners of the studied animals purchased medications on their own in private pharmacies in Moscow.

**Article history:** Received: 19 July 2023. Accepted: 21 August 2023

**For citation:** Zenchenkova AP, Vatnikov YA. Efficacy of COP-based protocol used with raltegravir in treatment of cats with mediastinal lymphoma and progressive viral leukemia. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023; 18(3):411–417. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-411-417

## Введение

Лимфома средостения является одним из самых распространенных онкологических заболеваний, приводящих к гибели мелких домашних животных [1]. При этом осложнения, вызванные вирусной лейкемией кошек (ЛК), увеличивают вероятность возникновения лимфомы приблизительно в 60 раз, и средостенная лимфома является наиболее часто диагностируемым видом ВЛК-ассоциированных лимфом [2]. Следует отметить, что клинические признаки, ассоциированные со средостенной лимфомой, отражают респираторный дистресс, связанный с наличием плеврального выпота в грудной полости, и, как следствие, могут приводить к гибели животного [3].

В ветеринарной литературе описано несколько химиотерапевтических протоколов, используемых для лечения лимфомы у кошек [4]. При этом как уровень клинического ответа, так и продолжительность жизни кошек, больных лимфомой, не имели значимых отличий при использовании протокола COP (циклофосфамид, винкристин и преднизолон) и Висконсин — Мэдисон протокола (аспарагиназа, преднизолон, циклофосфамид, доксорубин) [5]. Побочные эффекты, ассоциированные с химиотерапевтическим лечением, развиваются через 24...48 ч после начала терапии, а также через 2...14 дней в случае отложенного действия препаратов [6].

Прогрессивная форма вирусной ЛК — причина развития таких сопутствующих патологий, как нарушение гемопоэза, возникновение онкологических заболеваний и развитие иммуносупрессивных состояний [7]. В связи с риском развития данных патологий инфицированным кошкам все чаще назначают ралтегравир («Исентресс», MSD, США). Ралтегравир является ингибитором фермента интегразы вируса иммунодефицита человека (ВИЧ), влияет на встраивание вируса в геном клетки-хозяина и обладает схожим действием на интегразу вируса лейкемии кошек (ВЛК) [8]. Вместе с этим имеются исследования, доказывающие эффективность ралтегравира при снижении уровня вирусной нагрузки ВЛК, что в свою очередь влияет на течение вирусной ЛК и клинические признаки, ассоциированные с заболеванием [9].

Таким образом, **исследование** проведено с **целью** изучения уровня клинического ответа ВЛК-положительных кошек с прогрессивной инфекцией, больных средостенной лимфомой и принимавших ралтегравир при протоколе COP, а также изучения побочных эффектов и продолжительности жизни исследуемых животных.

## Материалы и методы исследования

В исследование включили 5 ВЛК-положительных кошек с прогрессивной инфекцией, наблюдавшихся в одной из частных ветеринарных клиник г. Москвы в период с июня 2022 г. по июнь 2023 г. Задokumentированы следующие критерии исследования: пол; возраст; порода; репродуктивный статус; уровень клинического ответа на химиотерапевтическое лечение; побочные эффекты, связанные с проведенной химиотерапией; продолжительность жизни (в днях) с учетом проведенной химиотерапии.

Прогрессивная форма течения вирусной ЛК была подтверждена с помощью положительных результатов исследований полимеразной цепной реакцией (ПЦР) и иммуноферментным анализом (ИФА), проведенных дважды с интервалом 3 месяца. В связи с прогрессивной инфекцией все кошки получали ралтегравир п/о 20 мг/кг



каждые 12 ч. Контроль вирусной ЛК, а именно анемии и иммуносупрессии, у всех животных был удовлетворительным.

Средостенная лимфома у исследуемых кошек была подтверждена с специфической клинической картиной, характеризовавшейся гидротораксом и респираторным дистрессом, а также с помощью специфической диагностики — рентгеноисследования грудной клетки, цитологического исследования выпотной жидкости и компьютерной томографии (КТ) грудной клетки с введением контрастного вещества и биопсии патологического материала с дальнейшим его гистологическим исследованием [10]. В связи с окончательным диагнозом «средостенная лимфома» все кошки получали химиотерапевтическое лечение по протоколу COP: циклофосфамид («Эндоксан», Baxter, США) 250 мг/м<sup>2</sup> в/в, винкристин («Винкристин-Тева», Teva, Израиль) 0.5 мг/м<sup>2</sup> в/в, преднизолон («Преднизолон Эльфа», Elfa, Россия) 20...40 мг/м<sup>2</sup> п/о [11]. Четырем исследуемым животным (80 %) было проведено 5 курсов протокола COP и одной кошке (20 %) — 3 курса.

## Результаты исследования и обсуждение

Лимфома до сих пор представляет большую проблему для ветеринарной медицины по всему миру. Так, ее диагностика часто затруднена, а возможности терапии ограничены. Тем не менее, химиотерапевтический протокол COP — один из наиболее перспективных протоколов терапии лимфомы, особенно для кошек, больных вирусной ЛК [5].

Ретроспективный анализ химиотерапевтического протокола COP, который получали ВЛК-положительные кошки с прогрессивной инфекцией, принимавшие ралтегравир в качестве препарата, контролировавшего вирусную нагрузку ВЛК, продемонстрировал следующие результаты.

Исследование включало 5 ВЛК-положительных кошек (табл. 1), при этом все животные (100 %) были кастрированы, три кошки (60 %) были самцами и две (40 %) — самками. Средний возраст диагностики средостенной лимфомы составлял 719,2 дня (минимальный возраст — 775 дней, максимальный — 1364 дня). У всех кошек (100 %) лимфома диагностирована только в средостении, другие локализации, а также отдаленные очаги метастазирования не обнаружены.

Таблица 1

### Характеристика ВЛК-положительных кошек, включенных в исследование

Кошка №	Пол	Статус интактности	Порода
1	♂	Кастрированный	Бурманская
2	♂	Кастрированный	Метис
3	♂	Кастрированный	Метис
4	♀	Кастрированная	Мейн-кун
5	♀	Кастрированная	Метис

Все исследуемые кошки после постановки окончательного диагноза «средостенная лимфома» были направлены на химиотерапевтическое лечение. Ввиду



описанной эффективности и доступности препаратов лечащие врачи выбрали протокол COP [5]. Данные, характеризующие химиотерапевтическое лечение при средостенной лимфоме и вирусной ЛК, приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Характеристика химиотерапевтического лечения у ВЛК-положительных кошек, больных средостенной лимфомой**

Кошка №	Возраст диагностики, дни	Продолжительность жизни, дни	Вид лимфомы	Количество курсов х/т	Клинический ответ
1	403	775	Средостенная	5	Частично
2	930	1209	Средостенная	5	Частично
3	248	1116	Средостенная	5	Ремиссия
4	713	992	Средостенная	5	Ремиссия
5	1302	1364	Средостенная	3	Отсутствие

Уровень клинического ответа на проводимую химиотерапию составил 80 %, при этом лишь у 20 % исследуемых кошек ответа на химиотерапевтическое лечение не наблюдалось, а к концу исследования была зарегистрирована смерть одной кошки. У остальных кошек наблюдали как полную ремиссию, так и частичную. При этом средняя продолжительность жизни ВЛК-положительных кошек (372 дня) оказалась выше, чем в предыдущих исследованиях [3]. Вероятно, прием исследуемыми кошками ралтегравира — ингибитора интегразы ВИЧ и ВЛК — являлся одним из факторов, положительно влиявших на данный параметр. Так, доказанное снижение вирусной нагрузки при вирусной ЛК при приеме ралтегравира влияет на частоту возникновения осложнений, связанных с прогрессивной инфекцией [12]. Кроме того, данный препарат хорошо переносится кошками и не связан с возникновением каких-либо жизнеугрожающих побочных эффектов, кроме преходящей анорексии [12].

Исследования показали, что несмотря на высокий уровень клинического ответа, у всех исследуемых животных было описано несколько побочных эффектов: анорексия, нейтро- и тромбоцитопения, анемия, азотемия и рвота. Характеристика побочных эффектов, ассоциированных с химиотерапевтическим лечением, приведена в табл. 3.

Таблица 3

**Побочные эффекты, связанные с химиотерапевтическим лечением**

Кошка №	Побочные эффекты					
	Анорексия	Анемия	Тромбоцитопения	Нейтропения	Азотемия	Рвота
1		+	+	+		
2	+		+	+		
3	+	+	+	+		+
4		+	+	+		
5	+		+		+	+

Тромбоцитопению обнаружили у 100 % ВЛК-положительных кошек, проходивших химиотерапевтическое лечение по протоколу COP. Стоит отметить, что тромбоцитопения у всех кошек не влияла на качество жизни животных и не была связана с возникновением спонтанных кровотечений ни у одного животного. Вероятно, истинная инцидентность тромбоцитопении при проведении химиотерапев-

тического лечения могла быть гораздо ниже, поскольку не для всех исследуемых кошек проводили ручной подсчет количества тромбоцитов, а агрегация тромбоцитов при использовании антикоагулянта  $K_3EDTA$  могла ложно зависить инцидентность тромбоцитопении у ВЛК-положительных кошек, проходящих химиотерапевтическое лечение. Вместе с этим, нейтропения стала одним из частых побочных эффектов (80 %), связанных с проведением химиотерапевтического лечения. Тем не менее данное явление у многих кошек протекало в легкой форме и требовало коррекции путем введения человеческого гранулоцитарного колониестимулирующего фактора («Нейпомакс», РНS Фармстандарт, Россия) в случае, если уровень лейкоцитов опускался ниже уровня  $2 \cdot 10^9/л$  [13]. Отмеченная у животных анорексия (60 %) была предсказуемым побочным эффектом химиотерапевтического протокола COP, которую корректировали путем перорального введения стимулирующих аппетит препаратов, например, тетрациклического антидепрессанта миртазапина («Миртазапин Канон», Канонфарма, Россия) [14]. Кроме того, можно предположить, что анемия и азотемия, зарегистрированные у нескольких кошек (60 %), также негативно влияли на частоту возникновения анорексии у ВЛК-положительных кошек. Анемия при этом носила нерегенераторный характер и подвергалась медикаментозной коррекции (прием препаратов из группы поэтинов и гемотрансфузия) в случае ее жизнеугрожающих значений (гематокрит менее 15 %) [15]. Азотемия по классификации IRIS III обнаружена у одной кошки (20 %), что не позволило лечащему врачу провести полный цикл курсов химиотерапии и вместе с отсутствием клинического ответа на проведенное лечение стало причиной гибели животного.

Стоит отметить, что лишь у 40 % кошек диагностировали рвоту, при этом у одной кошки она могла быть связана с азотемией и являться следствием интоксикации ввиду уремии.

## Заключение

Таким образом, химиотерапевтический протокол COP в целом был перенесен ВЛК-положительными кошками, больными средостенной лимфомой, удовлетворительно, а уровень клинического ответа на него был сравним с показателями неинфицированных кошек, продемонстрированными в ранее опубликованных исследованиях. Побочные эффекты, связанные с проведенным химиотерапевтическим лечением, были предсказуемы и управляемы, что позволило завершить лечение у 80 % животных в исследовании. Кроме того, продолжительность жизни ВЛК-положительных кошек со средостенной лимфомой была выше, чем в предыдущих исследованиях. Данное явление может быть связано с приемом инфицированными кошками ралтегравира, снижающего вирусную нагрузку при вирусной ЛК и, таким образом, улучшающего прогноз для больных животных. Исходя из этого, ралтеграбир необходимо назначать всем ВЛК-положительным кошкам с прогрессивной формой как до возникновения коморбидных состояний, так и после. При этом, требуется больше исследований, посвященных терапии

прогрессивной формы вирусной ЛК и ассоциированных с ней заболеваний, для улучшения качества жизни инфицированных кошек.

