

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ и ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

№1(47) 2021

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-47-1

## Главный редактор:

А. Ф. Туманян – д. с.-х. н., проф.

## Редакционный совет:

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

## Head editor:

A. F. Tumanyan – Dr. Agr. Sci., Prof.

## Editorial Board:

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

## Содержание

### Общее земледелие, растениеводство

- Н. В. Тютюма, Ю. Н. Плескачѳв, М. Ю. Анишко*  
Эффективность листовых подкормок томатов при возделывании в условиях Северного Прикаспия ..... 3
- А. Ф. Пэлий, М. С. Гинс, В. А. Бурлуцкий, Е. С. Бородина, В. Н. Мазуров*  
Влияние удобрений, сроков посева на урожайность и качество амаранта сорта Кизлярец на Нечерноземных почвах Российской Федерации ..... 7
- Н. В. Тютюма, Ю. Н. Плескачѳв, М. Ю. Анишко*  
Фертигация томатов при капельном орошении в условиях Северного Прикаспия ..... 12
- Л. Н. Григорян, Ю. В. Батаева, Е. Д. Андреева, З. О. Тураева, Д. Х. Закарьяева, Л. В. Яковлева*  
Влияние суспензии и экстрактов штамма *Streptomyces Carpaticus* RCAM04697 на жизнеспособность насекомых-вредителей ..... 16
- Н. Б. Денисова, С. Н. Волков*  
Видовой состав вредителей, выявленных на территории Григорьевского ущелья Ананьевского лесничества Республики Кыргызстан ..... 23
- С. Н. Волков, В. П. Налепин, К. А. Дружининская*  
Пожарная безопасность в лесах тарногского лесничества Вологодской области ..... 29

### Селекция и семеноводство

- Ф. Э. Мульо Панолуиса, Г. Х. Андраде Боланьос, Е. В. Романова*  
Интеграция методов размножения, используемых при производстве семян мини-клубней картофеля (*Solanum Tuberosum* L.) ..... 34
- Парфэ Кезимана, А. А. Дмитриев, Н. В. Мельникова, Е. В. Романова*  
Молекулярно-генетическая характеристика льна (*Linum usitatissimum* L.) ..... 39

### Экономика и управление народным хозяйством

- Е. В. Гинтер*  
Современное состояние и перспективы развития картофелеводства в Магаданской области ..... 43
- С. Б. Кустова, Л. С. Игнатович*  
Эффективность государственной поддержки животноводства в условиях Магаданской области ..... 48

### Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология

- Д. А. Гусев*  
Linear Heart Index at Japanese Quails ..... 53
- С. Б. Селезнев, Д. А. Гусев, Г. А. Ветошкина*  
Использование аллометрии для вычисления абсолютной массы сердца у перепелок ..... 56
- Фан Ван Кхай, Ю. А. Ватников, Е. М. Ленченко*  
Морфофункциональные и иммунобиологические показатели при желудочно-кишечных болезнях утят ..... 60

**Редактор**  
О. В. Любименко

**Оформление и верстка**  
В. В. Земсков

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

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

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

**ISSN 2221-7312**

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

Формат 60 × 84 1/8

Тираж 1000 экз.

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

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

# THEORETICAL & APPLIED PROBLEMS OF AGRO-INDUSTRY

## №1 (47) 2021

### Contents

#### General Agriculture, Crop Production

*N. V. Tyutyuma, Yu. N. Pleskachev, M. Yu. Anishko*  
Effectiveness of Tomato Leaf Dressing in Cultivation  
in the Northern Caspian Region ..... 3

*A. F. Peliy, M.S. Gins, V. A. Burlutskiy, E. S. Borodina, V. N. Mazurov*  
Influence of Fertilizers, Sowing Dates on Yield and Quality of *Amaranthus L.*  
Variety Kizlyarets on the Non-Chernozem Soils of the Russian Federation ..... 9

*N. V. Tyutyuma, Yu. N. Pleskachev, M. Yu. Anishko*  
Effectiveness of Tomato Leaf Dressing In Cultivation  
in the Northern Caspian Region .....12

*L. N. Grigoryan, Yu. V. Bataeva, E. D. Andreeva,  
Z. O. Turaeva, D. H. Zakaryaeva, L. V. Yakovleva*  
Effect of Suspension and Extracts of *Streptomyces Carpaticus* RCAM04697  
on Viability of Insect Pests .....16

*N. B. Denisova, S. N. Volkov*  
Species Composition of Pests Identified on the Territory  
of the Grigorievsky Gorge of the Ananievsky Forestry  
of the Republic of Kyrgyzstan .....23

*S. N. Volkov, V. P. Nalepin, K. A. Druzhininskaya*  
Fire Safety in the Forests of the Tarnogsky Forestry  
of the Vologda Region .....29

#### Selection and Seed Farming of Agricultural Plants

*F. E. Mulet Panoluisa, G. H. Andrade Bolagnos, E.V. Romanova*  
Integration of Propagation Methods Used in the Production  
of Seed Potatoes (*Solanum Tuberosum L.*) Mini-Tubers .....34

*Parfait Kezimana, A. A. Dmitriev, N. V. Melnikova, E.V. Romanova*  
Molecular and Genetic Characteristics  
of Flax (*Linum Usitatissimum L.*) .....39

#### Economy

*E. V. Ginter*  
Current State and Prospects of Potato Growing in Magadan Region.....43

*S. B. Kustova, L. S. Ignatovich*  
The Effectiveness of State Support for Animal Husbandry  
in the Magadan Region.....48

#### Diagnostics and Therapy of Animal Diseases, Pathology, Oncology and Morphology of Animals

*D. A. Gusev*  
Linear Heart Index at Japanese Quails .....53

*S. B. Seleznev, D. A. Gusev, G. A. Vetoshkina*  
Using Alometry to Calculate the Absolute Heart Mass of Quails .....56

*Fan Van Khai, Y. A. Vatnikov, E. M. Lenchenko*  
Morphofunctional and Immunobiological Indicators  
in Gastrointestinal Diseases of Dreams .....60

# Эффективность листовых подкормок томатов при возделывании в условиях Северного Прикаспия

УДК 635.64

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-47-1-3-6

Н. В. Тютюма<sup>1</sup> (д.с.-х.н.), Ю. Н. Плескачѳв<sup>2</sup> (д.с.-х.н.), М. Ю. Анишко<sup>3</sup> (к.с.-х.н.)<sup>1</sup>Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН,<sup>2</sup>Федеральный исследовательский центр Немчиновка,<sup>3</sup>Астраханский государственный университет,

pleskachiov@yandex.ru

*Все растения в различные фазы вегетации требуют разного количества питательных элементов, в связи с этим нельзя подкармливать любую культуру в течение всего периода вегетации одинаково. Томаты в свой вегетационный период потребляют различное количество макро и микроэлементов. В связи с этим, важно наблюдать динамику их содержания в почве по фазам вегетации и влияние на продуктивность томатов. Целью наших исследований являлось изучение влияния листовых подкормок макро и микроэлементами на урожайность томата в условиях светло-каштановых почв Астраханской области. опыты проводились на опытном орошаемом участке Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН с 2016 по 2020 гг. объектом исследований служил гибрид томата Катенька, который выращивался на капельном орошении. В опыте на фоне восьмикратных фертигаций аммиачной селитрой в дозе 30 кг азота на гектар, проводимых через 7 суток рассматривалось четыре варианта применения листовых подкормок. Проводилось определение аммонийного и нитратного азота, подвижного фосфора и калия, обменных магния и натрия весной перед посадкой рассады и после уборки томатов. Определение магния и натрия после уборки томатов, показало, что на втором, третьем и четвертом вариантах, там, где проводились листовые подкормки микроэлементами наблюдался меньший их расход из почвы. Максимальная урожайность томатов 92,4 т/га в среднем за 2016–2020 гг. была получена на варианте с одной листовой подкормкой NPK 20–20–20+микроэлементы в фазу активного роста плюс одна листовая подкормка NPK 12–6–36+Mg+S+микроэлементы в фазу цветения – плодообразования.*

**Ключевые слова:** томат, капельное орошение, листовые подкормки, NPK, микроэлементы.

## Введение

Агрономической наукой многократно доказано и практикой подтверждено, что высокую эффективность применения удобрений при возделывании овощных культур можно достичь только при условии их использования в оптимально разработанной системе с учетом складывающихся внешних факторов и с прицелом на запланированный урожай овощных культур [1, 3].

Идея современной технологии листового питания овощных культур состоит в экономичности, эффективности и экологичности его применения. Но многие овощеводы считают листовое внесение питательных элементов и стимулирующих веществ просто дополнительным и необязательным прикормом растений, однако листовые или фолиарные подкормки сами по себе представляют цельную и качественную систему питания овощных культур [5, 8].

В двадцать первом веке интерес в мире к листовому питанию растений в общем, и овощей в частности заметно возрос. В последние годы появилось большое многообразие водорастворимых удобрений, специально разработанных для листового питания, в том числе и, овощных культур необходимыми элементами [2, 6].

Если первоначально работали в основном простыми минеральными комплексами, то в настоящее время при внесении удобрений в виде фолиарных подкормок

помимо NPK используют витамины, фитогормоны, аминокислоты, микроэлементы в хелатной форме [7, 9].

Все растения в различные фазы вегетации требуют разного количества питательных элементов, в связи с этим нельзя подкармливать любую культуру в течение всего периода вегетации одинаково [10].

Кроме того, функциональная направленность листовых обработок заключается в стопроцентном снабжении растений комплексом важнейших микроэлементов в течение всего вегетационного периода, которая объясняется пролонгированным действием фолиарных подкормок, тем самым, появляется возможность уменьшения вносимых питательных веществ до тридцати процентов [4, 11].

Целью наших исследований являлось изучение влияния листовых подкормок макро и микроэлементами на продуктивность томата в условиях северной части Астраханской области.

## Материал и методы исследования

Опыты проводились на опытном орошаемом участке Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН с 2016 по 2020 гг. объектом исследований служил гибрид томата Катенька, который выращивался на капельном орошении. В опыте на фоне восьмикратных фертигаций аммиачной селитрой в дозе

30 кг азота на гектар, проводимых через 7 суток рассматривалось 4 варианта применения листовых подкормок.

1 вариант — без применения листовых подкормок.

2 вариант — одна листовая подкормка NPK 20-20-20+микроэлементы в фазу активного роста (0,3% раствор, 300 л/га)

3 вариант — одна листовая подкормка NPK 12-6-36+Mg+S+микроэлементы в фазу цветения - плодообразования (0,3% раствор, 300 л/га)

4 вариант — одна листовая подкормка NPK 20-20-20+микроэлементы в фазу активного роста (0,3% раствор, 300 л/га) + одна листовая подкормка NPK 12-6-36+Mg+S+микроэлементы в фазу цветения - плодообразования (0,3% раствор, 300 л/га)

Проведение опытов по совершенствованию элементов технологии возделывания гибрида томата Катенька сопровождалось лабораторными исследованиями, которые выполнялись по методикам Г. И. Тараканова (2002), М. Ф. Трифоновой (2009).

#### Результаты исследования и их обсуждение

Весной перед высадкой гибрида Катенька в открытый грунт на опытном орошаемом участке и осенью после уборки томатов по общепринятым методикам проводилось определение макро и микроэлементов в пахотном горизонте почвы.

Содержание аммонийного азота весной, определяемой по методике Корнфильда перед высадкой рассады томата, равнялось от 7,3 до 7,7 мг/кг почвы на всех делянках, что считается очень низким содержанием.

Концентрация нитратного азота весной, определяемой по методике Корнфильда перед высадкой рассады, равнялась от 111,3 до 139,5 мг/кг почвы, что оценивается как низкое на всех делянках.

Подвижный фосфор определялся по методике Мачигина. Результаты анализов от 130,8 до 144,3 мг/кг позволяют отнести содержание фосфора на всём участке весной по степени обеспеченности для овощных культур к высокому.

Калий определялся подвижный ( $K_2O$ ) по Мачигину. По результатам анализа установлено, что содержание подвижного калия от 847 до 885 мг/кг оценивается по степени обеспеченности для овощных культур как высокое на всех вариантах опыта. Что является характерной особенностью светло-каштановых почв Северного Прикаспия.