### Библиографический список

1. Economu L, Stell A, O'Neill DG, Schofield I, Stevens K, Brodbelt D. Incidence and risk factors for feline lymphoma in UK primary-care practice. *Journal of Small Animal Practice*. 2021;62(2):97–106. doi: 10.1111/jsap.13266
2. Sato H, Fujino Y, Chino J, Takahashi M, Fukushima K, Goto-Koshino Y, et al. Prognostic analyses on anatomical and morphological classification of feline lymphoma. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2014;76(6):807–811. doi: 10.1292/jvms.13-0260
3. Fabrizio F, Calam AE, Dobson JM, Middleton SA, Murphy S, Taylor SS, et al. Feline mediastinal lymphoma: A retrospective study of signalment, retroviral status, response to chemotherapy and prognostic indicators. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2014;16(8):637–644. doi: 10.1177/1098612X13516621
4. Limmer S, Eberle N, Nerschbach V, Nolte I, Betz D. Treatment of feline lymphoma using a 12-week, maintenance-free combination chemotherapy protocol in 26 cats. *Veterinary and Comparative Oncology*. 2016;14(51):21–31. doi: 10.1111/vco.12082
5. Couto CG. Advances in the treatment of the cat with lymphoma in practice. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2000;2(2):95–100. doi: 10.1053/jfms.2000.007
6. Crouse Z, Phillips B, Flory A, Mahoney J, Richter K, Kidd L. Post-chemotherapy perforation in cats with discrete intermediate- or large-cell gastrointestinal lymphoma. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2018;20(8):696–703. doi: 10.1177/1098612X1772377
7. Hofmann-Lehmann R, Hartmann K. Feline leukaemia virus infection: A practical approach to diagnosis. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2020;22(9):831–846. doi: 10.1177/1098612X209417
8. Santos CRGR, Ferreira IT, Beranger R, Santi JP, Jardim MPB, de Souza HJM. Undetectable proviral DNA and viral RNA levels after raltegravir administration in two cats with natural feline leukemia virus infection. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*. 2022;44: e003522. doi: 10.29374/2527-2179.bjvm003522
9. Hartmann K, Hofmann-Lehmann R. What's New in Feline Leukemia Virus Infection. *The Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2020;50(5):1013–1036. doi: 10.1016/j.cvsm.2020.05.006
10. Finotello R, Vasconi ME, Sabattini S, Agnoli C, Giacoboni C, Annoni M, et al. Feline large granular lymphocyte lymphoma: An Italian Society of Veterinary Oncology (SIONCOV) retrospective study. *Veterinary and Comparative Oncology*. 2018;16(1):159–166. doi: 10.1111/vco.12325
11. Teske E, van Straten G, van Noort R, Rutteman GR. Chemotherapy with cyclophosphamide, vincristine, and prednisolone (COP) in cats with malignant lymphoma: new results with an old protocol. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2002;16(20):179–186. doi: 10.1111/j.1939-1676.2002.tb02352.x
12. Boesch A, Cattori V, Riond B, Willi B, Meli ML, Rentsch KM, et al. Evaluation of the effect of short-term treatment with the integrase inhibitor raltegravir (Isentress) on the course of progressive feline leukemia virus infection. *Veterinary Microbiology*. 2015;175(2–4):167–178. doi: 10.1016/j.vetmic.2014.10.031
13. Jaroensong T, Piamwaree J, Sattasathuchana P. Effects of Chemotherapy on Hematological Parameters and CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup> Ratio in Cats with Mediastinal Lymphoma and Seropositive to Feline Leukemia Virus. *Animals*. 2022;12(3):223. doi: 10.3390/ani12030223
14. Ferro L, Ciccarella S, Stanzani G, Nappi L, Angelini F, Leo C. Appetite Stimulant and Anti-Emetic Effect of Mirtazapine Transdermal Ointment in Cats Affected by Lymphoma Following Chemotherapy Administration: A Multi-Centre Retrospective Study. *Animals*. 2022;12(3):155. doi: 10.3390/ani12020155
15. Musser ML, Curran KM, Flesner BK, Johannes CM. A Retrospective Evaluation of Chemotherapy Overdoses in Dogs and Cats. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021;8:245–231. doi: 10.3389/fvets.2021.718967

#### Об авторах:

Зенченко Анна Петровна — ветеринарный врач-инфекционист, ООО КВМ «Лебеди», Российская Федерация, 119602, г. Москва, Мичуринский проспект, ул. Олимпийская деревня, д. 4 к. 2; e-mail: a.zenchenkova@vetlebedi.ru

ORCID 0000–0002–8605–5103

Ватников Юрий Анатольевич — доктор ветеринарных наук, профессор, директор департамента ветеринарной медицины, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: vatnikov-yua@rudn.ru

ORCID 0000–0003–3820–0086



DOI: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-418-427

EDN: RRJDKH

УДК 619:618.96:569.822.2–086


Научная статья / Research article

## Патогенетические факторы, ассоциирующиеся с формированием острого абдоминального болевого синдрома собак при гастроэнтерите

А.С. Карамян<sup>1</sup>  , Э.А. Куприна<sup>2</sup> , В.И. Луцай<sup>2</sup> ,  
В.И. Кузнецов<sup>1</sup> , В.И. Семёнова<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>Российский биотехнологический университет, г. Москва, Российская Федерация

 [karamyan-as@rudn.ru](mailto:karamyan-as@rudn.ru)

**Аннотация.** Исследовались интеркоррелятивные связи между разнообразными клиническими и лабораторными показателями у собак, больных острым гастроэнтеритом. Показатель шкалы оценки боли достоверно ( $p \leq 0,05$ ) коррелировал с частотой пульса ( $r = 0,58$ ), частотой дыхания ( $r = 0,50$ ), гематокритом ( $r = 0,47$ ), СОЭ ( $r = 0,72$ ), количеством эритроцитов ( $r = 0,50$ ) и лейкоцитов ( $r = 0,77$ ), концентрацией альбуминов в сыворотке крови ( $r = -0,52$ ), глобулинов ( $r = 0,59$ ),  $\alpha 1$ -глобулинов ( $r = 0,49$ ),  $\alpha 2$ -глобулинов ( $r = 0,42$ ),  $\beta$ -глобулинов ( $r = -0,36$ ),  $\gamma$ -глобулинов ( $r = 0,59$ ), С-реактивного белка ( $r = 0,82$ ), сывороточной активностью аланиновой ( $r = 0,70$ ) и аспарагиновой аминотрансфераз ( $r = 0,39$ ),  $\alpha$ -амилазы ( $r = 0,38$ ), щелочной фосфатазы ( $r = 0,83$ ) и сывороточной концентрацией креатинина ( $r = 0,42$ ), фактора некроза опухоли- $\alpha$  ( $r = 0,82$ ), интерлейкина-4 ( $r = 0,92$ ), интерлейкина-6 ( $r = 0,92$ ), интерферона- $\gamma$  ( $r = 0,91$ ), интерлейкина-1 $\alpha$  ( $r = 0,85$ ), интерлейкина-8 ( $r = 0,91$ ). В организме собак, больных острым гастроэнтеритом, происходит активизация локальной и системной иммуновоспалительной реакции организма, возникает болевой, интоксикационный, дегидратационный синдром, происходят нарушения моторной, секреторной, всасывательной, экскреторной функции желудочно-кишечного тракта, формируется вторичная гепатопатия и панкреатопатия. Также констатировано наличие статистически значимых ( $p \leq 0,05$ ) коррелятивных связей между количеством эритроцитов и показателем гематокрита ( $r = 0,65$ ), МСНС ( $r = 0,32$ ), СОЭ ( $r = 0,35$ ), концентрацией гемоглобина ( $r = 0,73$ ) и количеством лейкоцитов ( $r = 0,35$ ); между МСV и гематокритом ( $r = 0,62$ ), МСНС ( $r = -0,64$ ); между МСV и МСНС ( $r = 0,64$ ); МСН и МСНС ( $r = 0,40$ ); СОЭ и количеством лейкоцитов ( $r = 0,53$ ). Изменения интеркоррелятивных связей между клинико-лабораторными параметрами у больных острым гастроэнтеритом собак можно рассматривать как предикторы тяжести патологического процесса.

© Карамян А.С., Куприна Э.А., Луцай В.И., Кузнецов В.И., Семёнова В.И., 2023



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>







**Ключевые слова:** острый гастроэнтерит, боль, патогенез, корреляция, воспаление, иммунология, гематология

**Заявление о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**История статьи:** поступила в редакцию 10 июля 2023 г., принята к публикации 11 августа 2023 г.


**Для цитирования:** Карамян А.С., Куприна Э.А., Луцай В.И., Кузнецов В.И., Семёнова В.И. Патогенетические факторы, ассоциирующиеся с формированием острого абдоминального болевого синдрома собак при гастроэнтерите // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2023. Т. 18. № 3. С. 418—427. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-418-427

## Pathogenetic factors associated with formation of acute abdominal pain syndrome in dogs with gastroenteritis

Arfenya S. Karamyan<sup>1</sup>  , Eliza A. Kuprina<sup>2</sup> , Vladimir I. Lutsay<sup>2</sup> ,  
Vladimir I. Kuznetsov<sup>1</sup> , Valentina I. Semenova<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>RUDN University, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Biotech University, Moscow, Russian Federation

 karamyan-as@rudn.ru

**Abstract.** Intercorrelative relationships between various clinical and laboratory parameters in dogs with acute gastroenteritis were studied. In dogs with acute alimentary gastroenteritis (n=31), pain rating scale score significantly ( $p \leq 0.05$ ) correlated with pulse rate ( $r=0.58$ ), respiratory rate ( $r=0.50$ ), hematocrit ( $r=0.47$ ), ESR ( $r=0.72$ ), number of erythrocytes ( $r=0.50$ ) and leukocytes ( $r=0.77$ ), concentration of albumins ( $r=-0.52$ ), globulins ( $r=0.59$ ),  $\alpha$ 1-globulins ( $r=0.49$ ),  $\alpha$ 2-globulins ( $r=0.42$ ),  $\beta$ -globulins ( $r=-0.36$ ),  $\gamma$ -globulins ( $r=0.59$ ), C-reactive protein ( $r=0.82$ ), serum activity of ALT ( $r=0.70$ ), AST ( $r=0.39$ ),  $\alpha$ -amylase ( $r=0.38$ ), alkaline phosphatase ( $r=0.83$ ) and serum concentration of creatinine ( $r=0.42$ ), tumor necrosis factor- $\alpha$  ( $r=0.82$ ), interleukin-4 ( $r=0.92$ ), interleukin-6 ( $r=0.92$ ), interferon- $\gamma$  ( $r=0.91$ ), interleukin-1 $\alpha$  ( $r=0.85$ ), interleukin-8 ( $r=0.91$ ). The following changes were noted in the body of dogs with acute gastroenteritis: local and systemic immune-inflammatory response activated, pain, intoxication, dehydration syndrome, disorders of motor, secretory, absorption, excretory function of gastrointestinal tract formed, secondary hepatopathy and pancreatopathy developed. In dogs with acute gastroenteritis, there were also statistically significant ( $p \leq 0.05$ ) correlations between the number of erythrocytes and hematocrit ( $r=0.65$ ), MCHC ( $r=0.32$ ), ESR ( $r=0.35$ ), hemoglobin concentration ( $r=0.73$ ) and leukocyte count ( $r=0.35$ ); between MCV and hematocrit ( $r=0.62$ ), MCHC ( $r=-0.64$ ); between MCV and MCHC ( $r=-0.64$ ); MCH and MCHC ( $r=0.40$ ); ESR and leukocyte count ( $r=0.53$ ). Changes in intercorrelative relationships between clinical and laboratory parameters in dogs with acute gastroenteritis can be considered as predictors of severity of the pathological process.

**Key words:** acute gastroenteritis, pain, pathogenesis, correlation, inflammation, immunology, hematology

**Conflicts of interest.** The authors declared no conflicts of interest.

**Article history:** Received: 10 July 2023. Accepted: 11 August 2023.

**For citation:** Karamyan AS, Kuprina EA, Lutsay VI, Kuznetsov VI, Semenova VI. Pathogenetic factors associated with formation of acute abdominal pain syndrome in dogs with gastroenteritis. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023;18(3):418—427. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-418-427

## Введение

Острые алиментарные воспалительные заболевания желудочно-кишечного тракта у животных всех видов остаются актуальной проблемой в ветеринарной медицине в связи с их широкой распространенностью, высокой вероятностью тяжелого течения и возможностью развития летального исхода, особенно у молодняка [1–4].

Ежегодно на территории Российской Федерации регистрируют около 1 млн случаев острых заболеваний у собак, сопровождающихся диареей, рвотой, гиповолемией, интоксикацией и нарушением функций многих систем организма [5, 6]. Также следует отметить, что реальная заболеваемость животных гастроэнтеритом может быть гораздо выше официальной статистики за счет легких форм патологии, лечение которых проводится владельцами животных в домашних условиях [7–10]. Гастроэнтериты у собак сопровождаются альтеративными и воспалительными изменениями в стенке желудочно-кишечного тракта, часто осложняются болевым синдромом, интоксикацией, дегидратацией, гиповолемией, системными изменениями в организме, нарушениями моторной, секреторной, защитной, всасывательной и экскреторной функций кишечника и желудка [1, 11]. Активизация условно-патогенные бактерий и злокачественные изменения качественных и количественных характеристик микробиома кишечника способствуют прогрессированию желудочно-кишечных болезней у животных [12–16]. Множество аспектов механизмов развития и прогрессирования, а также саногенетические характеристики у собак, больных острым гастроэнтеритом, остаются малоизученными. По этим причинам актуальны клиничко-экспериментальные обоснования патогенетических факторов при гастроэнтерите у собак, устранение которых позволит снизить частоту госпитализации, улучшить показатели терапевтической эффективности.

**Цель исследования** — выявление и анализ патогенетических коррелятивных связей между клиническими и лабораторными параметрами у собак при гастроэнтерите, осложненного болевым абдоминальным синдромом.

## Материалы и методы исследования

Клиничко-инструментальные и лабораторные исследование проведены в ветеринарном центре «Ветмастер» (г. Раменское, Московская область). Объектом исследования были больные острым гастроэнтеритом собаки карликовых и мелких пород, возрастом 2–5 лет, по мере поступления их ветеринарный центр.

Подбор больных животных осуществляли комплексным подходом с использованием критериев включения и исключения [17, 18]. Критериями включения больных гастроэнтеритом собак в исследование были наличие клиничко-лабораторных, ультрасонографических, рентгенографических признаков острого воспалительного процесса в желудочно-кишечном тракте. Критерии исключения — другие разновидности гастроэнтерита, паразитарные, инфекционные заболевания (коронавирусный и парвовирусный энтерит, чума

плотоядных), аллергия на корм, синдром мальабсорбции, неоплазии или инородные тела желудочно-кишечного тракта.

Диагностический поиск при остром гастроэнтерите собак осуществляли комплексно с учетом анализа данных анамнеза, клинической диагностики, морфологического и биохимического анализа крови, рентгенографии (аппарат EcoRay Orange-1060HF, Корея) и сонографии (аппарат Mindray DC-90 Vet, Китай) [15, 16]. Физикальное обследование больных собак проводили по стандартной методике [18, 19]. Использовали четырехбалльную визуальную шкалу оценки степени выраженности болевого синдрома Университета штата Колорадо (CSU) [9, 11].

По критериям включения и исключения в исследование включили 31 собаку, больную гастроэнтеритом. В контрольную группу включено 15 физиологически здоровых собак карликовых и мелких пород, возрастом 2–5 лет.

Клинический анализ крови проводили по унифицированной методике на анализаторе URIT-2900 Vet Plus (Китай) [20, 21]. Оценивали следующие гематологические параметры: гемоглобин, эритроциты, лейкоциты, гематокрит, среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH), среднюю концентрацию гемоглобина в эритроците (MCHC), средний объем эритроцита (MCV). Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) измеряли по способу Панченкова [12, 16]. Биохимические показатели сыворотки крови исследовали на аппарате URIT-880 Vet (Китай) с использованием стандартных наборов расходных материалов. Фракционный анализ (протеинограммы) сыворотки крови, а также концентрацию  $\beta$ -липопротеидов анализировали турбидиметрическим методом при помощи ФЭК-56ПМ (Россия) [3, 8]. Оценку уровня С-реактивного протеина проводили с помощью латексного диагностикума (СРБ-латекс-тест) [22]. Концентрацию билирубина в сыворотке крови измеряли колориметрическим методом. Оценку концентрации цитокинов в сыворотке крови проводили на фотометре Multiskan FC (Шанхай) со встроенным шейкером на 96 лунок при использовании спектрального диапазона 450 нм и тест систем для иммуноферментного анализа (интерферон- $\gamma$ , интерлейкин-4, фактор некроза опухоли- $\alpha$ , интерлейкин-1 $\alpha$ , интерлейкин-6, интерлейкина-8, ООО «Цитокин», Россия) [10].

Статистическую обработку первичных экспериментальных цифровых данных проводили на персональном компьютере (AMD Athlon 3000G с Radeon Vega Graphics 3.5 GHz, ОЗУ 8,00 Гб) с помощью статистической программы Statistica 7,0 (США). Оценку нормальности распределения признаков оценивали тестом Шапиро — Уилка [21]. Наличие корреляций проверяли с использованием непараметрического теста Спирмена. Статистическую значимость считали достаточной при уровне  $p \leq 0,05$  [22].

## Результаты исследований и обсуждение

Методом непараметрического корреляционного анализа (тест Спирмена) построена матрица интеркорреляций относительно клинических параметров у собак, больных острым гастроэнтеритом, в зависимости от наличия осложнения в виде болевого абдоминального синдрома (табл. 1).



Таблица 1

**Матрица интеркорреляций  $r$  клинических показателей у больных гастроэнтеритом собак в зависимости от наличия острого болевого абдоминального синдрома**

Показатель	Шкала оценки боли	Температура	Пульс	Дыхание
Шкала оценки боли	1,00	0,28	0,54*	0,50*
Температура	0,28	1,00	0,43*	0,16
Пульс	0,54*	0,43*	1,00	0,27
Дыхание	0,50*	0,16	0,27	1,00

Примечание: \* – корреляционная зависимость достоверна ( $p \leq 0,05$ ; тест Спирмена).

Из приведенных в табл. 1 данных можно видеть, что у собак, больных острым гастроэнтеритом, показатель шкалы оценки боли достоверно коррелировал с частотой пульса ( $r = 0,58$ ;  $p \leq 0,05$ ) и частотой дыхания ( $r = 0,50$ ;  $p \leq 0,05$ ), а температура тела статистически значимо коррелировала с частотой пульса ( $r = 0,43$ ;  $p \leq 0,05$ ). В механизмах развития и прогрессирования острого гастроэнтерита у собак происходит раздражение слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта кормовыми компонентами, что обуславливает изменения его моторной и секреторной функции [3, 7]. В дальнейшем происходит активизация нейроэндокринной системы, изменяется активность системы локальной гормональной и пептидной регуляции функции желудка и кишечника, что приводит к патологическим изменениям в энтерогастральной, энтерохоликинетической, энтерогепатической и энтеропанкреатической системах [11, 18]. Все эти изменения оказывают стимулирующее влияние на рост и развитие кишечной условно-патогенной микрофлоры [14]. В свою очередь, липополисахариды микробальной клеточной мембраны, в частности флагеллин, экзо- и эндотоксины, раздражают и вызывают вторичные альтеративные изменения в слизистой оболочке и других тканях стенки желудка и кишечника, что приводит к проявлению и прогрессированию острого гастроэнтерита у больных собак [1, 7, 15].

Проведен сравнительный анализ матрицы интеркорреляций общеклинических показателей крови у больных острым гастроэнтеритом собак в зависимости от наличия болевого абдоминального синдрома (табл. 2).

Таблица 2

**Матрица интеркорреляций  $r$  общеклинических показателей крови у больных гастроэнтеритом собак в зависимости от наличия острого болевого абдоминального синдрома**

Показатель	Шкала оценки боли	Гематокрит	Эритроциты	Гемоглобин	MCV	MCH	MCHC	СОЭ	Лейкоциты
Шкала оценки боли	1,00	0,47*	0,50*	0,27	0,10	-0,15	-0,10	0,72*	0,77*
Гематокрит	0,47*	1,00	0,65*	0,65*	0,62*	0,21	-0,19	0,38*	0,34*
Эритроциты	0,50*	0,65*	1,00	0,73*	-0,15	-0,05	0,32*	0,35*	0,35*
Гемоглобин	0,27	0,65*	0,73*	1,00	0,07	0,62*	0,53*	0,33*	0,15
MCV	0,10	0,62*	-0,15	0,07	1,00	0,26	-0,64*	0,15	0,09
MCH	-0,15	0,21	-0,05	0,62*	0,26	1,00	0,40*	0,13	-0,18
MCHC	-0,10	-0,19	0,32*	0,53*	-0,64*	0,40*	1,00	0,05	-0,14
СОЭ	0,72*	0,38*	0,35*	0,33*	0,15	0,13	0,05	1,00	0,53*
Лейкоциты	0,77*	0,34*	0,35*	0,15	0,09	-0,18	-0,14	0,53*	1,00

Примечание: \* – корреляционная зависимость достоверна ( $p \leq 0,05$ ; тест Спирмена).

Установлено, что в организме собак, больных острым гастроэнтеритом (см. табл. 2), в патогенезе развития общепатологических изменений формируются статистически значимые корреляционные связи между показателем шкалы оценки боли и гематокритом, количеством эритроцитов и лейкоцитов. Также констатировано наличие статистически значимых коррелятивных связей между количеством эритроцитов и показателем гематокрита, МСНС, СОЭ, концентрацией гемоглобина и количеством лейкоцитов; между MCV и гематокритом, МСНС; между MCV и МСНС; МСН и МСНС; СОЭ и количеством лейкоцитов. При остром гастроэнтерите у собак развивается системная воспалительная реакция, которая манифестируется нейтрофильным лейкоцитозом и ускорением СОЭ [5, 9]. При осложнении первичного заболевания болевым синдромом степень нейтрофилии была достоверно выше [1, 4]. При этом на фоне системной воспалительной реакции у больных гастроэнтеритом собак развиваются реологические изменения состава крови и диспротеинемия, что обуславливают повышение СОЭ [10].

Анализ зависимости интеркорреляций между биохимическими показателями сыворотки крови, характеризующими белковый метаболизм, у больных гастроэнтеритом собак от наличия острого болевого абдоминального синдрома, приведен в табл. 3.

Таблица 3

**Матрица интеркорреляций  $r$  биохимических показателей сыворотки крови, характеризующих белковый метаболизм, у больных гастроэнтеритом собак в зависимости от наличия острого болевого абдоминального синдрома**

Показатель	Шкала оценки боли	Общий белок	Альбумины	Глобулины	$\alpha$ 1-глобулины	$\alpha$ 2-глобулины	$\beta$ -глобулины	$\gamma$ -глобулины	С-реактивный белок
Шкала оценки боли	1,00	0,21	-0,52*	0,59*	0,49*	0,42*	-0,36*	0,59*	0,82*
Общий белок	0,21	1,00	0,15	0,68*	0,13	0,18	0,38*	0,47*	0,20
Альбумины	-0,52*	0,15	1,00	-0,57*	-0,44*	-0,36*	0,22	-0,35*	-0,41*
Глобулины	0,59*	0,68*	-0,57*	1,00	0,40*	0,47*	0,17	0,63*	0,54*
$\alpha$ 1-глобулины	0,49*	0,13	-0,44*	0,40*	1,00	0,14	-0,55*	0,20	0,49*
$\alpha$ 2-глобулины	0,42*	0,18	-0,36*	0,47*	0,14	1,00	-0,16	0,22	0,27
$\beta$ -глобулины	-0,36*	0,38*	0,22	0,17	-0,55*	-0,16	1,00	-0,12	-0,26
$\gamma$ -глобулины	0,59*	0,47*	-0,35*	0,63*	0,20	0,22	-0,12	1,00	0,53*
С-реактивный белок	0,82*	0,20	-0,41*	0,54*	0,49*	0,27	-0,26	0,53*	1,00

Примечание: \* – корреляционная зависимость достоверна ( $p \leq 0,05$ ; тест Спирмена).

Установлено, что у больных острым гастроэнтеритом собак (см. табл. 3) формируются статистически значимые корреляционные связи между показателем шкалы оценки боли и биохимическими показателями сыворотки крови, характеризующие протеинограмму, а именно: альбуминами, глобулинами,  $\alpha$ 1-глобулинами,  $\alpha$ 2-глобулинами,  $\beta$ -глобулинами,  $\gamma$ -глобулинами, С-реактивным

белком. Кроме этого, сывороточная концентрация общего белка у больных животных достоверно коррелировала с концентрацией глобулинов  $\beta$ -глобулинов и  $\gamma$ -глобулинов. Следует акцентировать внимание на наличии и других коррелятивных связей: между альбуминами и глобулинами,  $\alpha 1$ -глобулинами,  $\alpha 2$ -глобулинами,  $\gamma$ -глобулинами, С-реактивным белком; между глобулинами и  $\alpha 1$ -глобулинами,  $\alpha 2$ -глобулинами,  $\gamma$ -глобулинами, С-реактивным белком; между  $\alpha 1$ -глобулинами и  $\beta$ -глобулинами, С-реактивным белком; между  $\gamma$ -глобулинами и С-реактивным белком. Указанные изменения подтверждают существенную патогенетическую роль системного воспаления в развитии болевого синдрома в организме собак, больных острым гастроэнтеритом.

В результате интеркорреляционного анализа (табл. 4) установлены патогенетические связи между показателем шкалы оценки боли у больных острым гастроэнтеритом собак и сывороточной активностью АлАТ, АсАТ,  $\alpha$ -амилазы, щелочной фосфатазы и сывороточной концентрацией креатинина. Также установлены множественные достоверные корреляционные связи между биохимическими параметрами сыворотки крови у больных собак: АлАТ и АсАТ,  $\alpha$ -амилазой, щелочной фосфатазой; АсАТ и креатинином; креатинином и холестеролом. Тенденцию к гипоальбуминемии у больных собак можно объяснить формированием вторичной гепатопатии на фоне эндотоксикоза. Повышение сывороточной активности щелочной фосфатазы связано с нарушением моторной функции желчных протоков, аланиновой и аспарагиновой аминотрансфераз — с синдромом цитолиза печеночных и кишечных клеток, концентрации креатинина — с развитием преренальной азотемии на фоне гиповолемии и дегидратации организма.

Таблица 4

**Матрица интеркорреляций  $r$  биохимических показателей сыворотки крови у больных гастроэнтеритом собак в зависимости от наличия острого болевого абдоминального синдрома**

Показатель	Шкала оценки боли	АлАТ	АсАТ	$\alpha$ -амилаза	Щелочная фосфатаза	Мочевина	Креатинин	Холестерол	В-липопротеиды
Шкала оценки боли	1,00	0,70*	0,39*	0,38*	0,83*	0,19	0,42*	0,25	0,03
АлАТ	0,70*	1,00	0,34*	0,34*	0,69*	0,15	0,11	0,17	0,12
АсАТ	0,39*	0,34*	1,00	0,16	0,25	0,16	0,30*	0,08	0,22
$\alpha$ -амилаза	0,38*	0,34*	0,16	1,00	0,26	0,04	0,02	0,12	0,19
Щелочная фосфатаза	0,83*	0,69*	0,25	0,26	1,00	0,16	0,27	0,24	0,19
Мочевина	0,19	0,15	0,16	0,04	0,16	1,00	0,15	0,21	0,22
Креатинин	0,42*	0,11	0,30*	0,02	0,27	0,15	1,00	0,49*	-0,01
Холестерол	0,25	0,17	0,08	0,12	0,24	0,21	0,49*	1,00	0,16
В-липопротеиды	0,03	0,12	0,22	0,19	0,19	0,22	-0,01	0,16	1,00

Примечание: \* — корреляционная зависимость достоверна ( $p \leq 0,05$ ; тест Спирмена).

Матричным интеркорреляционным анализом (табл. 5) установлены патогенетические связи между показателем шкалы оценки боли у больных острым гастроэнтеритом собак и сывороточной концентрацией фактора некроза опухоли- $\alpha$ , интерлейкина-4, интерлейкина-6, интерферона- $\gamma$ , интерлейкина-1 $\alpha$ , интерлейкина-8. Очевидно, что обсеменение, активизация и увеличение количества живых микробных клеток представителей условно патогенных бактерий в желудочно-кишечном тракте у больных гастроэнтеритом собак обуславливает развитие у них дегидратационного, интоксикационного и системного воспалительного синдрома [3–8].

Таблица 5

**Матрица интеркорреляций  $r$  показателей цитокинового профиля крови у больных гастроэнтеритом собак в зависимости от наличия острого болевого абдоминального синдрома**

Показатель	Шкала оценки боли	Фактор некроза опухоли- $\alpha$	Интерлейкин-4	Интерлейкин-6	Интерферон- $\gamma$	Интерлейкин-1 $\alpha$	Интерлейкин-8
Шкала оценки боли	1,00	0,86*	0,82*	0,92*	0,91*	0,85*	0,91*
Фактор некроза опухоли- $\alpha$	0,86*	1,00	0,83*	0,83*	0,88*	0,79*	0,82*
Интерлейкин-4	0,82*	0,83*	1,00	0,82*	0,84*	0,74*	0,86*
Интерлейкин-6	0,92*	0,83*	0,82*	1,00	0,89*	0,86*	0,92*
Интерферон- $\gamma$	0,91*	0,88*	0,84*	0,89*	1,00	0,78*	0,84*
Интерлейкин-1 $\alpha$	0,85*	0,79*	0,74*	0,86*	0,78*	1,00	0,83*
Интерлейкин-8	0,91*	0,82*	0,86*	0,92*	0,84*	0,83*	1,00

Примечание: \* – корреляционная зависимость достоверна ( $p \leq 0,05$ ; тест Спирмена).