Магний представляет собой незаменимый биогенный элемент, который необходим для оптимального роста и развития растительной клетки. Биохимическая роль магния predetermined тем, что он отмечается в составе хлорофилла, который регулирует фотосинтез, активизирует ряд ферментов, а также является составным элементом многих ферментов, контролирующих главные биохимические процессы. Сбой магниевого питания может вызвать снижение концентрации белка и увеличить содержание амидов в растениях. Доказано представительство магния в синтезе белка и нуклеиновых кислот. Магний имеет заметное влияние на поглощение из почвы, передвижение и обмен фосфора в растениях.

В слое почвы 0–0,2 м обменного магния весной перед высадкой гибрида Катенька находилось от 6,58 до 8,02 мг/кг почвы, что говорит о его низкой обеспеченности.

При определении обменного натрия весной было установлено, что его содержалось от 0,69 до 0,82 мг/кг почвы, то есть третья группа обеспеченности.

Содержание элементов минерального питания перед высадкой рассады представлено в *табл. 1*.

Содержание аммонийного азота, определяемое по методике Корнфильда, после уборки томатов на всех вариантах опыта так и осталось очень низким. Очевидно вносимые с фертигацией и листовыми подкормками азотные удобрения полностью использовались растениями томатов на формирование вегетативной массы и урожая. Более того произошло небольшое выравнивание по содержанию аммонийного азота в почве по вариантам

Содержание нитратного азота, определяемое по методике Корнфильда, после уборки томатов по сравнению с содержанием перед высадкой рассады, также, как и аммонийного азота уменьшилось на всех вариантах от 5,6 до 21 мг/кг почвы. Степень обеспеченности оценивается как низкая.

Содержание фосфора в слое почвы 0–0,2 м, определяемое по методике Мачигина, после уборки томатов, также, как и перед высадкой рассады оставалось очень высоким, хотя и наблюдалось снижение по вариантам от 15,5 мг/кг на первом варианте до 20,6 мг/кг на четвёртом варианте.

Концентрация подвижного калия оставалось высоким на всех вариантах опыта, хотя также наблюдалось их снижение по сравнению с содержанием весной перед

**Табл. 1. Содержание элементов минерального питания перед высадкой рассады, мг/кг, среднее за 2016-2020 гг.**

Варианты	Азот аммонийный	Азот нитратный	Фосфор подвижный	Калий подвижный	Магний обменный	Натрий обменный
1	7,7	111,3	144,3	865	6,58	0,69
2	7,6	116,0	136,0	858	6,85	0,74
3	7,3	139,5	130,8	885	8,02	0,76
4	7,4	125,8	138,9	847	7,25	0,82

Табл. 2. Содержание элементов минерального питания после уборки томатов, мг/кг, среднее за 2016–2020 гг.

Варианты	Азот аммонийный	Азот нитратный	Фосфор подвижный	Калий подвижный	Магний обменный	Натрий обменный
1	7,4	105,7	128,8	854	5,80	0,63
2	7,4	109,4	118,6	825	6,29	0,67
3	7,2	113,6	111,5	847	7,44	0,69
4	7,5	118,5	116,7	790	6,76	0,75

Табл. 3. Урожайность томата Катенька в зависимости от листовых подкормок, т/га

Варианты	Годы исследований					Среднее
	2016	2017	2018	2019	2020	
1	78,0	76,6	73,3	78,3	74,6	76,4
2	80,2	78,6	76,5	81,6	79,0	79,2
3	82,0	82,6	78,5	83,5	80,8	81,6
4	93,6	91,8	89,4	94,5	92,2	92,4

высадкой рассады от 31 мг/кг почвы на первом варианте до 57 мг/кг почвы на четвёртом варианте.

Определение магния после уборки томатов, показало, что на втором, третьем и четвёртом вариантах, там, где проводились листовые подкормки микроэлементами, в том числе и магнием, наблюдался меньший его расход из почвы. Разница между значениями весной и после уборки томатов составляла от 0,49 мг/кг почвы на четвёртом варианте до 0,78 мг/кг почвы на первом варианте опыта.

Определение обменного натрия после уборки томатов показало, что его содержание по сравнению с содержанием весной перед высадкой рассады уменьшилось на всех вариантах на 0,06–0,07 мг/кг почвы.

Содержание элементов минерального питания после уборки томатов представлено в табл. 2.

Максимальная урожайность томатов 92,4 т/га в среднем за 2016–2020 гг. была получена на четвёртом варианте (одна листовая подкормка NPK 20-20-20+микроэлементы в фазу активного роста + одна листовая

подкормка NPK 12–6–36+Mg+S+микроэлементы в фазу цветения – плодообразования).

На третьем варианте урожайность гибрида Катенька была на 10,8 т/га или на 13,2% меньше, чем на четвёртом варианте, на втором варианте на 2,4 т/га или на 3% меньше, чем на третьем варианте, и на первом варианте на 2,8 т/га или на 3,7% меньше, чем на втором варианте.

Урожайность томата Катенька в зависимости от листовых подкормок представлена в табл. 3.

#### Выводы

В результате проведённых опытов с 2016 по 2020 гг. на опытном поле Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН была установлена эффективность двух подкормок макро и микроэлементами в фазу активного роста и в фазу цветения — плодообразования на фоне фертигаций аммиачной селитрой при возделывании томата Катенька при капельном орошении.

#### Литература

1. Бородычев, В.В. Современные технологии капельного орошения овощных культур / В.В. Бородычев // Коломна: ФГНУ ВНИИ «Радуга». – 2010. – 241с.
2. Бородычев, В.В. Обработка почвы, минеральное питание и капельное орошение капусты белокочанной в Нижнем Поволжье / В.В. Бородычев, Н.А. Шепотько // Плодородие. – 2017. – № 3. – С.36-40.
3. Вознесенская, Т.Ю. Влияние инновационных форм удобрений на нарастание листового аппарата и его фотосинтетическую деятельность / Т.Ю. Вознесенская, Т.М. Верёвкина // Плодородие. – 2018. – № 6. – С.3-7.
4. Лукьяненко, Е.А. Листовая подкормка – важность некорневого питания в формировании урожая / Е.А. Лукьяненко // <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/zrast/listovaja-podkormka-vazhnost-nekorneвого-pitanija-v-formirovanii-urozhaja.html>.
5. Носов, В.В. Фолиарные подкормки комплексными водорастворимыми удобрениями на светло-каштановой почве Волгоградской области / В.В. Носов и др. // Вестник «Питание растений». – 2017. – № 3. – С. 7-12.
6. Плещачёв, Ю.Н. Инновационные технологии возделывания моркови в Волго-Донском междуречье / Ю.Н. Плещачёв, Н.В. Тютюма, Л.В. Губина // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2017. – № 3 (32). – С. 22-25.
7. Сычёв, В.Г. О балансе питательных веществ в земледелии России / В.Г. Сычёв, С.А. Шафран // Плодородие. – 2017. № 1. – С.6-10.
8. Филин, В.И. Система удобрения томата на каштановых почвах Волго-Донского междуречья / В.И. Филин, М.И. Кривошеин // Плодородие. – 2007. – Приложение к № 2. – С. 27 – 28.
9. Russell, A.E. Nitrogen fertilization and cropping system impacts on soil quality in midwestern Mollisols / A.E. Russell, D.A. Laird, A.P. Mallarino // Soil Sci. Soc. Am. J. – 70: – 2006. – 249–255.

## References

1. Borodychev V. V. Modern technologies of drip irrigation of vegetable crops // Kolomna: FGNU VNII "Raduga", 2010. – 241c.
2. Borodychev V. V., Shepotko N. And. Tillage, mineral nutrition and drip irrigation of cabbage in the Lower Volga region // Fertility, No. 3, 2017. Pp. 36-40.
3. Voznesenskaya, T. U., Verevkin, T. M. Influence of innovative forms of fertilizers on the growth of foliage and its photosynthetic activity Fertility No. 6, 2018 C. 3-7.
4. Lukyanenko E. A. Leaf feeding – the importance of non-root nutrition in the formation of the crop. <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/zrast/listovaja-podkormka-vazhnost-nekornevogo-pitanija-v-formirovanii-urozhaja.html>.
5. Nosov V. V., Pleskachev Yu. N., Filin V. I., Chamurliev O. G., Borisenko I. B., Kholod A. A. and Sidorov A. N. Foliar fertilization with complex water-soluble fertilizers on light chestnut soil of the Volgograd region // Bulletin "Plant nutrition". No. 3, 2017, pp. 7-12.
6. Pleskachev Yu.N., Tyutyuma N. V., Gubina L. V. Innovative technologies of carrot cultivation in the Volga-Don interfluvium // Theoretical and applied problems of agro-industrial complex. No. 3 (32). 2017. – pp. 22-25.
7. Sychev V. G., Shafran S. A. On the balance of nutrients in agriculture in Russia // Fertility No. 1. 2017 p. 6-10.
8. Filin V. I., Krivoshein M. I. System of tomato fertilizer on chestnut soils of the Volga-Don interfluvium // Fertility, 2007. – Appendix to No. 2. – p. 27-28.
9. Russell A. E., Laird D. A., and Mallarino A. P. Nitrogen fertilization and cropping system impacts on soil quality in midwestern Mollisols // Soil Sci. Soc. Am. J. 70: 2006. 249-255.

**N. V. Tyutyuma<sup>1</sup>, Yu. N. Pleskachev<sup>2</sup>, M. Yu. Anishko<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,

<sup>2</sup>Federal research centre for Nemchinovka,

<sup>3</sup>Astrakhan State University

*pleskachiov@yandex.ru*

### **EFFECTIVENESS OF TOMATO LEAF DRESSING IN CULTIVATION IN THE NORTHERN CASPIAN REGION**

*All plants in different phases of the growing season require different amounts of nutrients, and therefore it is impossible to feed any crop during the entire growing season in the same way. Tomatoes in their growing season consume different amounts of macro and microelements. In this regard, it is important to observe the dynamics of their content in the soil in the phases of vegetation and the impact on the productivity of tomatoes. The aim of our research was to study the effect of leaf fertilization with macro and microelements on tomato yield in light chestnut soils of the Astrakhan region. The experiments were conducted on a pilot irrigated area of the Caspian Agricultural Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences from 2016 to 2020. The object of research was a hybrid of tomato Katenka, which was grown on drip irrigation. In the experiment, against the background of eight-fold fertigation with ammonium nitrate at a dose of 30 kg of nitrogen per hectare, carried out after 7 days, 4 options for the use of leaf fertilizing were considered. Ammonium and nitrate nitrogen, mobile phosphorus and potassium, exchange magnesium and sodium were determined in the spring before planting seedlings and after harvesting tomatoes. The determination of magnesium and sodium after harvesting tomatoes showed that in the second, third and fourth variants, where leaf fertilization with trace elements was carried out, their consumption from the soil was lower. The maximum yield of tomatoes of 92.4 t / ha on average for 2016–2020 was obtained on the variant with one leaf dressing NPK 20–20–20+trace elements in the active growth phase plus one leaf dressing NPK 12–6–36+Mg+S+trace elements in the flowering – fruiting phase.*

**Key words:** tomato, drip irrigation, leaf feeding, NPK, trace ele.

# Влияние удобрений, сроков посева на урожайность и качество амаранта сорта Кизлярец на Нечерноземных почвах Российской Федерации

УДК 631.8 (631.5)

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-47-1-7-11

**А. Ф. Пэлий<sup>1</sup>, М. С. Гинс<sup>1</sup> (д.б.н.), В. А. Бурлуцкий<sup>2</sup> (к.с.–х.н.),  
Е. С. Бородина<sup>2,3</sup>, В. Н. Мазуров<sup>2</sup> (к.с.–х.н.)**

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов,

<sup>2</sup>Калужский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,

<sup>3</sup>РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева,

kaluga-peliy@yandex.ru

*В Нечерноземной зоне России вопрос повышения продуктивности животноводства за счет увеличения обеспеченности кормов протеином, сбалансированным по аминокислотному составу является актуальной научно-производственной задачей. Одним из способов выхода из сложившейся ситуации служит внедрение, интродукция новых высокобелковых кормовых культур, например амаранта. Комплексная технология эффективного возделывания, способствующая раскрытию биологического потенциала культуры, невозможна без использования современных минеральных удобрений. Исследования проведены на базе ФГБНУ «Калужский НИИСХ» в 2018–2019 гг. на серых лесных среднесуглинистых почвах. Целью исследования являлось изучения влияния накопления полезных макро, микро и мезоэлементов в зерне, динамики роста растений в зависимости от различных систем минерального питания и сроков сева в условиях Калужской области. Установлено положительное влияние применения минеральных удобрений на динамику роста растений, эффект составил для даты посева 25 мая 10,8–16,9%, для даты посева 10 июня 7,8–13,6%. Показано преимущество эффективности комплексного удобрения с содержанием микроэлемента кальция, способствующего увеличению получения урожая зерна в сравнении с аналогичными системами питания без данного микроэлемента на 15–25%, к контрольному варианту опыта на 50–161%. Применение микро и мезоэлементов в системах минерального питания относительно контрольных вариантов позволило улучшить качественные показатели зерна, азота с 1,99 до 2,99, фосфора с 1,22 до 1,72 и калия с 0,68 до 0,96 мг/100 г. Применение кальция, цинка в минеральном питании привело к увеличению накопления данных элементов в зерне культуры, для даты посева семян 25 мая увеличение составило — 63,3, 20,9%, для даты посева семян 10 июня — 57,8, 21 % соответственно.*

**Ключевые слова:** амарант, минеральное питание, макро, микроэлементы, срок посева.

## Введение

Амарант (*Amaranthus L.*) высокобелковая культура с повышенной пищевой и фармакологической ценностью, характеризующаяся засухоустойчивостью, толерантностью к засоленным, щелочным и кислым почвам, повышенной продуктивностью семян и листовой биомассы с высоким содержанием биологически активных веществ, обладающих антиоксидантной активностью. Одной из основных проблем, возникающих при введении в культуру высокобелковых сельскохозяйственных растений, является их адаптивная способность выращивания в данном регионе [1, 2].

В настоящее время амарант выращивается как овощное и семенное растение в Китае, Индии и США. Широкое распространение амаранта в мире обусловлено его исключительной экологической устойчивостью к неблагоприятным факторам произрастания: засухе, засолению, высоким и низким температурам, тяжелым металлам в почве [3, 4].

Новая для нашей страны культура амарант характеризуется высокой продуктивностью зеленой биомассы

и урожайностью семян, высоким содержанием белка, сбалансированностью по незаменимым аминокислотам, биологически активным веществам, антиоксидантам и минеральным элементам вещества. Благодаря такому составу экстракты амаранта могут быть использованы в качестве стимуляторов роста других растений [5, 6] и биоинсектицидов [7, 8]. Выращивая амарант, можно решить проблему производства растительного белка в кормопроизводстве.

Целью проводимых исследований амаранта стало выявление наиболее перспективных систем минерального питания, оптимальных сроков сева для почвенно-климатических условий Нечерноземной зоны в Калужской области.

## Материал и методы исследования

Экспериментальная работа проводилась на базе Калужского НИИСХ в 2018–2019 гг. в Калужской области, Перемышльском районе. По результатам экспериментальных исследований определена оптимальная

Табл. 1. Схема опыта

Вариант	Система питания		Подкормка по вегетации
1 (контроль)	—		—
2.1	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>110</sub>	Ca <sub>50</sub> Zn <sub>4</sub>	N <sub>30</sub>
2.2			
2.3			
3.1	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>220</sub>	Ca <sub>50</sub> Zn <sub>4</sub>	N <sub>60</sub>
3.2			
3.3			
4.1	N <sub>180</sub> P <sub>90</sub> K <sub>330</sub>	Ca <sub>50</sub> Zn <sub>4</sub>	N <sub>90</sub>
4.2			
4.3			

система питания для получения максимального количества урожая с высокими качественными показателями.

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка: слой почвы — 0–20 см, pH = 5,1, содержание общего азота — 6,8%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 85%, K<sub>2</sub>O — 72%.

Почва опытного участка серая лесная легкосуглинистая. Мощность пахотного горизонта 20 см. Глубина залегания грунтовых вод — 1,5 м.

Реакция среды почвенного раствора опытного участка слабокислая — pH=5,1. Почва имеет среднее содержание калия и фосфора (по Кирсанову). Содержание гумуса в почве характерное для серых лесных почв — 2,83% (по Тюрину) и относится к низкому классу.

По содержанию гумуса, азота и фосфора условия почвенной среды являются достаточными для развития сельскохозяйственных культур, но для формирования высоких урожаев требуется внесение комплексных удобрений.

Посев семян амаранта производился 25 мая и 10 июня вручную. Общая площадь делянки 10 м<sup>2</sup>, учётная площадь 5 м<sup>2</sup>, повторность опыта четырехкратная, размещение вариантов рендомизированное. Предшествующая культура — чистый пар.

Подготовка почвы была проведена по стандартной технологии, принятой для овощных культур. Посев проводили на глубину от 1,5 до 2 см. После прорастания и прореживания расстояние между отдельными

растениями в ряду составляло от 30 до 40 см, ширина междурядий составляла 75 см.

Азотную подкормку проводили в фазу бутонизации — аммиачной селитрой вразброс по вариантам в действующем веществе: № 2,1–2,3 N<sub>30</sub>, № 3,1–3,3 N<sub>60</sub>, № 4,1–4,3 N<sub>90</sub> (табл. 1).

Комплексные удобрения по вариантам были внесены с весны в 2018 и 2019 годах вразброс перед вспашкой, которую осуществляли на глубину 20 см, варианты 2,1–4,3 в действующем веществе (д.в.): N<sub>60</sub>P<sub>30</sub>K<sub>110</sub>, N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>220</sub>, N<sub>180</sub>P<sub>90</sub>K<sub>330</sub>, кальций и цинк входили в состав комплексных удобрений.

Условия вегетационного периода (май – сентябрь) в годы исследований по уровню обеспеченности основными агрометеорологическими элементами были типичны для зоны (табл. 2).

В целом агроклиматические условия характеризовались как благоприятные, показатели среднемесячных температур были близкими к климатической норме по месяцам. в 2018 г. в период июль – август температура была выше на 3,3 и 3,2°С соответственно от климатической нормы, что для растений амаранта являлось положительным фактором.

В 2018 г. было отмечено снижение количества атмосферных осадков в период вегетации. Всего за вегетационный сезон выпал 191 мм осадков при климатической норме в 345 мм. В 2019 г. сумма выпавших осадков за вегетацию была на уровне климатической нормы, так за сезон выпало 328 мм осадков, что благоприятно отразилось на получении большего урожая с высокими качественными показателями семян Амаранта.

Фенологические наблюдения проводили в соответствии с методическими указаниями по изучению зеленных культур, разработанными в ВИР в 1987 г. и в соответствии с методикой полевого опыта [9].

### Результаты исследования и их обсуждение

Датой полных всходов для сроков посева семян 25 мая являлось 10 июня, для 10 июня — 19 июня.

Вегетацию амаранта в период с 25 июня до даты уборки — 18 сентября, разделили на одинаковый по продолжительности временной диапазон, выраженный продолжительностью в 11–12 дней. В данный интервал был проанализирован линейный прирост высоты растений по вариантам (табл. 3).

Максимальное значение среднего прироста с датой посева 25 мая было получено в варианте N<sub>270</sub>P<sub>90</sub>K<sub>330</sub>Ca<sub>50</sub> — 2,84 см. Максимальное значение среднего прироста с датой посева 10 июня было получено в аналогичной системе минерального питания варианта N<sub>270</sub>P<sub>90</sub>K<sub>330</sub>Ca<sub>50</sub> и соответствовало 2,82 см.

Таким образом, достоверно изучено влияние применения в комплексном удобрении кальция на слабокислых серо-лесных почвах Калужской области.

Табл. 2. Метеорологические показатели за вегетацию

Год	Месяц				
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Среднемесячная температура, °С					
2018	16,2	16,9	19,6	19,2	14,7
2019	15,8	19,7	16,3	16	11,8
Климатическая норма	12,5	16,3	18	16,6	11,2
Количество осадков, мм					
2018	39	22	73	26	31
2019	50	115	77	51	35
Климатическая норма	54	69	92	75	55



Табл. 3. Динамика роста растений амаранта, см

Дата посева	Вариант	25.06–06.07	06.07–16.07	16.07–27.07	27.07–07.08	07.08–18.09	Средний прирост, см	Высота растений, см
		Линейный прирост растений, см						
25.05	$N_0P_0K_0$	10	21	36	38	43	2,5	148
	$N_{90}P_{30}K_{110}$	14	24	36	43	47	2,7	164
	$N_{90}P_{30}K_{110}Ca_{50}$	15	24	36	44	48	2,8	167
	$N_{90}P_{30}K_{110}Zn_4$	15	23	35	45	47	2,7	165
	$N_{180}P_{60}K_{220}$	14	27	34	40	51	2,8	166
	$N_{180}P_{60}K_{220}Ca_{50}$	16	28	33	40	51	2,8	168
	$N_{180}P_{60}K_{220}Zn_4$	15	29	34	39	50	2,8	167
	$N_{270}P_{90}K_{330}$	15	28	34	42	49	2,8	168
	$N_{270}P_{90}K_{330}Ca_{50}$	17	29	35	43	49	2,8	173
	$N_{270}P_{90}K_{330}Zn_4$	16	28	34	43	48	2,8	169
10.06	$N_0P_0K_0$	17	27	25	48	37	2,5	154
	$N_{90}P_{30}K_{110}$	18	30	28	52	38	2,7	166
	$N_{90}P_{30}K_{110}Ca_{50}$	19	29	29	50	41	2,7	168
	$N_{90}P_{30}K_{110}Zn_4$	18	29	29	51	40	2,7	167
	$N_{180}P_{60}K_{220}$	20	31	30	49	40	2,7	170
	$N_{180}P_{60}K_{220}Ca_{50}$	21	34	31	47	40	2,8	173
	$N_{180}P_{60}K_{220}Zn_4$	19	32	32	48	41	2,8	172
	$N_{270}P_{90}K_{330}$	21	32	30	46	43	2,7	172
	$N_{270}P_{90}K_{330}Ca_{50}$	20	34	33	45	43	2,8	175
	$N_{270}P_{90}K_{330}Zn_4$	21	31	33	45	43	2,8	173

Качественные показатели семян амаранта были определены в фазу полного созревания для обоих сроков высева семян 25 мая и 10 июня (табл. 4).

Максимальная урожайность в опыте относительно контроля (дата посева 10 июня) была получена в системе питания  $N_{270}P_{90}K_{330}Ca_{50} + 18,4$  ц/га относительно контроля с аналогичной датой высева.

Во всех вариантах прослеживалась прибавка относительно контроля опыта, выраженная не только увеличением полученной урожайности, но и более высокими качественными показателями зерна, белковых веществ в проценте от сухого вещества значения варьировались по вариантам от 12,58% в контроль

варианте до 14,68% в варианте с системой питания  $N_{270}P_{90}K_{330}Ca_{50}$ . Максимальное количество зольных веществ 3,44 г/100 г семян было получено в варианте с системой питания  $N_{270}P_{90}K_{330}Ca_{50}$ .

Амарант культура, которая выносит кальция в 1,5–2 раза больше кукурузы, поэтому данный элемент один из основных для успешного выращивания в целом на зерно или зеленую массу. Помимо кальция, амарант выносит из почвы большое количество цинка, в 1,4–2,1 раза больше кукурузы, отзывчивость от применения данного элемента в комплексе минерального питания также прослеживается. Лучший вариант с цинком по-

Табл. 4. Урожайность и качественные показатели семян амаранта за 2018-2019 года.