Также мы выявили корреляционные зависимости между фактором некроза опухоли- $\alpha$  и интерлейкином-4, интерлейкином-6, интерфероном- $\gamma$ , интерлейкином-1 $\alpha$ , интерлейкином-8; между интерлейкином-4 и интерлейкином-6, интерфероном- $\gamma$ , интерлейкином-1 $\alpha$ , интерлейкином-8; между интерлейкином-6 и интерфероном- $\gamma$ , интерлейкином-1 $\alpha$ , интерлейкином-8; между интерфероном- $\gamma$  и интерлейкином-1 $\alpha$ , интерлейкином-8; между интерлейкином-1 $\alpha$  и интерлейкином-8. Очевидно, что альтеративные изменения в слизистой оболочке и других тканях желудка и кишечника у собак при остром гастроэнтерите инициирует синтез провоспалительных цитокинов, что является важным звеном развития локального и системного воспаления и вовлечения иммунной системы в патогенетический и саногенетический процесс. Нашими исследованиями доказано, что у собак при развитии острого неинфекционного гастроэнтерита, осложненного острым абдоминальным болевым синдромом, происходит изменение цитокинового профиля. Для практической ветеринарии можно рекомендовать использовать цитокины как лабораторный предиктор тяжести течения острого гастроэнтерита у собак.

## Заключение

В организме больных острым гастроэнтеритом собак формируются стойкие коррелятивные связи между показателем шкалы оценки боли и частотой пульса и дыхания, гематокритом, скоростью оседания эритроцитов, количеством эритроцитов и лейкоцитов, сывороточной концентрацией альбуминов, глобулинов,  $\alpha$ 1-глобулинов,  $\alpha$ 2-глобулинов,  $\beta$ -глобулинов,  $\gamma$ -глобулинов, С-реактивного белка, сывороточной активностью аланиновой и аспарагиновой аминотрансфераз,  $\alpha$ -амилазы, щелочной фосфатазы и сывороточной концентрацией креатинина, фактора некроза опухоли- $\alpha$ , сывороточной концентрацией интерлейкина-4, интерлейкина-6, интерферона- $\gamma$ , интерлейкина-1 $\alpha$ , интерлейкина-8, что свидетельствует об активизации локальной и системной иммуновоспалительной реакции, формировании острого болевого, интоксикационного, дегидратационного синдромов, которые возникают на фоне изменений моторной, секреторной, всасывательной, экскреторной функции желудочно-кишечного тракта. У собак при гастроэнтерите имеется тенденция к формированию вторичной гепатопатии и панкреатопатии. Нарушение интеркоррелятивных связей может свидетельствовать о нарушении адаптационно-компенсаторных реакций в организме у собак, больных острым гастроэнтеритом. Параметры цитокинового профиля сывороток крови можно использовать как предикторы тяжести патологического процесса и формирования острого абдоминального синдрома у больных гастроэнтеритом собак.

## Библиографический список

1. *Куприна Э.А., Руденко А.А., Луцай В.И., Руденко П.А.* Цитокиновый профиль при формировании болевого синдрома у собак, больных острым гастроэнтеритом // Ветеринарный фармакологический вестник. 2023. № 2(23). С. 120–130. doi: 10.17238/issn2541-8203.2023.2.120
2. *Ушакова Т.М.* Уровень биохимического и иммунологического статусов у собак, больных гастроэнтеритом // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2020. № 3–1(37). С. 26–32.
3. *Усенко Д.С., Руденко А.Ф., Руденко А.А.* Биохимические показатели сыворотки крови у кошек при холангиогепатите // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 4(48). С. 101–109. doi: 10.18286/1816-4501-2019-4-101-109
4. *Ватников Ю.А., Куликов Е.В., Попова И.А., Сахно Н.В., Петряева А.В., Лыхина В.С., Газин А.А.* Изменение клинических и биохимических показателей крови при хроническом гепатите у собак // Вестник КрасГАУ. 2018. № 2(137). С. 62–69.
5. *Руденко П.А., Руденко А.А., Ватников Ю.А., Кузнецов В.И., Язников С.А.* Клинико-биохимические параметры крови при остром гастроэнтерите у собак // Вестник КрасГАУ. 2020. № 7(160). С. 133–139. doi: 10.36718/1819-4036-2020-7-133-139
6. *Черненко В.В., Симонова Л.Н., Симонов Ю.И.* Клинико-гематологические аспекты гастроэнтерита собак // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 5(63). С. 25–28.
7. *Rudenko P., Vatinikov Y., Sachivkina N., Rudenko A., Kulikov E., Lutsay V., Notina E., Bykova I., Petrov A., Drukovskiy S., Olabode I.R.* Search for promising strains of probiotic microbiota isolated from different biotopes of healthy cats for use in the control of surgical infections // Pathogens. 2021. Vol. 10. No. 6. doi: 10.3390/pathogens10060667
8. *Vatinikov Y., Rudenko A., Gnezdilova L., Sotnikova E., Byakhova V., Piven E., Kulikov E., Petrov A., Drukovskiy S., Petrukhnina O.* Clinical and diagnostic characteristics of the development of hepatocardial syndrome in black and white cows in the early lactation period // Veterinary World. 2022. Vol. 15, No. 9. P. 2259–2268. doi: 10.14202/vetworld.2022.2259-2268
9. *Руденко П.А., Ватников Ю.А., Руденко А.А., Селезнев С.Б., Куликов Е.В.* Патогенетические особенности воспалительных процессов у кошек. М.: РУДН, 2020. 219 с.
10. *Руденко А.А.* Цитокиновый профиль сыворотки крови у собак с эндокардиозом митрального клапана // Ветеринария. 2017. № 10. С. 49–55.

11. *Ватников Ю.А., Руденко А.А., Руденко П.А., Кузнецов В.В., Ягников С.А.* Факторы риска развития струвитного уролитиаза у домашних кошек // *Вестник КрасГАУ*. 2020. № 11(164). С. 122–129. doi: 10.36718/1819-4036-2020-11-122-129

12. *Юлдашбаев Ю.А., Ватников Ю.А., Руденко П.А., Руденко А.А.* Особенности функционального состояния организма овец при стрессе // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство*. 2022. Т. 17, № 2. С. 193–202. doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-2-193-202

13. *Марченко Э.В., Руденко А.А.* Микробиоценозы у собак, больных парвовирусным энтеритом // *Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины*. 2014. Т. 50. № 2–1. С. 44–47.

14. *Руденко А.А., Руденко П.А., Ватников Ю.А., Ягников С.А., Куликов Е.В., Кузнецов В.И.* Информативность эхокардиографического и гематологического скрининга кошек перед проведением общей анестезии // *Ветеринария*. 2020. № 8. С. 53–57. doi: 10.30896/0042-4846.2020.23.8.53-57

15. *Ватников Ю.А., Полябин С.В., Сахно Н.В., Куликов Е.В., Руденко А.А., Боженова Е.Ю., Голева А.А.* Мониторинг и коррекция состояния собак после оперативного устранения заворота желудка. Изд. испр., дораб. М.: ЗооВетКнига, 2022. 250 с.

16. *Руденко А.А., Усенко Д.С., Руденко А.Ф.* Микробиоценоз желчи у кошек при остром холангиогепатите // *Ветеринария сегодня*. 2020. № 3(34). С. 193–198. doi: 10.29326/2304-196X-2020-3-34-193-198

17. *Ватников Ю.А., Руденко П.А., Руденко А.А., Куликов Е.В., Кузнецов В.И., Селезнев С.Б.* Клинико-терапевтическое значение микробиоты при гнойно-воспалительных процессах у животных // *Международный вестник ветеринарии*. 2021. № 1. С. 286–291. doi: 10.17238/issn2072-2419.2021.1.286

18. *Ватников Ю.А., Руденко П.А., Бугров Н.С., Руденко А.А.* Оценка эффективности терапии компенсированного дисбактериоза кишечника у кошек // *Аграрная наука*. 2022. № 1. С. 24–29. doi: 10.32634/0869-8155-2022-355-1-24-29

19. *Руденко П.А., Руденко В.Б., Руденко А.А., Хохлова О.Н., Ржевский Д.И., Казаков В.А., Паликов В.А., Полябин С.В., Дьяченко И.А.* Физико-химические свойства и механизмы действия наночастиц диоксида кремния // *Экспериментальная и клиническая фармакология*. 2022. Т. 85. № 1. С. 27–31. doi: 10.30906/0869-2092-2022-85-1-27-31

20. *Руденко А.А., Ватников Ю.А., Руденко П.А., Селезнев С.Б., Куликов Е.В.* Эндокардиоз атриовентрикулярных клапанов сердца у собак. М.: РУДН, 2022. 241 с.

21. *Ватников Ю.А., Сотникова Е.Д., Бяхова В.М., Петрухина О.А., Семёнова В.И., Руденко А.А.* Клинико-патогенетическая характеристика гепатокардиального синдрома у собак на фоне гепатоза // *Ветеринария*. 2023. № 4. С. 40–46. doi: 10.30896/0042-4846.2023.26.4.40-45

22. *Морозенко Д.В., Левченко В.И.* Биополимеры соединительной ткани для контроля эффективности лечения при гастроэнтерите у собак // *Ветеринария*. 2013. № 8. С. 51–53.

#### Об авторах:

*Карамян Арфеня Семеновна* — кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: karamyan-as@rudn.ru

ORCID: 0000-0003-2112-673X

*Куприна Элиза Артуровна* — аспирант кафедры ветеринарной медицины института ветеринарии, ветсанэкспертизы и агробезопасности, Российский биотехнологический университет, Российская Федерация, г. Москва, Волоколамское ш., д. 11; e-mail: eliza.kupr1999@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2916-7050

*Луцай Владимир Иванович* — доктор ветеринарных наук, доцент, заведующий кафедрой ветеринарной медицины института ветеринарии, ветсанэкспертизы и агробезопасности, Российский биотехнологический университет, Российская Федерация, г. Москва, Волоколамское ш., д. 11; e-mail: recaro21@bk.ru

ORCID: 0009-0003-4668-2545

*Кузнецов Владимир Иванович* — доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедра общей врачебной практики медицинского института, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: kuznetsov-vi@rudn.ru

ORCID: 0000-0002-4739-6976

*Семенова Валентина Ивановна* — кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: semenova-vi@rudn.ru

ORCID: 0000-0002-3932-776X



DOI: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-428-436


EDN: RROTUC

УДК 619:616.28–002:636.7

Научная статья / Research article

## Цитологические и микробиотические аспекты диагностики наружных отитов у собак

Е.А. Пустовит, Н.В. Пименов  

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии  
им. К.И. Скрябина, г. Москва, Российская Федерация  
 [pimenov-nikolai@yandex.ru](mailto:pimenov-nikolai@yandex.ru)

**Аннотация.** Цель проспективного исследования — сравнение цитологических образцов из двух последовательно взятых мазков, полученных из ушных каналов собак с наружным отитом, и определение минимально необходимого количества взятия проб для получения актуальной информации о степени микробиологической обсемененности пораженных слуховых проходов. Образцы получили с использованием стерильных аппликаторов с ватным наконечником, которые последовательно вводили в слуховой проход до легкого сопротивления (стык между вертикальной и горизонтальной частью слухового прохода), после совершения кругового движения аппликатор удаляли и материал с наконечника наносили на предметное стекло перекатывающими движениями таким образом, чтобы на каждом предметном стекле было четыре одиночных параллельных мазка — по два с каждого уха одной и той же собаки. Предметные стекла высушивали на воздухе в течение одного часа и окрашивали по стандартной методике Diff-Quick. Фактический подсчет проводили при увеличении в 1000 раз (на высоком поле увеличения). Бактерии были дифференцированы по форме на кокки и палочки. Количество бактерий и грибов в двух образцах сравнивали при помощи теста подобранных пар Уилкоксона. Качественную согласованность между двумя последовательными мазками определяли при помощи теста  $\kappa$ . Среди исследованных животных выявили породную предрасположенность к наружному отиту у кокер-спаниелей и французских бульдогов и анатомическую предрасположенность у животных с отвисшими ушными раковинами. Не обнаружено существенной разницы в количестве микроорганизмов, присутствующих в двух образцах цитологического мазка из уха, взятых последовательно из одного и того же уха в одном и том же месте наружного слухового прохода, и наблюдалось существенное согласование результатов двух последовательных мазков на наличие кокков и палочек. Для дрожжей согласование было лишь умеренным. Полученные данные свидетельствуют о том, что в случаях наружных отитов у собак воспроизводимость цитологической картины при однократном отборе материала, как правило, отражает актуальный этап патогенеза заболевания

© Пустовит Е.А., Пименов Н.В., 2023



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>



и предоставляет оптимальную возможность выявления местной пролиферативной активности условно-патогенной микробиоты и соответствующего воспалительного ответа макроорганизма.

**Ключевые слова:** отвисшая ушная раковина, диагностика болезней, наружный слуховой проход, бактерии, дрожжи, микробиом, коккер-спаниель, французский бульдог


**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**История статьи:** поступила в редакцию 11 июля 2023 г.; принята к публикации 10 августа 2023 г.

**Для цитирования:** Пустовит Е.А., Пименов Н.В. Цитологические и микробиотические аспекты диагностики наружных отитов у собак // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2023. Т. 18. № 3. С. 428—436. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-428-436

## Cytological and microbiotic aspects of the diagnosis of otitis externa in dogs

Egor A. Pustovit, Nikolai V. Pimenov  

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K.I. Scriabin,  
Moscow, Russian Federation  
 pimenov-nikolai@yandex.ru

**Abstract.** The purpose of the study was to compare cytological samples from two consecutive swabs obtained from ear canals of dogs with otitis externa and to determine the minimum number of samples required to obtain up-to-date information on the degree of microbiological contamination of the affected ear canals. Samples were obtained using sterile applicators with a cotton tip, which were sequentially inserted into ear canal until slight resistance (the junction between vertical and horizontal parts of ear canal), after making a circular motion, the applicator was removed and the material from the tip was applied to the glass slide with rolling movements so that on each slide there were four single parallel smears — two from each ear of the dog. The slides were air dried for one hour and stained using the standard Diff-Quick method. The actual counting was carried out at 1000 × magnification (at a high magnification field). Bacteria were differentiated according to their shape into cocci and bacilli. The numbers of bacteria and fungi in the two samples were compared using the Wilcoxon matched pair test. Qualitative agreement between two consecutive swabs was determined using the k-test. Among the studied animals, a breed predisposition to otitis externa was revealed in Cocker Spaniels and French Bulldogs, and an anatomical predisposition in animals with drooping auricles. There was no significant difference in the number of microorganisms present in two ear cytology samples taken consecutively from the same ear at the same site in the external auditory canal, and there was significant agreement between the results of two consecutive smears for the presence of cocci and rods. For yeast, the agreement was only moderate. The data obtained indicate that in cases of otitis externa in dogs, reproducibility of cytological pattern with a single sample of material, as a rule, reflects current stage of pathogenesis of the disease and provides the best opportunity to detect local proliferative activity of opportunistic microbiota and corresponding inflammatory response of the macroorganism.

**Key words:** drooping ear, diagnosis of diseases, external auditory canal, bacteria, yeasts, microbiome, Cocker Spaniel, French Bulldog

**Conflicts of interest.** The authors declared no conflicts of interest.

**Article history:** Received: 11 July 2023. Accepted: 10 August 2023.

**For citation:** Pustovit EA, Pimenov NV. Cytological and microbiotic aspects of the diagnosis of otitis externa in dogs. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023;18(3):428—436. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-428-436

## Введение

Наружный отит (НО) — частое патологическое состояние у мелких домашних животных [1], встречается у 5...20 % в клиническом представительстве собак [2, 3] и 2 % — кошек [4].

Терапевтическое вмешательство при НО зависит от определения всех первичных и вторичных причинных факторов, имеющих негативные последствия [3]. Выявление первичных причин НО является наиболее важным фактором лечения, особенно в хронических случаях [5]. Терапевтическая тактика базируется на этиотропном и патогенетическом методах, в которых основополагающая роль в устранении вторичных факторов принадлежит антимикробной терапии — устранению развивающего и поддерживающего патологический процесс факторов.

Антимикробная терапия всегда основывается как на общем знании видового превалитета в условиях наружного слухового прохода (НСП), так и на полученной информации о частном, конкретном составе микробиома у отдельного больного животного. Для достижения этой цели клиницист проводит отбор содержимого НСП для цитологического исследования и микробиологических исследований (для определения чувствительности выделенных организмов к антимикробным препаратам), причем последнее может быть императивным при неразрешающемся отите и неоднократных попытках эмпирической терапии [6].

При отборе материала на цитологическое исследование ушной тампон вводят в канал (не пропуская его через конус отоскопа), поворачивают и извлекают. Затем его раскатывают на предметное стекло и окрашивают. Наиболее часто для окрашивания отобранного материала используют коммерчески доступные наборы красок по Райт — Гиемза или Дифф — Квик [6], хотя в некоторых случаях иногда выполняется окрашивание по Граму [7]. На основании микроскопического исследования образца выявляют дрожжи или бактерии и может быть начато соответствующее лечение. Из числа дрожжевых организмов обычно выделяют *Malassezia pachydermatis* [1, 8, 9].

Среди бактерий наиболее встречаемый микроорганизм — *Staphylococcus Pseudintermedius* [1]. Среди кокковых форм иногда также встречаются *Staphylococcus aureus* [7] и *Staphylococcus schleiferi* [10]. Из бактерий палочковидной формы чаще выявляют *Pseudomonas aeruginosa* [1], хотя *Proteus mirabilis* [11] или другие грамотрицательные бактерии, такие как *Escherichia coli* [11], *Corynebacterium* spp. [11], могут также встречаться.

Без проведения цитологического исследования содержимого НСП невозможно обоснованно назначать эмпирическую антимикробную терапию. Среди отечественных исследований отсутствует достоверная информация о воспроизводимости данных, полученных после однократного отбора проб для цитологического исследования

при НО у собак. **Цель** проспективного **исследования** — сравнение цитологических образцов из двух последовательно взятых мазков, полученных из ушных каналов собак с НО, и определение минимально необходимого количества взятия проб для получения актуальной информации о степени микробиологической обсемененности пораженных слуховых проходов.

## Материалы и методы исследования

*Исследуемая популяция.* Собаки с наружным отитом, представленные в ветеринарные клиники г. Москвы и Московской области, рассматривались для исследования независимо от того, было ли заболевание в анамнезе хроническим или острым. Критериями включения были НО по крайней мере в одном ухе и цитологическое исследование, выявляющее микробные организмы и/или воспалительные клетки. У всех собак наблюдались клинические признаки, такие как тряска головой, почесывание ушей и/или эритема слухового прохода, либо в анамнезе, либо во время очного приема. У всех животных наблюдалось набухание при отоскопическом исследовании, были обнаружены выделения из уха, признаки воспаления в НСП. Из обеих ушей каждой из собак были взяты три последовательно отобранных образца стерильными аппликаторами. Первый образец использовали для немедленного исследования: он был окрашен по стандартной методике Diff-Quick и оценивался микроскопически. В случае если на 20 и более микроскопических областях с увеличением в 1000 раз (на высоком поле увеличения (ВПУ)) наблюдалось не менее пяти дрожжевых клеток, или не менее пяти кокков, или не менее одной палочки, или наличие воспалительных клеток, таких как нейтрофильные гранулоциты, результаты считали указывающими на инфекцию [12], и животное, от которого были получены такие образцы, включали в исследование.

*Отбор образцов.* Вторые и третьи образцы были получены с использованием стерильного аппликатора с ватным наконечником. Животное было зафиксировано либо владельцем, либо сотрудником ветеринарного предприятия. Ветеринарный врач, участвующий в проведении исследования, вводил аппликатор (для второго образца) в слуховой проход до легкого сопротивления (стык между вертикальной и горизонтальной частью НСП), делал аппликатором круговое движение и удалял. Ту же процедуру незамедлительно проводили с третьим аппликатором.

*Обработка образцов.* Материал с наконечника каждого из аппликаторов наносили на предметное стекло перекатывающими движениями таким образом, чтобы на каждом предметном стекле было четыре одиночных параллельных мазка — по два с каждого уха одной и той же собаки. Предметные стекла высушивали на воздухе в течение одного часа и окрашивали по стандартной методике Diff-Quick. Все образцы были проанализированы одним и тем же исследователем с использованием вертикального светового микроскопа (Микромед 2 (вар. 2–20)) со 100-кратным объективом без масла. Исследование было начато при маломощном увеличении ( $\times 40$ ), чтобы определить репрезентативную и легко оцениваемую область в каждом из этих полей на основе толщины мазка, качества окрашивания

и минимального количества артефактного мусора. Фактический подсчет проводился при увеличении в 1000 раз (ВПУ). Бактерии дифференцировали по форме на кокки и палочки.

*Статистическая оценка.* Количество бактерий и грибов в двух образцах сравнивали при помощи теста подобранных пар Уилкоксона. Качественную согласованность между двумя последовательными мазками определяли при помощи  $\kappa$  (каппа)-теста. Данный метод был использован, так как невозможно выбрать какой-либо один из образцов в качестве золотого стандарта для расчета чувствительности и специфичности. Если две последовательные выборки не были согласованы, то это приводило к снижению  $\kappa$ -индекса. Для определения породной предрасположенности к наружному отиту был использован критерий хи-квадрат; контрольную популяцию составили собаки, поступившие в ветеринарную клинику в течение того же периода времени. Статистическая значимость была определена как  $P < 0,05$ .

## Результаты исследования и обсуждение

*Исследуемая популяция.* В исследование были включены 166 собак с НО. Клинически у 136 пациентов был двусторонний отит, а у 30 — односторонний. Среди них было 24 собаки смешанных пород, 18 кокер-спаниелей, 12 французских бульдогов, 10 мопсов, по 8 вест-хайленд терьеров, фокстерьеров и бассет-хаундов, по 6 биглей, китайских шарпеев, мопсов и миниатюрных пуделей. Все остальные породы были представлены только одним или двумя животными. Кокер-спаниели (точный критерий Фишера,  $P = 0,0006$ ) и французские бульдоги (точный критерий Фишера,  $P = 0,0123$ ) были выявлены предрасположенными к НО. 78 собак были самцами (32 из которых были кастрированы) и 88 — самками (52 из которых были кастрированы). Не было выявлено предрасположенности к НО, связанной с полом (точный критерий Фишера,  $P = 0,435$ ). У 136 собак были отвисшие ушные раковины, а у 30 — стоячие. НО чаще встречался у собак с отвисшими ушными раковинами, чем у собак с прямостоячими (точный критерий Фишера,  $P = 0,0009$ ).

*Выборочная оценка.* 166 собак соответствовали критериям включения, однако у 30 из них цитологические результаты соответствовали критериям включения только в одном ухе, и поэтому в результаты были включены только данные, относящиеся к 302 ушам. Результаты микроскопической оценки обобщены в табл. 1. Не обнаружено существенной разницы между образцами 2 и 3 от любого данного животного с точки зрения количества микроорганизмов (тесты подобранных пар Уилкоксона,  $P = 0,9214$  для дрожжей,  $P = 0,1001$  для кокков и  $P = 0,5781$  для палочек). Дрожжи обнаружены в 282 ушах: в 258 из них (91 %) они присутствовали в обоих образцах, в 16 ушах (6 %) — только в образце 2, а в 8 ушах (3 %) — только в образце 3 (табл. 2). Кокки были выявлены в 246 ушах: в 196 из этих ушей (80 %) — в обоих образцах, в 28 (11 %) — только в образце 2, и еще в 22 (9 %) — только в образце 3. Палочки присутствовали в 38 ушах: в 22 (58 %) из этих ушей — в обоих образцах; в 12 (32 %) — только в образце 2; и в 4 (11 %) — только в образце 3. Выявлено существенное согласование

результатов образцов 2 и 3 в отношении наличия кокков ( $k=0,765$ ) и палочек ( $k=0,705$ ). Для дрожжей согласие было лишь умеренным ( $k=0,581$ ). Из 30 собак с односторонней микробной инфекцией уха дрожжевые грибки присутствовали у 28 (93 %), кокки — у 26 (87 %) и палочки — у 6 (20 %). Большинство цитологических образцов показали комбинацию различных микроорганизмов (табл. 3). Палочки присутствовали только в ассоциации с другими микроорганизмами. В образцах, взятых из 24 (18 %) ушей, присутствовали все три типа организмов.

Таблица 1

**Количество микроорганизмов на двух последовательных мазках, полученных из ушей 41 собак с НО, описательная статистика**

Форма микроорганизма	Среднее арифметическое	Медиана	Стандартное отклонение	Доверительный интервал
<b>Кокки</b>				
Проба 1	109	24	240	71...149
Проба 2	209	26	590	89...311
<b>Палочки</b>				
Проба 1	235	54	341	60...410
Проба 2	275	139	319	82...468
<b>Дрожжи</b>				
Проба 1	54	15	109	36...70
Проба 2	58	17	125	39...80

Table 1

**Number of microorganisms on two consecutive swabs obtained from ears of 41 dogs with otitis externa, descriptive statistics**

Microorganism	Arithmetic mean	Median	Standard deviation	Confidence interval
<b>Cocci</b>				
Sample 1	109	24	240	71...149
Sample 2	209	26	590	89...311
<b>Bacilli</b>				
Sample 1	235	54	341	60...410
Sample 2	275	139	319	82...468
<b>Yeasts</b>				
Sample 1	54	15	109	36...70
Sample 2	58	17	125	39...80

Таблица 2

**Цитологические данные микроорганизмов двух последовательных мазков, взятых из 302 ушей собак с НО**

Микроорганизмы	Позитивные результаты	Одинаковые результаты	Разные результаты	Доля разных результатов, %
Кокки	246	196	50	20
Палочки	38	22	16	42
Дрожжи	282	258	24	9

Table 2

**Cytological data of microorganisms of two consecutive smears taken from 302 ears of dogs with external otitis**

Microorganisms	Positive results	Similar results	Different results	Percentage of different results
Cocci	246	196	50	20
Bacilli	38	22	16	42
Yeasts	282	258	24	9

Таблица 3

**Количество и процентное соотношение различных комбинаций микроорганизмов в ушах собак с наружным отитом**

Ассоциативность микроорганизмов	Дрожжи, ед. (%)	Кокки, ед. (%)	Палочки, ед. (%)
Не в комбинации (единственный организм)	58 (19)	24 (8)	0
В комбинации			
с дрожжами	–	180 (60)	2 (0,7)
кокками	180 (60)	–	6 (2)
палочками	2 (0,7)	6 (2)	–

Table 3

**Number and percentage of different combinations of microorganisms found in ears of dogs with otitis externa**

Associativity of microorganisms	Yeasts (%)	Number of cocci (%)	Bacilli (%)
Not in combination (single organism)	58 (19)	24 (8)	0
In combination with:			
Yeasts	–	180 (60)	2 (0.7)
Cocci	180 (60)	–	6 (2)
Bacilli	2 (0.7)	6 (2)	–

Не обнаружено существенной разницы в количестве микроорганизмов, присутствующих в двух образцах цитологического мазка из уха, взятых последовательно из одного и того же уха в одном и том же месте наружного слухового прохода. Согласование между образцами 2 и 3 было значительным в отношении присутствия кокков и палочек и умеренным в отношении присутствия дрожжей.