Вариант систем питания (фактор А)	Срок посева (фактор В)							
	25.05		10.06		25.05		10.06	
	Урожайность зерна, ц/га		Белковые вещества, % от сухого вещества		Зольные вещества, г/100 г			
$N_0P_0K_0$	11,1	11,4	12,61	12,58	2,30	2,31		
$N_{90}P_{30}K_{110}$	14,4	14,9	13,44	13,49	2,42	2,48		
$N_{90}P_{30}K_{110}Ca_{50}$	16,2	17,2	13,51	13,69	2,55	2,69		
$N_{90}P_{30}K_{110}Zn_4$	15,3	15,4	13,57	13,64	2,61	2,68		
$N_{180}P_{60}K_{220}$	24,0	24,2	13,62	13,61	2,75	2,83		
$N_{180}P_{60}K_{220}Ca_{50}$	26,8	27,6	13,72	14,55	2,88	3,04		
$N_{180}P_{60}K_{220}Zn_4$	25,5	26,9	13,68	14,11	2,83	2,86		
$N_{270}P_{90}K_{330}$	23,9	23,8	13,70	14,07	2,59	3,09		
$N_{270}P_{90}K_{330}Ca_{50}$	29,0	29,8	13,88	14,68	2,91	3,44		
$N_{270}P_{90}K_{330}Zn_4$	27,6	27,9	13,75	14,09	2,77	3,16		
НСР <sub>05</sub> фактор А	2,3		0,16		0,08			
НСР <sub>05</sub> фактор В	0,7							

Табл. 5. Содержание макро, микро и мезоэлементов в зерне амаранта, мг/100 г

Вариант	Дата сева									
	25.05	10.06	25.05	10.06	25.05	10.06	25.05	10.06	25.05	10.06
	N		P		K		Ca		Zn	
$N_0P_0K_0$	1,99	2,06	1,22	1,23	0,68	0,69	112	121	3,01	3,04
$N_{90}P_{30}K_{110}$	2,13	2,19	1,28	1,29	0,73	0,71	154	158	3,18	3,11
$N_{90}P_{30}K_{110}Ca_{50}$	2,27	2,34	1,38	1,42	0,78	0,76	165	168	3,19	3,22
$N_{90}P_{30}K_{110}Zn_4$	2,23	2,26	1,27	1,33	0,80	0,82	154	157	3,24	3,28
$N_{180}P_{60}K_{220}$	2,34	2,39	1,35	1,32	0,86	0,84	158	161	3,20	3,19
$N_{180}P_{60}K_{220}Ca_{50}$	2,43	2,50	1,42	1,45	0,91	0,89	169	171	3,41	3,38
$N_{180}P_{60}K_{220}Zn_4$	2,36	2,39	1,39	1,41	0,88	0,87	158	166	3,54	3,49
$N_{270}P_{90}K_{330}$	2,64	2,71	1,50	1,47	0,91	0,94	160	159	3,39	3,35
$N_{270}P_{90}K_{330}Ca_{50}$	2,99	2,78	1,72	1,75	0,95	0,96	183	191	3,44	3,48
$N_{270}P_{90}K_{330}Zn_4$	2,75	2,74	1,56	1,49	0,91	0,93	163	160	3,64	3,68

казал высокие качественные показатели зерна в системе  $N_{270}P_{90}K_{330}Zn_4$  (табл. 5).

Наиболее предпочтительной системой питания для слабокислых почв Нечерноземной зоны России по содержанию азота, фосфора, калия в % от сухого вещества, а также кальция и цинка в зерне является вариант с системой  $N_{270}P_{90}K_{330}Ca_{50}$ . Кальций влияет на обмен углеводов и белковых веществ в растениях. Потребность в кальции проявляется в самые ранние сроки роста. Отсутствие кальция подавляет переработку и усвоение запасных питательных веществ (крахмала, белков), которые используются проростками, молодыми листьями и растущими побегами, что и заметно из содержания всех элементов в зерне амаранта по вариантам. В системах, где применялся кальций значения таких показателей как азот, фосфор и калий выше аналогичных систем минерального питания без него.

#### Выводы

В результате проведенного исследования установлено, что на малоплодородных серо-лесных, дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны России достижение высоких урожаев и качества зерна амаранта возможно только при применении комплексных удо-

брений, увеличивая урожайность зерна относительно контрольного варианта в зависимости от даты сева, 25 мая — 29,7–161,3%, 10 июня — 30,7–161,4 %.

Применение микро и мезоэлементов в системах минерального питания позволяет улучшать качественные показатели зерна, выраженные содержанием азота — 1,99–2,99 мг/100 г, фосфора — 1,22–1,72 мг/100 г, калия — 0,68–0,96 мг/100 г. Применение кальция, цинка в минеральном питании привело к увеличению накопления данных элементов в зерне культуры, для даты высева семян 25 мая увеличение составило — 63,3, 20,9%, для даты высева семян 10 июня — 57,8, 21% соответственно.

Накопление белка в зерне на контрольных вариантах варьировалось в пределах — 12,58–12,61 г/100 г и достигало максимальных значений — 13,88–14,68 г/100 г в варианте  $N_{270}P_{90}K_{330}Ca_{50}$ .

Амарант обладает значительным выносом азота, калия, кальция и существенно меньшим — фосфора [10], поэтому для получения урожая зерна свыше 1,4 т/га в условиях Нечерноземной зоны России необходимо вносить не менее — 90 кг/га д.в. азота, 30 кг/га д.в. фосфора, 110 кг/га д.в. калия.

#### Литература

- Гинс, М.С. Изменчивость биохимических показателей амаранта при выращивании растений с целью получения натурального пищевого красителя с высоким содержанием биологически активных веществ / М.С. Гинс, В.К. Гинс, А.А. Байков, М.М. Тареева, С.Ю. Платонова, М.К. Торрес, А.Ф. Пэлий. // Овощи России. – 2018;(5): 69–72.
- Кононков, П.Ф. Амарант - перспективная культура XXI века / П.Ф. Кононков, В.К. Гинс, М.С. Гинс. // М.: Изд-во Российского университета дружбы народов. – 1999. С. 296.
- Высочина, Г.И. Амарант (*Amaranthus L.*) химический состав и перспективы использования / Г.И. Высочина. // Химия растительного сырья. – 2013. № 2. С. 5–14.
- Караваев, В.А. Медленная индукция флуоресценции и продуктивность ячменя, обработанного сверхкритическим флюидным экстрактом амаранта / А.В. Караваев, Л.Э. Гунар, А.Г. Мякинчиков и др. // Биофизика. – 2012. Т. 57. № 4. С. 662–664.
- Байков, А.А. Фотосинтетическая активность и продуктивность ячменя, обработанного сверхкритическим флюидным экстрактом амаранта / А.А. Байков и др. // В сборнике: Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции овощных, плодово-ягодных и лекарственных растений. Москва. – 2011. С. 13-15.
- Гинс, В.К. Инсектицидное действие метаболитов экстрактов амаранта / В.К. Гинс и др. // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – 2016. № 12. С. 191–195.

7. Платонова, С.Ю. Изучение морфологических и биохимических показателей растений *Amaranthus tricolor* L. сорта Валентина / С.Ю. Платонова, А.Ф. Пэлий и др. // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. – 2018. Т. 13. № 1. С. 7–13.
8. Бурлуцкий, В.А. Применение опрыскивателей Amazone нового поколения в прецизионных технологиях возделывания ярового рапса / В.А. Бурлуцкий, А.Ф. Пэлий, А. Диоп, А.И. Беленков, Е.С. Бородина. // Известия ТСХА. – 2019. – № 3. – С. 48–59.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Изд-во Агропромиздат, 1985. – 336 с.
10. Бреус, И. П. Основы оптимизации минерального питания и агроэкологические аспекты возделывания амаранта как кормовой культуры среднего Поволжья / И.П. Бреус. // автореферат дис. доктора биологических наук : 06.01.04 Москва, 1999. – 48 с.

## References

1. Gins, M. S. Variability of the biochemical parameters of amaranth when growing plants to produce a natural food dye with a high content of biologically active substances / M. S. Gins, V. K. Gins, A. A. Baykov, M. M. Tareeva, S. Yu. Platonova, M. K. Torres, A. F. Peliy. // Vegetables of Russia. – 2018;(5): 69–72.
2. Kononkov, P. F. Amaranth – perspective culture of the XXI century / P. F. Kononkov, V. K. Gins, M. S. Gins. // Moscow: Publishing House of the Russian University of Friendship of Peoples. – 1999. p. 296.
3. Vysochina, G. I. Amaranth (*Amaranthus* L.) chemical composition and prospects of use / G. I. Vysochina. // Chemistry of plant raw materials. – 2013. № 2. С. 5–14.
4. Karavaev, V. A. Slow induction of fluorescence and productivity of barley treated with supercritical fluid extract of amaranth / A.V. Karavaev, L. E. Gunar, A. G. Myakinkov et al. // Biophysics. - 2012. Vol. 57. №. 4. Sec. 662–664.
5. Baykov, A. A. Photosynthetic activity and productivity of barley treated with supercritical fluid extract of amaranth / A. A. Baykov et al. // In the collection: The role of physiology and biochemistry in the introduction and selection of vegetable, fruit and berry and medicinal plants. Moscow. - 2011. p. 13–15.
6. Gins, V. K. Insecticidal effect of metabolites of amaranth extracts / V. K. Gins et al. // New and non-traditional plants and prospects of their use. – 2016. №. 12. pp. 191–195.
7. Platonova, S. Yu. The study of morphological and biochemical parameters of *Amaranthus tricolor* L. plants of the Valentine variety / S. Yu. Platonova, A. F. Peliy et al. // Bulletin of the Peoples ' Friendship University of Russia. Series: agronomy and animal husbandry. – 2018. Vol. 13. № 1. p. 7–13.
8. Burlutskiy, V. A. Application of Amazone sprayers of the new generation in precision technologies of spring rapeseed cultivation / V. A. Burlutskiy, A. F. Peliy, A. Diop, A. I. Belenkov, E. S. Borodina. // Izvestiya TSKHA – 2019. № 3. p. 48–59.
9. Dospikhov, B. A. Methodology of field experience / B. A. Dospikhov. – М.: Agropromizdat Publishing House, 1985. – 336 p.
10. Breus, I. P. Fundamentals of mineral nutrition optimization and agroecological aspects of amaranth cultivation as a fodder crop of the Middle Volga region / I. P. Breus. // Abstract of the dissertation of the Doctor of Biological Sciences : 06.01.04 Moscow, 1999. – 48 p.

**A. F. Peliy<sup>1</sup>, M. S. Gins<sup>1</sup>, V. A. Burlutskiy<sup>2</sup>, E. S. Borodina<sup>2,3</sup>, V. N. Mazurov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Peoples' Friendship University of Russia, <sup>2</sup>Kaluga Research Institute of Agricultural,

<sup>3</sup>RSAU – MTA named after K.A. Timiryazev

*kaluga-peliy@yandex.ru*

## **INFLUENCE OF FERTILIZERS, SOWING DATES ON YIELD AND QUALITY OF AMARANTH VARIETY KIZLYARETS ON THE NON-CHERNOZEM SOILS OF THE RUSSIAN FEDERATION**

*In the Non-Chernozem zone of the Russian Federation, the issue of increasing the productivity of animal husbandry by increasing the supply of feed with protein balanced in amino acid composition is an urgent scientific and production task. One of the ways out of this situation is the introduction of new high-protein forage crops on the example of amaranth. The complex technology of effective cultivation, which contributes to the disclosure of the biological potential of the crop, is impossible without the use of modern mineral fertilizers. The research was carried out on the basis of the Kaluga Research Institute of Agricultural Sciences in 2018–2019 on gray forest medium loamy soils. The aim of the study was to study the influence of the accumulation of useful macro, micro and mesoelements in grain, the dynamics of plant growth depending on different systems of mineral nutrition and the timing of sowing in the conditions of the Kaluga region. The positive effect of the use of mineral fertilizers on the dynamics of plant growth was established, the effect was 10,8–16,9% for the seeding date of May 25, and 7,8–13,6% for the seeding date of June 10. The advantage of the effectiveness of a complex fertilizer with the content of the trace element calcium, which contributes to an increase in the yield of grain in comparison with similar food systems without this trace element by 15–25%, to the control variant of the experiment by 50–161%, is shown. The use of micro and mesoelements in mineral nutrition systems relative to the control variant allowed to improve the quality indicators of grain, nitrogen from 1,99 to 2,99, phosphorus from 1,22 to 1,72, and potassium from 0,68 to 0,96 mg/100 g. The use of calcium and zinc in mineral nutrition led to an increase in the accumulation of these elements in the grain of the crop, for the date of sowing seeds on May 25, the increase was 63,3, 20,9%, for the date of sowing seeds on June 10 – 57,8, 21%, respectively.*