В большинстве цитологических образцов (73 %) обнаружено более одного типа микроорганизмов, исключительные случаи присутствия кокков или дрожжей были редкими (8 и 19 % соответственно). Палочки никогда не присутствовали обособленно от других типов микроорганизмов. Наблюдалась тенденция к тому, что количество микроорганизмов, идентифицированных в третьем образце, было незначительно выше, чем во втором, хотя это не было статистически значимым. Возможно, это произошло из-за разрыхления остатков в ухе вторым тампоном, а это означает, что третьим было собрано больше.

Микробы могут быть неравномерно распределены в слуховом проходе, и наблюдаемые различия в плотности могут быть просто отражением этих

различий. Таким образом, авторы не считают, что различия в цифрах имеют клиническое значение, особенно учитывая, что различия в цифрах были незначительными. В этом исследовании обнаружено, что коккер-спаниели и французские бульдоги предрасположены к развитию НО. Сообщалось также, что эти породы предрасположены к атопическому дерматиту [13–15]. Учитывая, что примерно у 50 % собак с атопическим дерматитом также имеется НО в качестве клинического признака [13], такая породная предрасположенность не удивительна. Собаки, принадлежащие к породам с отвисшими ушными раковинами, составляли большинство собак с наружным отитом, включенных в это исследование. Это согласуется с предыдущими исследованиями, показывающими, что у собак этих типов наружный отит развивается чаще, чем у собак с прямостоячими ушными раковинами [14, 15]. Неясно, существует ли у собак половая предрасположенность к наружному отиту [4]. Настоящее исследование также не показало половой предрасположенности к наружному отиту у собак.

## Заключение

Представленные данные характеризуют цитологические и микробиотические аспекты патогенетики НО у собак, которые могут быть использованы в диагностике и определении эффективной терапевтической тактики. Проведенное исследование подтверждает воспроизводимость метода взятия образцов для цитологического исследования, используемого для индикации и установления формы микроорганизмов, вовлеченных в развитие НО у собак. Полученные данные свидетельствуют о том, что, в случаях НО у собак воспроизводимость цитологической картины при однократном отборе материала, как правило, отражает актуальный этап патогенеза заболевания и предоставляет оптимальную возможность выявления местной пролиферативной активности условно-патогенной микробиоты, а также соответствующего воспалительного ответа макроорганизма.

## Библиографический список / References

1. Hader C. Canine otitis externa — microbial investigations including antibiotic susceptibility testing of ear swabs from the year 2016. *Kleintierpraxis*. 2020;65:312–324. doi: 10.2377/0023-2076-65-312
2. Goodale EC, Outerbridge CA, White SD. *Aspergillus* otitis in small animals — a retrospective study of 17 cases. *Vet. Dermatol.* 2016;27(1):3-e2. doi: 10.1111/vde.12283
3. Saridomichelakis MN, Farmaki R, Leontides LS, Koutinas AF. Aetiology of canine otitis externa: a retrospective study of 100 cases. *Vet Dermatol.* 2007;18(5):341–347. doi: 10.1111/j.1365-3164.2007.00619.x
4. August JR. Otitis externa: a disease of multifactorial etiology. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 1988;18(4):731–742. doi: 10.1016/S0195-5616(88)50076-1
5. Perry LR, MacLennan B, Korven R, Rawlings TA. Epidemiological study of dogs with otitis externa in Cape Breton, Nova Scotia. *Can Vet J.* 2017;58(2):168–174.
6. Kowalski JJ. The microbial environment of the ear canal in health and disease. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 1988;18(4):743–754. doi: 10.1016/S0195-5616(88)50077-3



7. Kroemer S, El Garch F, Galland D, Petit JL, Woehrl F, Boulouis HJ. Antibiotic susceptibility of bacteria isolated from infections in cats and dogs throughout Europe (2002–2009). *Comp Immunol Microbiol Infect Dis*. 2014;37(2):97–108. doi: 10.1016/j.cimid.2013.10.001
8. Santos AJ, Vieira MCG, Lima PPA, de Oliveira LRC, Cardinot CB, Rocha TVP, Lanna LLE, Franciscato C. Prevalência de microrganismos e ácaros encontrados em amostras dermatológicas e otológicas de cães e gatos. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*. 2020; 14(3):1–11.
9. Woelms C. Otitis externa — Bacterial distribution and resistance patterns of isolates from swab samples from the year 2011. *Kleintierpraxis*. 2014;59(6):297–312. doi: 10.2377/0023-2076-59-297
10. Nakamura T, Kitana J, Fujiki J, Takase M, Iyori K, Simoike K, et al. Lytic activity of polyvalent staphylococcal bacteriophage PhiSA012 and its endolysin Lys-PhiSA012 against antibiotic-resistant staphylococcal clinical isolates from canine skin infection sites. *Front Med*. 2020;7:234. doi: 10.3389/fmed.2020.00234
11. Li Y, Fernández R, Durán I, Molina-López RA, Darwich L. Antimicrobial resistance in bacteria isolated from cats and dogs from the Iberian Peninsula. *Front Microbiol*. 2021;11:621597. doi: 10.3389/fmicb.2020.621597
12. Hennevelde K, Rosychuk RA, Olea-Popelka FJ, Hyatt DR, Zabel S. *Corynebacterium* spp. in dogs and cats with otitis externa and/or media: a retrospective study. *J Am Anim Hosp Assoc*. 2012;48(5):320–326. doi: 10.5326/JAAHA-MS-5791
13. King SB, Doucette KP, Seewald W, Forster SL. A randomized, controlled, single-blinded, multicenter evaluation of the efficacy and safety of a once weekly two dose otic gel containing florfenicol, terbinafine and betamethasone administered for the treatment of canine otitis externa. *BMC Vet Res*. 2018;14(1):307. doi: 10.1186/s12917-018-1627-5
14. O’Neill DG, Jackson C, Guy JH, Church DB, McGreevy PD, Thomson PC, et al. Epidemiological associations between brachycephaly and upper respiratory tract disorders in dogs attending veterinary practices in England. *Canine Genet Epidemiol*. 2015;2:10. doi: 10.1186/s40575-015-0023-8
15. O’Neill DG, Volk AV, Soares T, Church DB, Brodbelt DC, Pegram C. Frequency and predisposing factors for canine otitis externa in the UK — a primary veterinary care epidemiological view. *Canine Med Genet*. 2021;8(1):7. doi: 10.1186/s40575-021-00106-1

#### Об авторах:

*Пустовит Егор Анатольевич* — аспирант кафедры иммунологии и биотехнологии факультета биотехнологии и экологии, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина, 109472, Российская Федерация, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23 с6; e-mail: egor\_pustovit@mail.ru  
SPIN: 6055–0918

*Пименов Николай Васильевич* — доктор биологических наук, профессор кафедры иммунологии и биотехнологии факультета биотехнологии и экологии, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина, 109472, Российская Федерация, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23 с6; e-mail: pimenov-nikolai@yandex.ru  
ORCID: 0000-0003-1658-1949 SPIN: 1911–3815

#### About authors:

*Pustovit Egor Anatolyevich* — PhD student, Department of Immunology and Biotechnology, Faculty of Biotechnology and Ecology, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K.I. Scriabin, 23/6 Akademika Scryabina st., Moscow, 109472, Russian Federation; e-mail: egor\_pustovit@mail.ru  
SPIN: 6055–0918

*Pimenov Nikolai Vasilievich* — Doctor of Biology, Professor, Department of Immunology and Biotechnology, Faculty of Biotechnology and Ecology, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K.I. Scriabin, 23/6 Akademika Scryabina st., Moscow, 109472, Russian Federation; e-mail: pimenov-nikolai@yandex.ru  
ORCID: 0000-0003-1658-1949 SPIN: 1911–3815



## Ветеринарно-санитарная экспертиза Veterinary sanitary inspection








DOI: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-437-446

EDN: RUGDBM

УДК 619:616.995.128.11

*Научная статья / Research article*


### Эколого-эпизоотические и санитарно-гигиенические проблемы эхинококкоза домашних коз и собак в регионе Северного Кавказа

А.М. Биттиров<sup>1,2</sup>  , С.А. Шемякова<sup>3</sup> , Б.К. Лайпанов<sup>3</sup> ,  
А.А. Газаева<sup>1</sup> , И.А. Биттиров<sup>1</sup> , М.И. Шопинская<sup>4</sup> 

<sup>1</sup>Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова,  
г. Нальчик, Российская Федерация

<sup>2</sup>Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт — филиал  
ФГБНУ «ФАНЦ РД», г. Махачкала, Российская Федерация

<sup>3</sup>Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии —  
МВА им. К.И. Скрябина, г. Москва, Российская Федерация

<sup>4</sup>Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация  
 bam\_58a@mail

**Аннотация.** Эхинококковая инвазия, включенная ВОЗ в перечень особо социально опасных паразитарных зоонозов, является одной из самых острых нерешенных эпидемических, эпизоотических и санитарно-гигиенических проблем для более чем 250 стран мира. Цель исследования — изучение эпизоотических и санитарно-гигиенических проблем эхинококкоза домашних коз и собак в регионе Северного Кавказа. В 2019–2022 гг. исследованиями охвачены 3 климатические зоны Кабардино-Балкарии. Объектами служили печени и легкие 120 убойных коз, отделы кишечника 15 трупов собак, убитых с соблюдением Международных правил гуманного отношения к животным (2012). Мониторинг эхинококкоза собак и коз проводили методом вскрытия по К.И. Скрябину (1928) органов и тканей. Количество яиц тениидного типа в фекалиях

© Биттиров А.М., Шемякова С.А., Лайпанов Б.К., Газаева А.А., Биттиров И.А., Шопинская М.И., 2023



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

собак и в 520 пробах воды природных водоемов бассейна р. Терек определяли согласно методическим рекомендациям ВНИИП (1986). В печени и легких коз в равнинной зоне индекс встречаемости инвазии кистозной формы *Echinococcus granulosus* составил 18 %, в предгорной зоне — 24 %, в горной зоне — 28 % (в среднем — 25 %). Извлеченные из печени и легких овец прозрачные цисты эхинококка в 100 % образцов содержали протосколексы, что указывает на вероятность возникновения в регионе очагов с участием собак и диких хищников. Природные водоемы Кабардино-Балкарии также являются крупными биотопами тениозов. Контаминация проб воды рек яйцами тениид составляет 11,0...37,0 %. Регион относится к группе субъектов с высокими показателями зооноза у животных из-за нарушения сроков дегельминтизации приорных собак, отсутствия санитарно-профилактической работы с населением. По эпизоотической ситуации по эхинококкозу животных Кабардино-Балкарскую Республику можно отнести к неблагополучным регионам РФ, так как наблюдается увеличение поголовья собак с ленточным эхинококкозом и коз, зараженных фертильными кистами. Санитарно-гигиеническое загрязнение р. Терек и ее притоков Малка, Баксан, Черек и Чегем яйцами цестод является угрозой для распространения эхинококкоза среди животных и человека.

**Ключевые слова:** Кабардино-Балкария, паразитарный зооноз, *Echinococcus granulosus*, климатическая зона, индексы встречаемости, яйца тениид, тениоз

**Вклад авторов:** А.М. Биттиров — концепция и дизайн исследования, подготовка рукописи; С.А. Шемякова, Б.К. Лайпанов — сбор данных, обзор литературы; А.А. Газаева, И.А. Биттиров — анализ и интерпретация результатов; М.И. Шопинская — обзор литературы. Все авторы ознакомлены с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность Ветеринарной службе Черекского района Кабардино-Балкарской Республики за предоставление отчетных данных о распространении зоонозов.

**История статьи:** поступила в редакцию 12 июля 2023 г.; принята к публикации 11 августа 2023 г.

**Для цитирования:** Биттиров А.М., Шемякова С.А., Лайпанов Б.К., Газаева А.А., Биттиров И.А., Шопинская М.И. Эколого-эпизоотические и санитарно-гигиенические проблемы эхинококкоза домашних коз и собак в регионе Северного Кавказа // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2023. Т. 18. № 3. С. 437—446. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-437-446

## Ecological, epizootic, sanitary and hygienic problems of echinococcosis in domestic goats and dogs in the North Caucasus


Anatoly M. Bittirov<sup>1,2</sup>  , Svetlana A. Shemyakova<sup>3</sup> , Boris K. Laipanov<sup>3</sup> ,  
Asiyat A. Gazaeva<sup>1</sup> , Ismail A. Bittirov<sup>1</sup> , Marina I. Shopinskaya<sup>4</sup> 

<sup>1</sup>Kabardino-Balkarian State Agrarian University, *Nalchik, Russian Federation*

<sup>2</sup>Pre-Caspian Zonal Research Veterinary Institute — branch of Federal Agrarian Research Center of the Republic of Dagestan, *Makhachkala, Russian Federation*

<sup>3</sup>Moscow State Veterinary Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology, *Moscow, Russian Federation*

<sup>4</sup>RUDN University, *Moscow, Russian Federation*

 bam\_58a@mail.ru

**Abstract.** Echinococcal invasion, included by the World Health Organization in the list of especially socially dangerous parasitic zoonoses, is an unresolved epidemic, epizootic and sanitary-hygienic problem for the population and animals in more than 250 countries of the world. The purpose of the research was to study

the epizootic and sanitary-hygienic problems of echinococcosis of domestic goats in the North Caucasus region. In 2019–2022, the research was carried out in 3 climatic zones of Kabardino-Balkaria. The objects were liver and lungs of 120 slaughter goats. The intestines were dissected from 15 dog corpses slaughtered in accordance with the International Rules for the Humane Treatment of Animals (2012). Monitoring of echinococcosis in dogs and goats was performed by the method of autopsy of organs and tissues according to K.I. Scriabin (1928). The number of eggs of taeniid type in faeces of dogs and in 520 samples of water from natural reservoirs of the Terek river basin was determined according to the guidelines of Russian Research Institute of Parasitology (1986). In plain climatic zone, index of occurrence of cystic *Echinococcus granulosus* invasion in liver and lungs of goats was 18 %, in foothill zone — 24 %, in mountain zone — 28 % (on average, 25 %). Extracted from liver and lungs of sheep, transparent cysts of echinococcus contained protoscolexes in 100 % of the samples, which indicates the likelihood of foci involving dogs and wild predators in the region. Natural reservoirs of Kabardino-Balkaria are also large biotopes of teniosis. Contamination of river water samples with taeniid eggs is 11.0...37.0 %. The region belongs to the group of subjects with high rates of zoonosis in animals due to violation of the terms of deworming for priortary dogs, lack of sanitary and preventive work with the population. According to the epizootic situation for animal echinococcosis, the Kabardino-Balkarian Republic can be attributed to disadvantaged regions of the Russian Federation, as there is an increase in the number of dogs with echinococcosis and goats infected with fertile cysts. Sanitary and hygienic pollution of the Terek river and its tributaries, Malka, Baksan, Cherek and Chegem, with eggs of cestodes is a threat to the spread of echinococcosis among animals and humans.