**Key words:** amaranth, mineral nutrition, macro, microelements, sowing dates.

## Фертигация томатов при капельном орошении в условиях Северного Прикаспия

УДК 635.64

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-47-1-12-15

Н. В. Тютюма<sup>1</sup> (д.с.–х.н.), Ю. Н. Плескачѳв<sup>2</sup> (д.с.–х.н.), М. Ю. Анишко<sup>3</sup> (к.с.–х.н.)<sup>1</sup>Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН,<sup>2</sup>Федеральный исследовательский центр Немчиновка,<sup>3</sup>Астраханский государственный университет,

pleskachiov@yandex.ru

*Значительную роль при выращивании томатов в засушливых условиях играет оптимальное сочетание водного и пищевого режимов. Внедрение в овощеводстве фертигации существенно уменьшает производственные затраты, а в результате синхронизации подачи воды и питательных элементов непосредственно к корням, гарантируется их продуктивное использование. В связи с этим, проведение опытов, связанных с фертигацией и определением наиболее эффективных видов водорастворимых азотных удобрений является актуальным направлением исследований в овощеводстве, в том числе и при выращивании томатов. Опыты проводились с 2016 по 2020 годы на орошаемом опытном участке Прикаспийского аграрного федерального научного центра. Объектом исследований выступал гибрид томата Катенька, хорошо адаптированный к засушливому климату Северного Прикаспия. Целью исследований являлось изучение влияния аммиачной селитры, нитрата кальция и комбинированного применения нитрата кальция и хлорида аммония, применяемых в виде подкормок при капельном орошении томатов в открытом грунте Северной зоны Астраханской области. Установлено, что из трёх вариантов: фертигации аммиачной селитрой, фертигации нитратом кальция и комбинированной фертигации нитратом кальция и хлоридом аммония, наибольшую урожайность 83 т/га демонстрировала фертигация нитратом кальция до фазы цветения-образования плодов (1–4 фертигации) и фертигация нитратом кальция и хлоридом аммония, начиная с фазы цветения-образования плодов (75% N из нитрата кальция и 25% N из хлорида аммония). На варианте фертигации нитратом кальция урожайность томатов была на 1,4 т или на 1,7% меньше, а самая низкая урожайность томата Катенька зафиксирована на варианте фертигации аммиачной селитрой и равнялась 76,4 т/га, что являлось на 6,6 т/га или на 8,6% меньше по отношению к фертигации нитратом кальция и хлоридом аммония. Наибольшее количество абсолютно сухого вещества в среднем 6,75% содержалось в плодах томата также на этом варианте. На варианте фертигации нитратом кальция количество абсолютно сухого вещества было на 0,26 т/га меньше, а на варианте фертигации аммиачной селитрой на 0,84 т/га меньше. Содержание нитратов на всех вариантах во все годы исследований не выходило за пределы допустимых значений.*

**Ключевые слова:** томат, капельное орошение, фертигация, аммиачная селитра, кальциевая селитра, хлорид аммония.

### Введение

При возделывании овощей открытого грунта в засушливых условиях Северного Прикаспия на бедных, по наличию органического вещества и питательных элементов, почвах необходимо самым тщательным образом соблюдать все элементы агротехники [1–3].

Основная и брендовая овощная культура Астраханской области — томаты чрезвычайно отзывчива на водосберегающие способы орошения, совмещающие с поливом внесение растворимых в воде, крайне необходимых растениям, питательных веществ [4, 5].

Значительную роль при выращивании томатов в засушливых условиях Северного Прикаспия играет оптимальное сочетание водного и пищевого режимов. Внедрение в овощеводстве фертигации существенно уменьшает производственные затраты, а в результате синхронизации подачи воды и питательных элементов непосредственно к корням, гарантируется их продуктивное использование [6, 7].

Однако при фертигации овощей необходим научно-обоснованный подбор эффективных минераль-

ных удобрений, которые могут заметно увеличить продуктивность возделываемых овощных культур и одновременно при этом повысить рентабельность их производства, снижая дополнительно расходы на подкормки [8–10].

Цель проведѳнных исследований заключалась в изучении влияния аммиачной селитры, нитрата кальция и комбинированного применения нитрата кальция и хлорида аммония, применяемых в виде подкормок при капельном орошении на урожайность томата в условиях светло-каштановых почв Астраханской области.

### Материал и методы исследования

В 2016 году на орошаемом опытном участке Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН на светло-каштановых почвах был заложен полевой опыт по изучению фертигации томатов в открытом грунте. В опыте на протяжении пяти лет изучался гибрид томата Катенька.

Схема опыта:

- 1) фертигация аммиачной селитрой;
- 2) фертигация нитратом кальция

Табл. 1. Структура урожая, среднее за 2016–2020 гг.

Варианты	Среднее количество плодов на кусте, шт.	Средняя масса плода, г	Урожайность стандартных плодов, т/га	Урожайность нестандартных плодов, т/га	Отход (пораженные болезнями плоды), %
1	60	94	54,0	22,4	6
2	62	100	59,4	22,2	5
3	65	105	62,5	20,5	5

3) фертигация нитратом кальция до фазы цветения-образования плодов (1-4 фертигации) и фертигация нитратом кальция и хлоридом аммония, начиная с фазы цветения-образования плодов (75% N из нитрата кальция и 25% N из хлорида аммония).

Рассада гибрида Катенька высаживалась по методу организованных четырёхкратных повторений. Размещение вариантов было одноярусное систематическое. Площадь деланки составляла 70 м<sup>2</sup> (2,8×25 м), а учетной — 35 м<sup>2</sup> (1,4×25 м).

Ширина защитных межделяночных и концевых полос составляла 1 и 2,5 м соответственно. Полевые опыты сопровождалась соответствующими наблюдениями, учетами, измерениями и лабораторными исследованиями, в основе которых лежали общепринятые методики (Г. И. Тараканов, В. Д. Мухин, 2002; В. Е. Ещенко, М. Ф. Трифонова, 2009).

#### Результаты исследования и их обсуждение

Наибольшее количество плодов на кусте формировалось на третьем варианте с фертигацией нитратом кальция до фазы цветения-образования плодов и фертигация нитратом кальция и хлоридом аммония, начиная с фазы цветения-образования плодов и составляло в среднем 65 штук, наименьшее количество плодов 60 штук формировалось на первом варианте с фертигацией аммиачной селитрой.

Максимальная масса плода в среднем 105 г также формировалась на третьем варианте, на втором варианте средняя масса плода была 5 г меньше, минимальная масса плода получалась на первом варианте и равнялась 94 г, что оказалось на 11 г или на 11,7% меньше, чем на третьем варианте.

В результате урожайность стандартных плодов также была наибольшей на третьем варианте 62,5 т/га, на втором варианте урожайность стандартных плодов была на 3,1 т меньше, а самая низкая урожайность стандартных плодов зафиксирована на первом варианте 54,0 т/га, что являлось на 8,5 т/га или на 15,7% меньше по отношению к третьему варианту.

Структура урожая гибрида Катенька представлена в табл. 1.

В результате урожайность томатов всего в среднем за 2016–2020 гг. также была наибольшей на третьем варианте 83 т/га, на втором варианте урожайность томатов на 1,4 т или на 1,7% меньше, а самая низкая урожайность зафиксирована на первом варианте 76,4 т/га, что являлось на 6,6 т/га или на 8,6% меньше по отношению к третьему варианту. Если рассматривать урожайность томатов по годам, то максимальная урожайность была зафиксирована в 2019 г. и на третьем варианте она составила 85,9 т/га, минимальная урожайность томатов установлена в 2018 г. и на первом варианте она составила 73,3 т/га.

Урожайность плодов томата Катенька по годам проведения опытов представлена в табл. 2.

Наибольшее количество абсолютно сухого вещества в среднем за 2016–2020 г. 6,75% содержалось в плодах томата на третьем варианте. На втором варианте количество абсолютно сухого вещества была на 0,21% меньше и на первом варианте на 0,31% меньше, чем на втором варианте. Разница между третьим и первым вариантами составила 0,52%.

Масса абсолютно-сухого вещества в плодах равняется процентному содержанию сухого вещества умноженной на урожайность.

Табл. 2. Урожайность плодов томата по вариантам опыта, т/га

Варианты	Год исследования					Среднее
	2016	2017	2018	2019	2020	
1	78,0	76,6	73,3	78,3	74,6	76,4
2	82,0	82,6	78,5	83,5	80,8	81,6
3	83,6	81,8	80,9	85,9	83,2	83,0

Табл. 3. Масса абсолютно-сухого вещества в плодах, т/га

Варианты	Год исследования					Среднее
	2016	2017	2018	2019	2020	
1	4,86	4,85	4,46	4,98	4,65	4,76
2	5,44	5,42	5,02	5,64	5,18	5,34
3	5,65	5,78	5,21	5,89	5,47	5,60

Табл. 4. Содержание нитратов в плодах при натуральной влажности, мг/кг

Варианты	Год исследования					Среднее
	2016	2017	2018	2019	2020	
1	31,42	31,31	31,25	31,24	31,13	31,27
3	30,23	30,20	30,14	30,12	30,11	30,16
5	29,52	29,48	29,44	29,41	29,45	29,46

Масса абсолютно-сухого вещества в плодах томата Катенька по годам проведения опытов представлена в табл. 3.

Наибольшая масса сухого вещества в плодах томата накапливалась на третьем варианте опыта и составляла в среднем за 2016–2020 гг. 5,6 т/га. На втором варианте масса сухого вещества была на 0,26 т/га меньше. На первом варианте масса сухого вещества была ещё на 0,58 т/га.

Содержание нитратов в плодах томатов по вариантам опыта представлена в табл. 4.

Содержание нитратов в плодах при натуральной влажности по годам проведения опытов представлено в табл. 4.

Наименьшее количество нитратов в плодах в среднем за 2016–2020 гг. 29,46 мг/кг было обнаружено

на третьем варианте опыта. На втором варианте количество нитратов было на 0,7 мг/кг больше. На первом варианте количество нитратов было ещё на 1,11 мг/кг больше. Разница между третьим и первым вариантами составила 1,81 мг/кг.

#### Выводы

В результате проведённых опытов установлено, что в сухостепной зоне светло-каштановых почв Северного Прикаспия наиболее эффективным приёмом является фертигация нитратом кальция до фазы цветения-образования плодов, фертигация нитратом кальция и хлоридом аммония, начиная с фазы цветения-образования плодов (75% N из нитрата кальция и 25% N из хлорида аммония).

#### Литература

1. Ахмедов, А.Д. Продуктивность овощных культур при капельном поливе в условиях Волго-Донского междуречья / А.Д. Ахмедов, Е.Э. Джамалетдинова, А.Е. Засимов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. – 2018. – № 1 (49). – С. 161-167.
2. Байрамбеков, Ш.Б. Биологические особенности развития хлопковой совки и защита томата от ее вредоносности с помощью инсектицидов в Астраханской области / Ш.Б. Байрамбеков, Н.К. Дубровин, М.Ю. Анишко, // Проблемы развития АПК региона. – 2019. – № 2. – С. 30-35.
3. Байрамбеков, Ш.Б. Действие некорневых подкормок на продуктивность томата в условиях дельты Волги / Ш.Б. Байрамбеков, М.Ю. Анишко, Г.В. Гуляева, Е.Д. Гарьянова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. – 2019. – № 2 (54). – С. 63-69.
4. Батыров, В.А. Влияние агротехнических приемов на урожайность и качество различных сортов томата при возделывании на светло-каштановых почвах Калмыкии / В.А. Батыров, И.А. Ниджляева, Е.Н. Очирова, Е.В. Калмыкова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. – 2019. – № 1 (53). – С. 81-89.
5. Джамбулатова, А.З. Улучшение плодородия орошаемых земель равнинной зоны Дагестана при капельном орошении томатов / А.З. Джамбулатова, С.А. Курбанов, Д.С. Магомедова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. – 2019. – № 1 (53). – С. 130-136.
6. Зволинский, В.П. Влияние макро- и микроудобрений на качество плодов томата / В.П. Зволинский, Ю.Н. Плескачев, Е.В. Калмыкова, О.В. Калмыкова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. – 2019. – № 1 (53). – С. 32-43.
7. Мухортова, Т.В. Особенности изучения адаптивности томатов при их интродукции в аридных условиях Северо-Западного Прикаспия / Т.В. Мухортова, Е.Г. Мягкова, Е.Н. Петров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. – 2019. – № 1 (53). – С. 89-96.
8. Носов, В.В. Фертигация томата кальций- и хлорсодержащими удобрениями и некорневые подкормки комплексными водорастворимыми удобрениями на светло-каштановой почве Волгоградской области / В.В. Носов др. // Вестник «Питание растений» – 2017. – № 3. – С. 7-12.
9. Петров, Н.Ю. Приёмы повышения продуктивности томата и картофеля при орошении в Поволжье / Н.Ю. Петров, Е.В. Калмыкова, В.Б. Нарушев, Т.И. Хоришко // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 4. – С. 36-39.
10. Соколов, А. С. Влияние гербицидов на семенную продуктивность томата / А.С. Соколов, Ш.Б. Байрамбеков, М.Ю. Анишко // Проблемы развития АПК региона. – 2019. – № 2. – С.160-164.

## References

1. Akhmedov A.D. Productivity of vegetable crops under drip irrigation in the conditions of the Volga-Don interfluvium / A.D. Akhmedov, E. E. Dzhamaletdinova, A. E. Zasimov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee obrazovanie. 2018. No. 1 (49). pp. 161-167.
2. Bayrambekov Sh. B. Biological features of the development of the cotton scoop and protection of tomato from its harmfulness with insecticides in the Astrakhan region / Sh. B. Bayrambekov, N. K. Dubrovin, M. Yu. Anishko, // Problems of development of the agro-industrial complex of the region. – 2019. – No. 2. – pp. 30-35.
3. Bayrambekov Sh. B. The Effect of foliar fertilizing on productivity of tomato in conditions of the Volga Delta / S. B. Meirambekov, M. J. Anishko, G. V. Gulyaev, E. D. Gurjanova // Proceedings of the lower Volga agrodiversity complex: science and higher education. 2019. No. 2 (54). pp. 63-69.
4. Batyrov V. A. Influence of agrotechnical techniques on the yield and quality of various tomato varieties when cultivated on light chestnut soils of Kalmykia / V. A. Batyrov, I. A. Nijlyayeva, E. N. Ochirova, E. V. Kalmykova // Proceedings of the lower Volga agrodiversity complex: science and higher education. 2019. No. 1 (53). pp. 81-89.
5. Dzhambulatova A. Z. Improvement of the fertility of irrigated lands of the plain zone of Dagestan with drip irrigation of tomatoes / A. Z. Dzhambulatova, S. A. Kurbanov, D. S. Magomedova // Proceedings of the lower Volga agrodiversity complex: science and higher education. 2019. No. 1 (53). pp. 130-136.
6. Zvolinsky V. P. Influence of macro- and microfertilizers on the quality of tomato fruits / V. P. Zvolinsky, Yu. N. Pleskachev, E. V. Kalmykova, O. V. Kalmykova // Proceedings of the lower Volga agrodiversity complex: science and higher education. 2019. No. 1 (53). pp. 32-43.
7. Mukhortova T. V. Features of studying the adaptability of tomatoes during their introduction in arid conditions of the North-Western Caspian region / T. V. Mukhortova, E. G. Myagkova, E. N. Petrov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee obrazovanie. 2019. No. 1 (53). pp. 89-96.
8. Nosov V. V. Fertigation of tomato calcium – and chlorine-containing fertilizers and foliar application of complex water-soluble fertilizers on light-chestnut soil, Volgograd region / V. V. Nosov, Yu. Pleskachev, V. I. Filin, And O. G. Charlie, I. B. Borisenko, A. A., Kholod, A. N. Sidorov // Bulletin of the "Power of plants" No. 3, 2017, P. 7-12.
9. Petrov N. Yu. The methods of improving the productivity of tomato and potato under irrigation in the Volga region / N. Yu. Petrov, E. V. Kalmykova, V. B. Narushev, T. I. Khorishko // Agricultural research magazine. 2017. No. 4. Pp. 36-39.
10. Sokolov A. S. Influence of herbicides on tomato seed productivity / A. S. Sokolov, Sh. B. Bayrambekov, M. Yu. Anishko // Problems of development of the agro-industrial complex of the region. – 2019. – No. 2. – p. 160-164.

**N. V. Tyutyuma<sup>1</sup>, Yu. N. Pleskachev<sup>2</sup>, M. Yu. Anishko<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,

<sup>2</sup>Federal Research Centre for Nemchinovka,

<sup>3</sup>Astrakhan State University

*pleskachiov@yandex.ru*

### **EFFECTIVENESS OF TOMATO LEAF DRESSING IN CULTIVATION IN THE NORTHERN CASPIAN REGION**

*An optimal combination of water and food regimes plays a significant role in growing tomatoes in arid conditions.*

*The introduction of fertigation in vegetable growing significantly reduces production costs, and as a result of synchronizing the supply of water and nutrients directly to the roots, their productive use is guaranteed.*

*The object of research was a hybrid of tomato Katenka, well adapted to the arid climate of the Northern Caspian region. The aim of the research was to study the effect of ammonium nitrate, calcium nitrate and the combined use of calcium nitrate and ammonium chloride, used in the form of top dressing for drip irrigation of tomatoes in the open ground of the Astrakhan region. It was found that of the three variants: fertigation with ammonium nitrate, fertigation with calcium nitrate and combined fertigation with calcium nitrate and ammonium chloride, the highest yield of 83.0 t/ha was demonstrated by fertigation with calcium nitrate before the flowering–fruit formation phase (1–4 fertigations) and fertigation with calcium nitrate and ammonium chloride, starting from the flowering–fruit formation phase (75% N from calcium nitrate and 25% N from ammonium chloride).*

*The largest amount of absolutely dry matter on average for 2016–2020, 6.75%, was contained in tomato fruits also in this variant.*

**Key words:** tomato, drip irrigation, fertigation, ammonium nitrate, calcium nitrate, ammonium chloride.

# Влияние суспензии и экстрактов штамма *Streptomyces Carpathicus* RCAM04697 на жизнеспособность насекомых–вредителей

УДК 574.34

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-47-1-16-22

Л. Н. Григорян, Ю. В. Батаева (к.б.н.), Е. Д. Андреева,  
З. О. Тураева, Д. Х. Закарьяева, Л. В. Яковлева (д.б.н.)  
Астраханский государственный университет,  
lilyagrigoryan90@gmail.com

Изучена инсектоакарицидная активность суспензии и экстрактов штамма актиномицета *Streptomyces carpathicus* RCAM04697 в отношении бахчевой и бобовой тлей, белокрылки, паутиного клеща. Учет биологической активности суспензии и экстрактов (водно-спиртовой в трех модификациях (80:20, 50:50, 20:80), метанольный и гексановый) штамма *S. carpathicus* RCAM04697 в отношении насекомых–вредителей проводили в четыре этапа: первые три — через каждые 2, 4, 6 ч, а четвертый — через сутки (24 ч). Установлено, что при изучении афицидной активности в отношении бахчевой тли на 2 час учета максимальных результатов достиг гексановый экстракт штамма *S. carpathicus* RCAM04697 (0,5 мг/мл) — 89,2%. Наибольшая афицидная активность в отношении бобовой тли на 2 час учета обнаружена в суспензии штамма *S. carpathicus* RCAM04697 — 92,5%. При изучении акарицидной активности в отношении паутиного клеща на 2 час учета выявлено, что максимальных результатов достиг метанольный экстракт штамма *S. carpathicus* RCAM04697 — 92,5%. Наибольшая инсектицидная активность в отношении белокрылки на 2 час учета зафиксирована в гексановом экстракте штамма *S. carpathicus* RCAM04697 — 89,2%. Установлено, что суспензия и экстракты штамма *S. carpathicus* RCAM04697 обладают высокой инсектоакарицидной активностью. На 24 часа учета практически во всех вариантах опыта наблюдалась массовая гибель членистоногих. Полученные данные подтверждают сведения о том, что метаболитам актиномицетов свойственна специфичность и высокая токсичность в отношении насекомых–вредителей. Разнообразие их химической природы обуславливает низкую степень адаптации к ним вредных членистоногих и фитопатогенов.

**Ключевые слова:** стрептомицеты, метаболиты, суспензия, экстракт, инсектоакарицидная активность, насекомые–вредители.

## Введение

В Астраханском регионе в условиях аридного экстремального климата формируются сообщества почвенных стрептомицетов со специфическими свойствами. Многие представители данной группы бактерий вызывают важный практический интерес как продуценты метаболитов, обладающие антибиотическими, антимикробными, антивирусными, гербицидными, инсектицидными, фитостимулирующими и другими полезными свойствами [1–3].

Продуцируя вторичные метаболиты, актиномицеты оказывают влияние на другие организмы – микроорганизмы, растения, животные, которые находятся во взаимодействии друг с другом и окружающей средой [4–7].

Во всем мире учеными интенсивно исследуются антагонистические свойства актиномицетов по отношению к насекомым. Данные бактерии зарекомендовали себя, как эффективные средства борьбы с вредными членистоногими. Актиномицетам присуща специфичность, а также способность к деградации в естественных круговоротах веществ, что позволяет не нарушать природное равновесие при их использовании [3, 8]. Актиномицеты являются основой современных биопрепаратов: Фитоверм, Вертимек, Мекар, Биокилл,

Оберон Репид, направленных на защиту и стимуляцию роста растений.

Особенность симбиозов между растениями и бактериями существенно отличает биоконтроль патогенов и вредителей от химической защиты растений, направленной на полное удаление нежелательных компонентов агроценоза. Следует отметить, что интенсивное применение пестицидов химического происхождения приводит к нарушениям экологического равновесия, как в самом агроценозе, так и в связанных с ним природных системах.

Актуальной является проблема поиска новых штаммов актиномицетов, продуцирующих биологически активные вещества с широким спектром экологического влияния, обладающих инсектоакарицидными свойствами.

Цель настоящих исследований – изучить инсектоакарицидную активность суспензии и экстрактов штамма актиномицета *Streptomyces carpathicus* RCAM04697 в отношении бахчевой (*Aphis gossypii* Glover.) и бобовой (*A. fabae* Black.) тлей, белокрылки (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood.), паутиного клеща (*Tetranychus urticae* Koch.).

## Материал и методы исследования

Штамм *S. carpathicus* RCAM04697 выделен аспирантом Астраханского государственного университета



А. Н. Григорян в 2013 г. из бурой полупустынной почвы с очень сильной степенью засоления в Наримановском районе Астраханской области. Данный штамм депонирован в Ведомственной коллекции полезных микроорганизмов сельскохозяйственного назначения ФГБНУ ВНИИСХМ (г. Пушкин).

Культурально-морфологическими особенностями штамма является образование круговых колоний с вишнево-красным мицелием субстрата и коричневым воздушным мицелием с черным рассеянным пигментом на крахмало-казеиновой среде.

Для получения суспензии с титром клеток  $10^9$  КОЕ/мл исследуемый штамм выращивали на жидкой крахмало-казеиновой среде в течение 7 суток при  $28^\circ\text{C}$ .

Для получения сухой биомассы с целью приготовления метанольного и водно-спиртового экстрактов суспензию исследуемого штамма с титром клеток  $10^9$  КОЕ/мл высушивали в ротационном испарителе. Высушенный до постоянной массы образец измельчали в ступке до размера частиц 1–2 мм.

Водно-спиртовые экстракты, полученные из сухой биомассы штамма, готовили в соотношениях 80:20; 50:50; 20:80 дистиллированной воды и этанола, соответственно. Надосадочную жидкость в трех модификациях водно-спиртового раствора вновь высушивали в ротационном испарителе и получали сухую биомассу экстракта. Сухой порошок разводили с дистиллированной водой в двух концентрациях: 1 и 0,5 мг/мл.

Для получения метанольных экстрактов сухую биомассу исследуемого штамма заливали метанолом в соотношении 1 мг/мл. Спустя 40 мин центрифугировали, в результате чего осадок удаляли для получения нативного раствора. Данную жидкость вновь высушивали в ротационном испарителе и получали сухую биомассу экстракта. Анализировали две концентрации данного экстракта: 1 и 0,5 мг/мл.

Для приготовления гексановых экстрактов 250 мл суспензии (суспензия с титром клеток  $10^9$  КОЕ/мл штамма *S. carpaticus* RCAM04697) экстрагировали 5 мл гексана в течение 3 мин в делительной воронке. После разделения двух фаз нижний слой удаляли. Оставшуюся в воронке жидкость (гексановый экстракт) высушивали в ротационном испарителе. Полученную биомассу досушивали в сушильном шкафу при  $37^\circ\text{C}$  в течение трех суток. Высушенную и измельченную массу разводили с дистиллированной водой в двух концентрациях: 1 и 0,5 мг/мл.