**Keywords:** Kabardino-Balkaria, parasitic zoonosis, *Echinococcus granulosus*, climatic zone, occurrence index, taeniid eggs, teniosis

**Author Contributions:** A.M. Bittirov — concept and design of the study, preparation of the manuscript; S.A. Shemyakova, B.K. Laipanov — data collection, literature review, A.A. Gazaeva, I.A. Bittirov — analysis and interpretation of the results, M.I. Shopinskaya — literature review. All authors read and approved the final manuscript. All authors made an equivalent contribution to the article.

**Conflicts of interest.** The authors declared no conflicts of interest.

**Acknowledgments. Funding.** The authors express their gratitude to the Veterinary Service of the Chereksky District of the Kabardino-Balkarian Republic for providing reporting data on the distribution of zoonoses. The study was not sponsored.

**Article history:** Received: 12 July 2023. Accepted: 11 August 2023

**For citation:** Bittirov AM, Shemyakova SA, Laipanov BK, Gazaeva AA, Bittirov IA. Ecological, epizootic, sanitary and hygienic problems of echinococcosis in domestic goats and dogs in the North Caucasus. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023;18(3):437–446. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-437-446

## Введение

Цестода *Echinococcus granulosus*, как в имагинальной, так и в личиночной стадиях, согласно отчетам ВОЗ [1], входит в число возбудителей социально опасных зоонозов паразитарной природы и является планетарной эпидемической, эпизоотической и санитарно-гигиенической угрозой для населения и животных.

По данным предшествующих исследований [2–4] по распространенности эхинококкоз собак и диких плотоядных животных является инвазией гиперэпизоотической с экстенсивностью инвазии 25...80 % и интенсивностью от десятков до сотен и нескольких тысяч экз./голову. Эхинококкоз собак и диких плотоядных представляет собой и глобальную санитарно-гигиеническую проблему для сельских, биосферных, курортно-рекреационных территорий, а также для мегаполисов [5–9]. В субъектах Северо-Кавказского региона эхинококкоз собак и диких плотоядных —

экосистемная биологическая угроза для отраслей животноводства и населения, а эхинококкоз жвачных наносит миллиардный экономический ущерб [10–12].

Вместе с тем в регионе Северного Кавказа мало подтвержденных данных о зараженности домашних коз зоонозом, о корреляции индекса встречаемости эхинококкоза у собак и домашних коз [3, 4, 13]. К тому же в литературе мы не нашли сведений о санитарии и гигиене природных водоемов [14–17].

**Цель исследования** — изучение эпизоотических и санитарно-гигиенических проблем эхинококкоза собак и домашних коз в Кабардино-Балкарской Республике.

## Материалы и методы исследования

Исследованиями в 2019–2022 гг. охвачены три климатические зоны Кабардино-Балкарии. Объектами исследований служили печени и легкие 120 убойных коз и отделы кишечника 15 трупов собак, убитых с соблюдением Международных правил гуманного отношения к животным (2012). Мониторинг эхинококкоза собак и коз проводили методом полного гельминтологического вскрытия (ПГВ) по К.И. Скрябину (1928) органов и тканей. Количество яиц тениидного типа в фекалиях собак и в 520 пробах воды водоемов бассейна р. Терек определяли согласно методическим рекомендациям ВНИИП (1986). Статистическую обработку цифровых данных по материалам научной работы проводили по компьютерной программе «Биометрия».

## Результаты исследований и обсуждение

По результатам полного гельминтологического вскрытия печени и легких по К.И. Скрябину (1928) домашних коз старше года индекс экстенсивности инвазии кистозной формы эхинококкоза в равнинной зоне составил 35, в предгорной зоне — 27,5, в горной зоне — 20 % (в среднем по Кабардино-Балкарской Республике — 27,5 %) (табл. 1, 2).

Таблица 1/ Table 1

### Индексы экстенсивности и интенсивности инвазии кистозного эхинококкоза у домашних коз в разрезе зональности Кабардино-Балкарии (ПГВ\* печени и легких)/Indices of extensiveness and intensity of invasion of cystic echinococcosis in domestic goats in the zonality of the Kabardino-Balkaria (CHA\* of liver and lungs)

Показатели/ Indicators	Природно-климатическая зона/ Natural-climatic zone		
	Равнинная/ Plain	Предгорная/ Foothill	Горная / Mountain
Количество исследованных домашних коз, голов/ Number of domestic goats studied, heads	40	40	40
Количество коз, инвазированных кистами <i>Echinococcus granulosus</i> , голов/ Number of goats infested with <i>Echinococcus granulosus</i> cysts, heads	14	11	8

Окончание табл. 1/ Ending table 1

Показатели/ Indicators	Природно-климатическая зона/ Natural-climatic zone		
	Равнинная/ Plain	Предгорная/ Foothill	Горная / Mountain
Индексы экстенсивности инвазии кист <i>Echinococcus granulosus</i> , %/ Indices of invasion extensiveness of <i>Echinococcus granulosus</i> cysts, %	35,0	27,5	20,0
Интенсивность инвазии цист <i>Echinococcus granulosus</i> , экз./голову / Abundance intensity of <i>Echinococcus granulosus</i> invasion, cysts per animal	19.0 ± 1.6	15.0 ± 1.4	11.0 ± 1.0

\*Полное гельминтологическое вскрытие / Complete helminthological autopsy.

Таблица 2/ Table 2

**Средние индексы экстенсивности и интенсивности инвазии кистозного эхинококкоза домашних коз (ПГВ\* печени и легких коз) / Average indices of extensiveness and intensity of invasion of cystic echinococcosis in domestic goats (CHA\* of liver and lungs)**

Показатели / Indicators	Количество исследованных домашних коз, голов / Number of researched domestic goats	Количество коз, инвазированных кистами <i>Echinococcus granulosus</i> , голов / Number of goats infested with <i>E. granulosus</i> cysts	Индексы экстенсивности инвазии кист <i>E. granulosus</i> , %/ Indices of invasion extensiveness of <i>E. granulosus</i> cysts, %	Индексы интенсивности инвазии цист <i>E. granulosus</i> , экз./голову/ Intensity of <i>E. granulosus</i> invasion, cysts per animal
Всего / Total	120	33	20.00...35.00	11.0 ± 1.0...19.0 ± 1.6
В среднем / Average	40	11	27.50	15.0 ± 1.3

\*Полное гельминтологическое вскрытие / Complete helminthological autopsy.

В печени и легких коз интенсивность инвазии эхинококкоза была в пределах  $11,0 \pm 1,0 \dots 19,0 \pm 1,6$  экз./гол. (ср.  $15,0 \pm 1,3$  экз./гол.) (см. табл. 2).

Кисты эхинококка, извлеченные из печени, легких и других органов коз, были овальной или шарообразной формы, больших размеров, в 100 % кист содержались протосколексы, что связано наличием природных очагов зооноза с участием собак и диких хищников.

По результатам ПГВ тонкого кишечника собак по методу К.И. Скрыбина (1928) индекс экстенсивности инвазии ленточных стадий эхинококка в равнинной зоне составил 80, в предгорной — 80, в горной — 60 % при колебаниях индексов интенсивности инвазии — от 262,4 до 431,8 экз./гол. (табл. 3, 4). Это указывает на высокую биологическую активность паразитарной системы эхинококкоза в регионе Кавказа.

Таблица 3/ Table 3

**Индексы экстенсивности и интенсивности инвазии возбудителя ленточного эхинококкоза у собак (по результатам ПГВ\* тонкого отдела кишечника)/  
Indices of extensiveness and intensity of invasion of echinococcosis pathogens in dogs (according to CHA\* of the small intestine)**

Показатели/ Indicators	Природно-климатическая зона/ Climatic zone		
	Равнинная/ Plain	Предгорная/ Foothill	Горная / Mountain
Количество исследованных собак, голов/ Number of researched dogs	5	5	5
Количество собак, инвазированных кистами <i>Echinococcus granulosus</i> , голов / Number of dogs infested with <i>Echinococcus granulosus</i>	4	4	3
Индексы экстенсивности инвазии <i>Echinococcus granulosus</i> , %/ Indices of extensiveness of <i>Echinococcus granulosus</i> invasion, %	80,0	80,0	60,0
Индексы интенсивности инвазии <i>Echinococcus granulosus</i> , экз./голову/ Indices of intensity of <i>Echinococcus granulosus</i> invasion, pathogens per dog	431.8 ± 34.6	327.0 ± 29.3	262.4 ± 21.7

\*Полное гельминтологическое вскрытие / Complete helminthological autopsy.

Таблица 4 / Table 4

**Средние показатели распространения эхинококкоза собак (по данным ПГВ\* тонкого отдела кишечника)/Average prevalence of canine echinococcosis infection (According to CHA\* of small intestine)**

Показатели/ Indicators	Количество исследованных собак, голов/ Number of researched dogs	Количество собак, инвазированных кистами <i>Echinococcus granulosus</i> , голов/ Number of dogs infested with <i>E. granulosus</i>	Индексы экстенсивности инвазии <i>E. granulosus</i> , %/Indices of extensiveness of <i>E. granulosus</i> invasion, %	Индексы интенсивности инвазии <i>E. granulosus</i> , экз./голову/Indices of intensity of <i>E. granulosus</i> invasion, pathogens per dog
Всего/ Total	15	11	60.0...80.0	262.4 ± 21.7...431.8 ± 34.6
В среднем/ Average	5	3.67	73.33	340.4 ± 28.5

\*Полное гельминтологическое вскрытие / Complete helminthological autopsy.

Высокие значения показателей средней экстенсивности и интенсивности инвазии и распространения эхинококкоза собак (73,33 %) и домашних коз (27,5 %) связаны с нарушениями сроков дегельминтизации собак, игнорированием мер по отлову и дегельминтизации собак, отсутствием санитарно-просветительской работы среди населения и работников животноводства.

Районы животноводства в Кабардино-Балкарии, в основном, сосредоточены на присельских пастбищах, находящихся в бассейнах р. Терек, притоков Малка, Баксан, Черек и Чегем. Интенсивная их эксплуатация прямо и косвенно отрицательно влияет на санитарно-гигиеническое состояние бассейна р. Терек и ее притоков (табл. 5).



**Санитарно-гигиеническое состояние бассейна р. Терек, ее крупных водотоков в пределах Кабардино-Балкарии (по данным индексов экстенсивности и интенсивности яиц тениид в пробах воды)/Sanitary and hygienic condition of the Terek river basin, its large watercourses within Kabardino-Balkaria (according to the indices of extensiveness and intensity of taeniid eggs in water samples)**

Показатели / Indicators	Водоёмы/ Reservoirs				
	Р. Терек / the Terek river	Приток Малка / Malka tributary	Приток Баксан / Baksan tributary	Приток Черек / Cherek tributary	Приток Чегем / Chegem tributary
Количество исследованных проб воды, ед. / Number of water samples studied	120	100	100	100	100
Количество проб воды с наличием яиц тениид, ед./ Number of water samples with taeniid eggs	40	27	19	30	22
Процент загрязненных яйцами тениид проб воды / % of water samples contaminated with taeniid eggs	30.00	27.00	19.00	30.00	22.00
Средний индекс интенсивности яиц тениид экз. в перерасчете на 1 литр воды/ Average index of intensity of taeniid eggs per 1 l of water	23.6 ± 1.8	20.3 ± 1.6	17.5 ± 1.1	24.7 ± 1.6	18.9 ± 1.3

По данным индексов экстенсивности и интенсивности в пробах воды в бассейнах р. Терек, Малка, Баксан, Черек и Чегем яиц тениидного типа указывает на загрязнение водоемов инвазивными элементами цестод и представляет угрозу для животных и людей (см. табл. 5).

В Кабардино-Балкарской Республике природные водоемы бассейна р. Терек и ее такие крупные водотоки, как Малка, Баксан, Черек и Чегем, являются постоянными биотопами тениидозов, где процент загрязненных яйцами тениид проб воды варьирует от 19,0 до 40,0 %, а индекс обилия яиц тениид в воде —  $17,5 \pm 1,1 \dots 23,6 \pm 1,8$  экз./л (см. табл. 5).