Исследование инсектоакарицидной активности штамма *S. carpaticus* RCAM04697 в лабораторных условиях включало 11 вариантов с учетом суспензии и двух концентраций экстрактов (1 и 0,5 мг/мл): водно-спиртовые экстракты в трёх соотношениях (80:20; 50:50; 20:80), метанольный и гексановый экстракты.

Инсектицидную активность суспензии и экстрактов штамма в лабораторных условиях определяли по

методике, основанной на контактном взаимодействии препарата и тест-объекта (бахчевой и бобовой тлей, паутинного клеща, белокрылки). На фильтровальную бумагу, помещенную в чашку Петри диаметром 90 мм, наносили 1,5 мл исследуемого вещества, подсаживали 20 особей тест-объектов [9].

Для изучения акарицидной активности суспензии и экстрактов штаммов в лабораторных условиях создавали одновозрастные тестируемые колонии паутинного клеща. На каждую высежку фасоли подсаживали 20 взрослых особей паутинного клеща. Особи опытных вариантов обрабатывали образцами из расчета 1,5 мл исследуемого вещества на высежку.

Учет погибших насекомых и паутинного клеща проводили через 2, 4, 6 и 24 ч. В качестве контроля использовали водопроводную воду. Опыты проводились в трехкратной повторности.

Инсектоакарицидную активность выражали в процентах с учетом гибели тест-объектов в контроле. Расчет инсектоакарицидной активности осуществляли по формуле Аббота, (при сопоставлении с контролем) [10]:

$$C = 100 (Ba - Ab)/A_A,$$

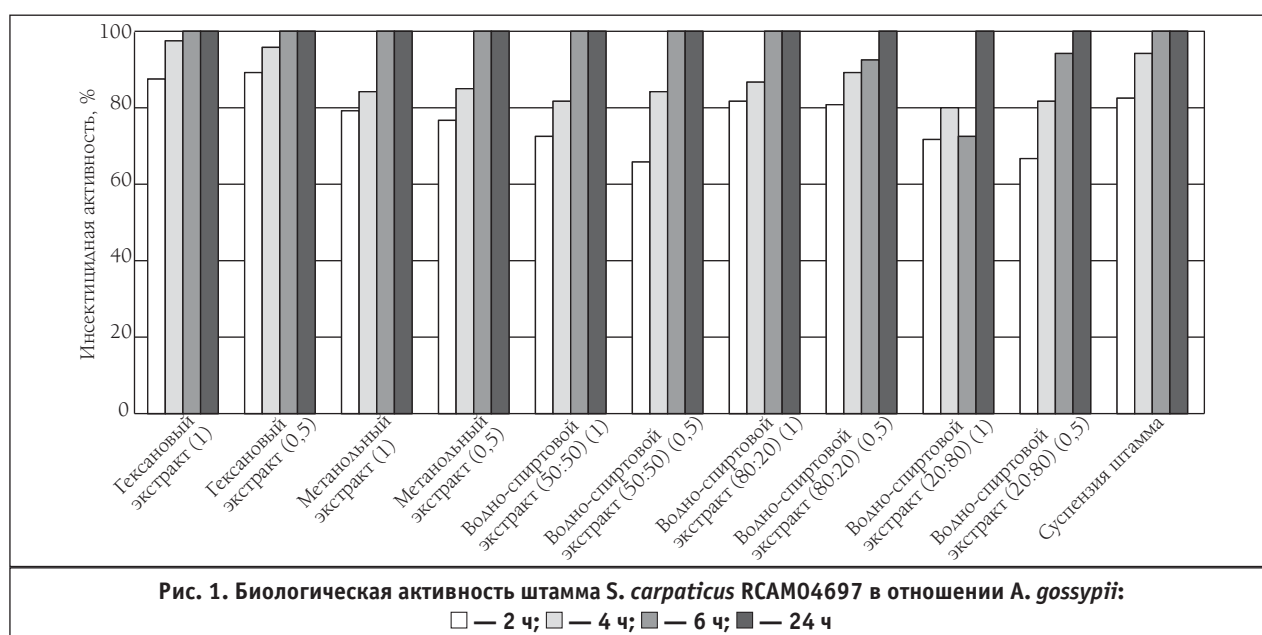
где  $C$  — процент смертности вредителей с поправкой на контроль, %;  $A, a$  — общее число особей в опытном варианте и контроле соответственно;  $B$  и  $b$  — количество погибших особей в опытном варианте и контроле соответственно.

Для математического анализа полученных материалов использовали пакеты программ Excel и BioStat 2008. Статистический анализ проводили на основе расчета средних арифметических ( $M$ ) и их ошибок ( $m$ ).

#### Результаты исследования и их обсуждение

Исследование афицидной активности изолята штамма *S. carpaticus* RCAM04697 (рис. 1) показало, что максимальная смертность бахчевой тли на 2 часа учета зафиксирована в гексановом экстракте (0,5 мг/мл) — 89,2%; минимальная (65,8%) в водно-спиртовом экстракте 50:50 (0,5 мг/мл).

Процент смертности *A. gossypii* при воздействии суспензии и остальных экстрактов штамма *S. carpaticus* RCAM04697 колебался в диапазоне от 66,7% до 87,5%. На 4 часа учета установлено, что максимальная смертность бахчевой тли выявлена в гексановом экстракте (1 мг/мл) — 97,5%; минимальная (80%) в водно-спиртовом экстракте 20:80 (1 мг/мл). Процент смертности *A. gossypii* при воздействии суспензии и остальных экстрактов штамма *S. carpaticus* RCAM04697 колебался в диапазоне от 81,7 до 95,8%. На 6 часа учета установлено, что максимальная смертность (100%) бахчевой тли выявлена в 8 образцах за исключением: водно-спиртового экстракта 80:20 (0,5 мг/мл) — 92,5%; водно-спиртового экстракта 20:80 (1 мг/мл) — 72,5%; водно-спиртового



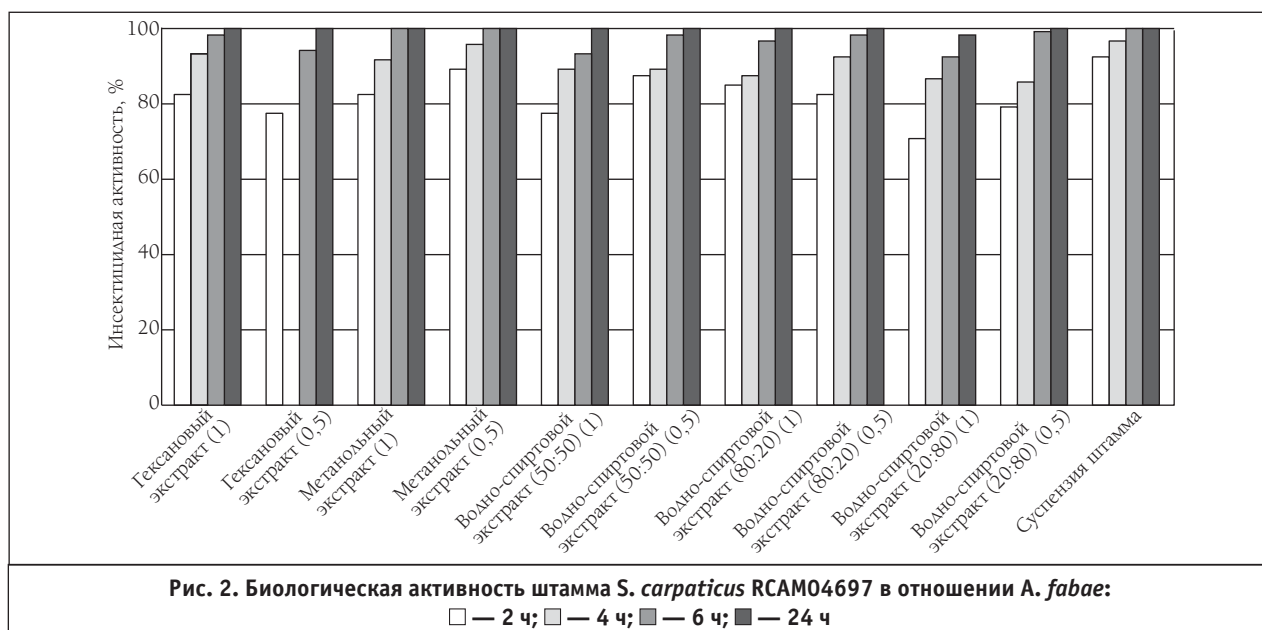
экстракта 20:80 (0,5 мг/мл) — 94,2%. На 24 час учета во всех образцах выявлена смертность *A. gossypii*, которая достигла 100%.

Исследование афицидной активности штамма *S. carpaticus* RCAM04697 (рис. 2) показало, что максимальная смертность бобовой тли на 2 часе учета зафиксирована в суспензии — 92,5%; минимальная (70,8%) в водно-спиртовом экстракте 20:80 (1 мг/мл).

Процент смертности *A. fabae* при воздействии остальных экстрактов штамма *S. carpaticus* RCAM04697 колебался в диапазоне от 77,5% до 89,5%. На 4 час учета установлено, что максимальная смертность бобовой тли выявлена в суспензии — 96,7%; минимальная (85,8%) в водно-спиртовом экстракте 20:80 (0,5 мг/мл). Процент смертности *A. fabae* при воздействии остальных

экстрактов штамма *S. carpaticus* RCAM04697 колебался в диапазоне от 86,7 до 95,8%. На 6 час учета установлено, что максимальная смертность (100%) бобовой тли наблюдалась в суспензии и метанольных экстрактах (1 и 0,5 мг/мл). Минимальная смертность *A. fabae* зафиксирована в водно-спиртовом экстракте 20:80 (1 мг/мл) и составила 92,5%. Процент смертности *A. fabae* при воздействии остальных экстрактов штамма *S. carpaticus* RCAM04697 колебался в диапазоне от 93,3 до 99,2%. На 24 час учета выявлено, что максимальная смертность (100%) бобовой тли зафиксирована во всех исследуемых образцах, кроме водно-спиртового экстракта 20:80 (1 мг/мл), смертность в котором составила 99,2%.

В работе В. И. Звенигородского с соавторами создана модель для оценки инсектицидной активности



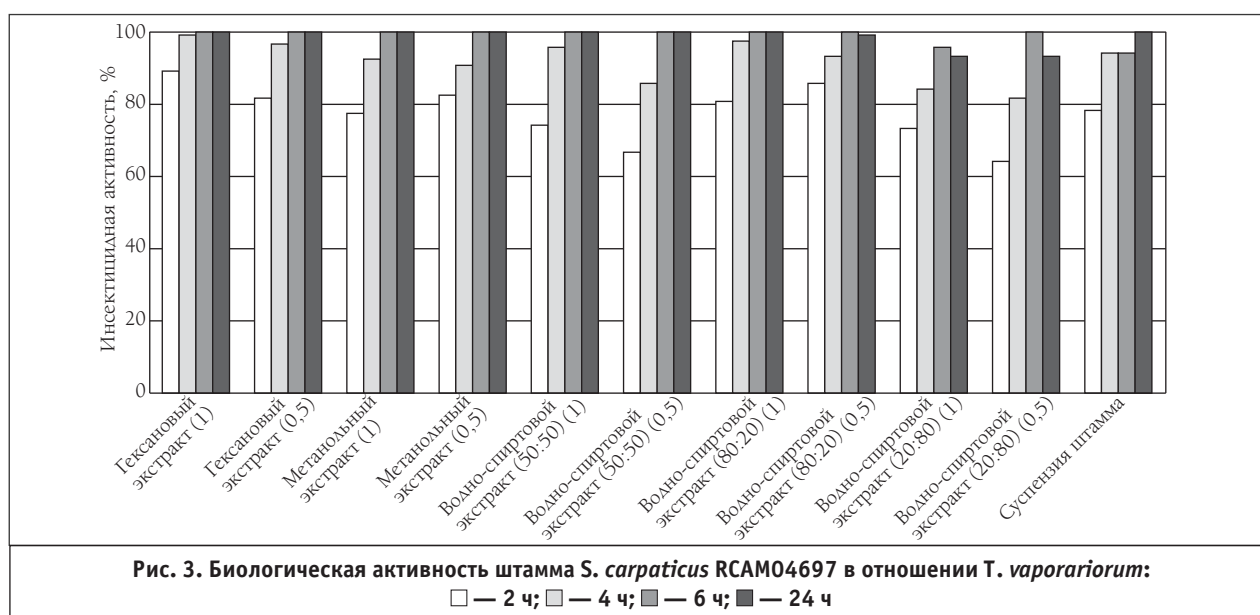


Рис. 3. Биологическая активность штамма *S. carpaticus* RCAM04697 в отношении *T. vaporariorum*:  
□ — 2 ч; ▒ — 4 ч; ▓ — 6 ч; ■ — 24 ч

изолятов и обнаружены штаммы актиномицетов, вызывающие летальный эффект на насекомых-вредителей — тараканов и сверчков, которые являются аналогами саранчи [10].