Отечественными [2–4, 11] и зарубежными исследователями [5–8, 15] отмечается, что эхинококкоз собак, овец и коз становится одними из главных и наиболее активных глобальных эпизоотологических и санитарно-гигиенических угроз для отраслей животноводства и населения в мире. В этом плане наши результаты подтверждают необходимость разработки программ территориального и зонального санитарно-гигиенического, эпизоотологического и эпидемиологического мониторинга. Полученные данные по экстенсивности и интенсивности инвазии эхинококкоза собак и домашних коз целесообразно использовать соответствующими службами Россельхознадзора и Минприроды по Кабардино-Балкарской Республике при разработке нормативно-правовых документов по охране окружающей среды и водных ресурсов от санитарно опасного паразитарного загрязнения инвазионными элементами зоонозных видов био- и геогельминтов.

## Заключение

Цестода *Echinococcus granulosus* в имагинальной и в личиночной стадиях входит в число возбудителей социально опасных зоонозов паразитарной природы и является эпидемическим, эпизоотическим и санитарно-гигиеническим риском для населения и животных всех трех климатических зон Кабардино-Балкарии. Индекс экстенсивности инвазии кистозной формы *Echinococcus granulosus* в печени, легких и селезенке овец в равнинной зоне составлял 18,0, в предгорной зоне — 24,0, в горной зоне — 28,0 % (в среднем — около 25,0 %). В тонком кишечнике собак ленточные стадии *Echinococcus granulosus* встречались с индексом экстенсивности инвазии в пределах 67...83 % при колебаниях индексов обилия от 227,5 до 312,6 экз./голову, что показывает биологическую активность паразитарной системы эхинококкоза. Это явление связано с несоблюдением сроков дегельминтизации собак, игнорированием санитарно-просветительской работы с населением и с работниками отраслей животноводства в регионе.

Наши данные указывают на необходимость разработки программ зонального санитарно-гигиенического, эпизоотологического и эпидемиологического мониторинга зооноза в регионах Северо-Кавказского федерального округа.

## Библиографический список

1. Гельминтные инфекции, передаваемые через почву // ВОЗ. Информационный бюллетень. Май 2014. № 366. Режим доступа: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs366/ru/>
2. Сарбашева М.М., Биттирова А.А., Атабиева Ж.А., Биттиров А.М. Эпидемиологический анализ нематодозов человека в Кабардино-Балкарской Республике // Успехи современного естествознания. 2013. № 3. С. 25–26.
3. Биттирова А.А., Газаева А.А., Вологиров А.С., Анахаева А.К., Кадырова А.К., Уянаева Ф.Б., Биттиров А.М. Эпидемическая оценка ларвального токсокароза среди мигрантов в Кабардино-Балкарии // Актуальные вопросы научного обеспечения профилактики паразитарных болезней: материалы Всерос. заоч. науч.-практ. интернет конф., 2016. С. 67–72.
4. Онищенко Г.Г. Медико-биологические аспекты профилактики гельминтозов у детей // Вестник РАМН. 2005. № 4. С. 69–73.
5. Afshan K. Impact of climate change and man-made irrigation systems on the transmission risk, long-term trend and seasonality of human and animal Toxocariasis in Pakistan // Geospat Health. 2014. № 8(2). P. 317–334. doi: 10.4081/gh.2014.22
6. Albuquerque J.A., Paz I., Ferreira F.E., Torres V. Molluscidal activity of Crowfoot Christ (*Euphorbia splendens* var. *hislopilii*) (*Euphorbiaceae*) Latex submitted to pH variation // Brazilian Arch. Biol. Technol. 2013. № 46. P. 415–420.
7. Di Maggio L.S. Across intra-mammalian stages of the liver fluke *Fasciola hepatica*: a proteomic study Sci. Rep. 2016. 16 p.
8. Kioutsioukis I., Stilianakis N.I. Assessment of West Nile virus transmission risk from a weather-dependent epidemiological model and a global sensitivity analysis framework. Acta Trop. 2019. № 193. P. 129–141. doi: 10.1016/j.actatropica.2019.03.003
9. Kanadhia K.C., Ramavataram D.V., Nilakhe S.P. A study of water hardness and the prevalence of hypomagnesaemia and hypocalcaemia in healthy subjects of Surat district (Gujarat) // Magnes Res. 2014. № 27(4). P. 165–174.
10. Хроменкова Е.П., Васерин Ю.И., Димидова Л.Л., Шишканова Л.В. Санитарно-паразитологическая характеристика почвы юга России // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2008. № 4. С. 7–11.
11. Эльдарова Л.Х., Мусаев З.Г. Общность и количество видов гельминтов человека и животных в регионе Северного Кавказа // Аграрная Россия. 2015. № 12. С. 40–41.
12. Газаева А.А., Биттиров А.М., Мусаев З.Г. Гельминтоценозы человека и животных Северного Кавказа // Ветеринария Кубани. 2017. № 4. С. 53–55.
13. Сарбашева М.М., Биттирова А.А., Атабиева Ж.А., Биттиров А.М. Краевая эпидемиология цестодозов человека в Кабардино-Балкарии // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2012. № 6. С. 35–37.

14. Ander E.L., Watts M.J., Smedley P.L., Hamilton E.M., Close R., Crabbe H., Fletcher T., Rimell A., Studen M., Leonardi G. Variability in the chemistry of private drinking water supplies and the impact of domestic treatment systems on water quality // *Environmental Geochemistry and Health*. 2016. № 38 (6). P. 1313–1332.
15. De Roos AJ, Robinson LF, Rai AI. Review of Epidemiological Studies of Drinking-Water Turbidity in Relation to Acute Gastrointestinal Illness // *Environmental Health Perspectives*. 2017. № 125 (8). P. 086003.
16. European Centre for Prevention and Control (ECDC) Epidemiological Update West Nile Virus Transmission Season in Europe. 2018. <https://ecdc.europa.eu/en/news-events/epidemiological-update-west-nilevirus-transmission-season-europe-2018> (April 29,2019).
17. Ermakova L., Nagorny S., Pshenichnaya N., Ambalov Y., Boltachiev K. Clinical and laboratory features of human dirofilariasis in Russia // *IDCases*. 2017. № 9. P. 112–115. doi: 10.1016/j.idcr.2017.07.006

## References

1. WHO. *Soil-transmitted helminth infections*. Available from: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/soil-transmitted-helminth-infections> [Accessed 15th June 2023].
2. Sarbasheva MM, Bittirova AA, Atabieva ZA, Bittirov AM. Epidemiological analysis of human nematosis in Kabardino-Balkaria Republic. *Advances in current natural sciences*. 2013;(3):25–26. (In Russ.).
3. Bittirova AA, Gazaeva AA, Vologirov AS, Anakhaeva AK, Kadyrova AK, Uyanaeva FB, et al. Epidemic assessment of larval toxocarosis among migrants in Kabardino-Balkaria. In: *Topical issues of scientific support for the prevention of parasitic diseases: conference proceedings*. 2016. p.67–72. (In Russ.).
4. Onishchenko GG. Medico-biological aspects of prevention of helminthiasis in children. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2005;(4):69–73. (In Russ.).
5. Afshan K. Impact of climate change and man-made irrigation systems on the transmission risk, long-term trend and seasonality of human and animal fascioliasis in Pakistan. *Geospat Health*. 2014;8(2):317–334. doi: 10.4081/gh.2014.22
6. Vasconcellos MC, Albuquerque JA, Paz I, Ferreira FE, Torres V. Molluscicidal activity of Crowfoot Christ (*Euphorbia splendens* var. *hislopii*) (Euphorbiaceae) Latex submitted to pH variation. *Brazilian Arch. Biol. Technol*. 2003;46:415–420.
7. Di Maggio LS, Tirloni L, Pinto AF, Diedrich JK, Yates III JR, Benavides U, et al. Across intra-mammalian stages of the liver fluke *Fasciola hepatica*: a proteomic study. *Scientific Reports*. 2016;6:32796. doi: 10.1038/srep32796
8. Kioutsoukis I, Stilianakis NI. Assessment of West Nile virus transmission risk from a weather-dependent epidemiological model and a global sensitivity analysis framework. *Acta Tropica*. 2019;193:129–141. doi: 10.1016/j.actatropica.2019.03.003
9. Kanadhia KC, Ramavataram DVSS, Nilakhe SPD, Patel S. A study of water hardness and the prevalence of hypomagnesaemia and hypocalcaemia in healthy subjects of Surat district (Gujarat). *Magnesium Research*. 2014;27(4):165–174. doi: 10.1684/mrh.2014.0373
10. Khromenkova EP, Vaserin YI, Romanenko NA, Dimidova LL, Upyrev AV, Shishkanova LV, et al. Sanitary and parasitological characteristics of the soil in the south of Russia. *Medical Parasitology and Parasitic Diseases*. 2008;(4):7–11. (In Russ.).
11. Bittirov AM, Kagermazov TB, Kalabekov AA, Bittirova AA, Eldarova LK, Musaev ZG. Commonality and the number of species of helminths of humans and animals in the North Caucasus. *Agrarnaya Rossiya*. 2015; (12):40–41. (In Russ.).
12. Gazaeva AA, Bittirov AM, Musaev ZG. Helminthocenoses of humans and animals of the North Caucasus. *Veterinaria Kubani*. 2017;(4):53–55. (In Russ.).
13. Sarbasheva MM, Bittirova AA, Atabieva ZA, Bittirov AM, Bittirov AM. Regional epidemiology of human cestodiasis in the Kabardino-Balkar Republic. *Epidemiology and infectious diseases*. 2012;(6):35–37. (In Russ.).
14. Ander EL, Watts MJ, Smedley PL, Hamilton EM, Close R, Crabbe H, et al. Variability in the chemistry of private drinking water supplies and the impact of domestic treatment systems on water quality. *Environmental Geochemistry and Health*. 2016;38(6):1313–1332. doi: 10.1007/s10653-016-9798-0
15. De Roos AJ, Gurian PL, Robinson LF, Rai AI. Review of Epidemiological Studies of Drinking-Water Turbidity in Relation to Acute Gastrointestinal Illness. *Environmental Health Perspectives*. 2017;125(8):086003. doi: 10.1289/EHP1090
16. European Centre for Prevention and Control. *Epidemiological Update: West Nile virus transmission season in Europe, 2018*. Available from: <https://ecdc.europa.eu/en/news-events/epidemiological-update-west-nilevirus-transmission-season-europe-2018> [Accessed 15th June 2023].
17. Ermakova L, Nagorny S, Pshenichnaya N, Ambalov Y, Boltachiev K. Clinical and laboratory features of human dirofilariasis in Russia. *IDCases*. 2017;9:112–115. doi: 10.1016/j.idcr.2017.07.006

**Об авторах:**

*Биттиров Анатолий Мурашевич* — доктор биологических наук, профессор кафедры ветеринарной медицины, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова, Российская Федерация, 360030, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, пр. Ленина, д. 1 в; Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт — филиал ФГБНУ «ФАНЦ РД», Российская Федерация, 367000, республика Дагестан, г. Махачкала, ул. Дахадаева, д. 88; e-mail: bam\_58a@mail.ru  
ORCID: 0000-0003-2131-5020

*Шемякова Светлана Александровна* — доктор ветеринарных наук, профессор кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, Российская Федерация, 109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23; e-mail: pznivi05@mail.ru  
ORCID: 0000-0001-6129-83

*Лаипанов Борис Казиевич* — доктор ветеринарных наук, профессор кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, Российская Федерация, 109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23; e-mail: pznivi05@mail.ru  
ORCID: 0000-0001-6129-83

*Газаева Асият Анатольевна* — преподаватель-исследователь кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова, Российская Федерация, 360030, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, пр. Ленина, д. 1 в; e-mail: Asia1993@mail.ru  
ORCID: 0009-0006-5759-7663

*Биттиров Исмаил Анатольевич* — аспирант по специальности «Ветеринарно-санитарная экспертиза», Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова; Российская Федерация, 360030, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, пр. Ленина, д. 1 в; e-mail: ismail.bittirov.1999@mail.ru  
ORCID: 0000-0003-2709-6383

*Шопинская Марина Ивановна* — кандидат ветеринарных наук, доцент департамента ветеринарной медицины, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: shopinskaya-mi@rudn.ru  
ORCID: 0000-0002-3823-3737

**About authors:**

*Bittirov Anatoly Murashevich* — doctor of Biological Sciences, Professor, Department of Veterinary Medicine, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenina ave., Nalchik, Republic of Kabardino-Balkaria, 360030, Russian Federation; Pre-Caspian Zonal Research Veterinary Institute — branch of Federal Agrarian Research Center of the Republic of Dagestan, 30 Abdurazak Shakhbanov st., Makhachkala, Republic of Dagestan, 367014, Russian Federation; e-mail: bam\_58a@mail.ru  
ORCID: 0000-0003-2131-5020

*Shemyakova Svetlana Alexandrovna* — doctor of Veterinary Sciences, Professor, Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Expertise, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA named after K.I. Skryabin, 23 Akademika Scriabina st., Moscow, 109472, Russian Federation; e-mail: pznivi05@mail.ru  
ORCID: 0000-0001-6129-83

*Laipanov Boris Kazievich* — Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Expertise, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA named after K.I. Skryabin, 23 Akademika Scriabina st., Moscow, 109472, Russian Federation; e-mail: pznivi05@mail.ru  
ORCID: 0000-0001-6129-83

*Gazaeva Asiyat Anatolyevna* — Lecturer-researcher, Department of Veterinary and Sanitary Expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenina ave., Nalchik, Republic of Kabardino-Balkaria, 360030, Russian Federation; e-mail: asia1993@mail.ru  
ORCID: 0009-0006-5759-7663

*Bittirov Ismail Anatolyevich* — PhD student in the specialty Veterinary and Sanitary Expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenina ave., Nalchik, Republic of Kabardino-Balkaria, 360030, Russian Federation; e-mail: ismail.bittirov.1999@mail.ru  
ORCID: 0000-0003-2709-6383

*Shopinskaya Marina Ivanovna* — Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Department of Veterinary Medicine, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya st., Moscow, 117198, Russian Federation; e-mail: shopinskaya-mi@rudn.ru  
ORCID: 0000-0002-3823-3737