Исследование инсектицидной активности изолята штамма *S. carpaticus* RCAM04697 (рис. 3) показало, что максимальная смертность белокрылки на 2 часа учета зафиксирована в гексановом экстракте (1 мг/мл) — 89,2%; минимальная (64,2%) в водно-спиртовом экстракте 20:80 (0,5 мг/мл).

Процент смертности *T. vaporariorum* при воздействии остальных экстрактов штамма *S. carpaticus* RCAM04697 колебался в диапазоне от 66,7 до 85,8%. На 4 часа учета установлено, что максимальная смертность белокрылки выявлена в гексановом экстракте (1 мг/мл) — 99,2%; минимальная (81,7%) в водно-спир-

товом экстракте 20:80 (0,5 мг/мл). Процент смертности *T. vaporariorum* при воздействии остальных экстрактов штамма *S. carpaticus* RCAM04697 колебался в диапазоне от 84,2 до 97,5%. На 6 часа учета установлено, что биологическая активность суспензии и водно-спиртового экстракта 20:80 (1 мг/мл) в отношении белокрылки составила 94,2 и 93,3%, соответственно. Показатель смертности белокрылки на данном сроке учета в остальных образцах составил 100%. На 24 часа учета выявлено, что максимальная смертность (100%) белокрылки зафиксирована во всех исследуемых образцах, кроме водно-спиртового экстракта 20:80 (1 мг/мл), смертность в котором составила 95,8%.

В опытах О. В. Сергеевой изучено влияние двух штаммов актиномицетов рода *Streptomyces* на морковную листовую блошку. Исследования показали, что препа-

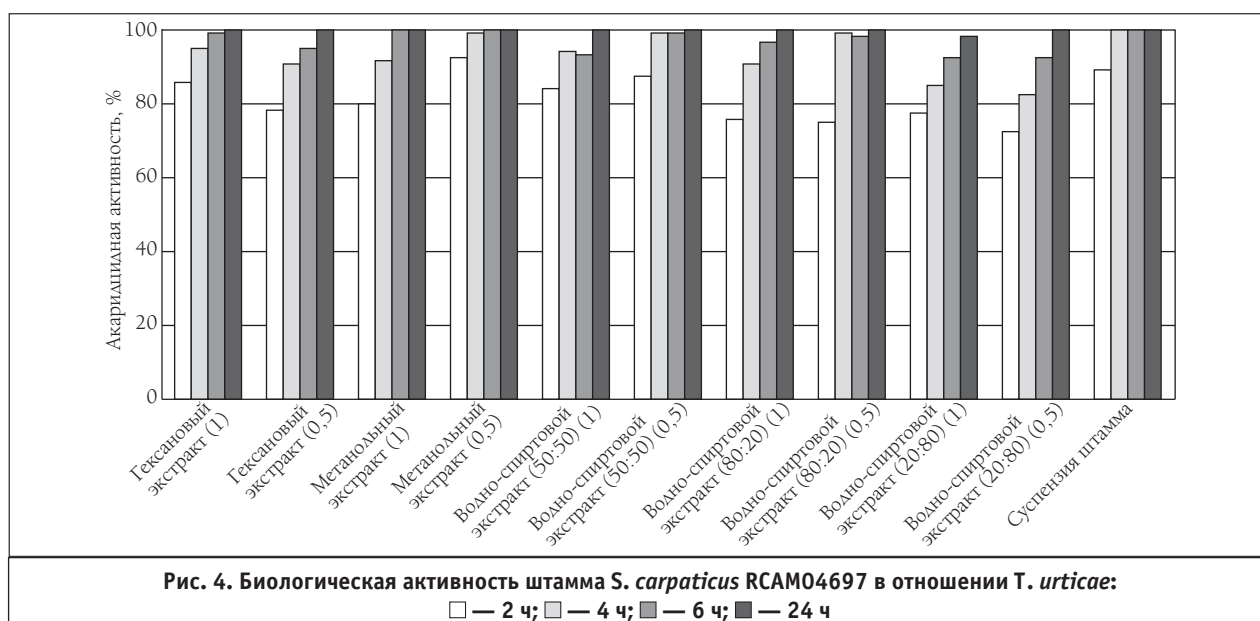


Рис. 4. Биологическая активность штамма *S. carpaticus* RCAM04697 в отношении *T. urticae*:  
□ — 2 ч; ▒ — 4 ч; ▓ — 6 ч; ■ — 24 ч

раты начинают гарантированно действовать на третьи сутки после обработки. Отметим, что морковная листо-блешка - *Trioza apicalis* (Homoptera triozidae) — один из специализированных вредителей моркови в условиях Ленинградской области. Для получения беспестицидной продукции в настоящее время нерешённой остаётся проблема биологической защиты моркови от данного вредителя. Результаты анализов подтверждают выводы современных исследований микробных препаратов и свидетельствуют о том, что богатым источником биологически активных веществ разнообразного спектра действия являются актиномицеты [11].

Исследование акарицидной активности изолята штамма *S. carpaticus* RCAM04697 (рис. 4) показало, что максимальная смертность паутинного клеща на 2 часе учета зафиксирована в метанольном экстракте (0,5 мг/мл) — 92,5%; минимальная (72,5%) в водно-спиртовом экстракте 20:80 (0,5 мг/мл).

Процент смертности *T. urticae* при воздействии остальных экстрактов штамма *S. carpaticus* RCAM04697 колебался в диапазоне от 75,0% до 89,2%. На 4 час учета установлено, что максимальная смертность паутинного клеща выявлена в суспензии — 100%; минимальная (82,5%) в водно-спиртовом экстракте 20:80 (0,5 мг/мл). Процент смертности *T. urticae* при воздействии остальных экстрактов штамма *S. carpaticus* RCAM04697 колебался в диапазоне от 85 до 99,2%. На 6 час учета установлено, что максимальная смертность (100%) паутинного клеща наблюдалась в суспензии и метанольных экстрактах (1 и 0,5 мг/мл). Минимальная смертность *T. urticae* зафиксирована в водно-спиртовых экстрактах 20:80 (0,5 мг/мл и 1 мг/мл) и составила 92,5%. Биологическая активность остальных экстрактов штамма *S. carpaticus* RCAM04697 в отношении *T. urticae* варьировала в диапазоне от 93,3 до 99,2%. На 24 час учета выявлено, что максимальная смертность (100%) паутинного клеща зафиксирована во всех исследуемых образцах, кроме водно-спиртового экстракта 20:80 (1 мг/мл), смертность в котором составила 98,3%.

Таким образом, важнейшим звеном для улучшения фитосанитарного состояния агроценозов выступает широкое применение качественных и безопасных препаратов на основе метаболитов актиномицетов с широким спектром инсектоакарицидного действия.

## Выводы

Анализ полученных данных показал, что суспензия и экстракты штамма *S. carpaticus* RCAM04697 обладают высокой инсектоакарицидной активностью. На 24 часе учета практически во всех вариантах опыта наблюдалась массовая гибель тлей. Установлено, что при изучении афицидной активности в отношении бахчевой тли на 2 час учета максимальный показатель смертности наблюдался в гексановом экстракте штамма *S. carpaticus* RCAM04697 (0,5 мг/1 мл) — 89,2%. Наибольшая афицидная активность в отношении бобовой тли на 2 час учета зафиксирована в суспензии штамма *S. carpaticus* RCAM04697 — 92,5%.

Установлено, что одним из эффективных образцов, в котором проявлялись наибольшие показатели антагонистического действия на паутинного клеща, является метанольный экстракт (0,5 мг/1 мл) штамма *S. carpaticus* RCAM04697 (92,5% на второй час учета). Высокая инсектицидная активность в отношении белокрылки установлена в гексановом экстракте (1 мг/1 мл) штамма *S. carpaticus* RCAM04697 — 89,2% на второй час учета.

Высокую инсектоакарицидную активность суспензии исследуемого штамма с первых часов учета в сравнении с экстрактами можно объяснить тем, что в ее состав входит большое количество различных метаболитов, которые не все могут быть проэкстрагированы элюентами.

Высокая инсектоакарицидная активность гексановых и метанольных экстрактов штамма связана с тем, что они могут содержать алкалоиды, спирты, альдегиды, углеводороды, эфиры, сульфаты и другие функциональные группы, водно-спиртовых — флавоноиды. Большинство известных функций алкалоидов относятся к защите растений от внешних воздействий, включая насекомых-вредителей [12].

Полученные данные подтверждают сведения о том, что метаболитам актиномицетов свойственна специфичность и высокая токсичность в отношении насекомых-вредителей [13, 14]. Кроме того, разнообразие их химической природы обуславливает низкую степень адаптации к ним вредных членистоногих и фитопатогенов различной этиологии.

## Литература

1. Jung, S.J. Screening and evaluation of *Streptomyces* species as a potential biocontrol agent against a wood Decay fungus, *Gloeophyllum trabeum* / S.J. Jung, J.K. Lee, N.K. Kim, D.H. Lee, S.I. Hong // *Mycobiology*. – 2018. – No 46 (2). – P. 138–146.
2. Oskay, M. Comparison of *Streptomyces* diversity between agricultural and noagricultural soils by using various culture media / M. Oskay // *Scientific Research and Essays*. – 2009. – V. 4. – No 10. – P. 997–1005.
3. Широких, И.Г. Почвенные актиномицеты национального лесного парка на северо-востоке Китая / И.Г. Широких, А.А. Широких // *Почвоведение*. – 2017. – No 1. – С. 86–92.
4. Castillo, M.A. Biodegradation of the herbicide diuron by streptomycetes isolated from soil / M.A. Castillo, N. Felis, G. Cuesta, C. Sabater, P. Aragon // *International Biodeterioration and Biodegradation*. – 2006. – V. 58. – No 3. – P. 196–202.
5. El-Tarabily, K.A. Non-streptomycete actinomycetes as biocontrol agents of soil-borne fungal plant pathogens and as plant growth promoter / K.A. El-Tarabily, K. Sivasithamparam // *Soil Biology and Biochemistry*. – 2006. – V. 38. – No 7. – P. 1505–1520.

6. Amaresan, N.J. In plant growth promotion: mechanisms and role New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering: Actinobacteria / N.J. Amaresan, H. Naik, K. Kumar, K.G. Bapatla, R.K. Mishra // Diversity and Biotechnological Applications. – 2018. – P. 125–135.
7. Григорян, Л.Н. Исследование компонентного состава метаболитов бактерий *Nocardiosis umidischolae*, с целью поиска экологически безопасных средств защиты растений / Л.Н. Григорян, Ю.В. Батаева, Е.Д. Андреева, Д.Х. Закарьяева, З.О. Тураева, С.В. Антонова // Экологическая химия. – 2020. – № 29 (1). – С. 1–15.
8. Долженко, Т.В. Метаболиты актиномицетов для защиты сада от вредителей / Т.В. Долженко // Вестник ОрелГАУ. – 2012. – № 3 (36). – С. 91–93.
9. Воронина, Э.Г. Методика испытания микоафидина Т в лабораторных, полевых и производственных условиях / Э.Г. Воронина, Г.М. Гиндина, И.И. Новикова, Т.Ю. Мукамолова Л.: ВИЗР. – 1988. – С. 9-13.
10. Звенигородский, В.И. Микробы-антагонисты (стрептомицеты и бациллы), выделенные из почв разных типов / В.И. Звенигородский, А.И. Кузин, Е.М. Шагов, Р.Р. Азизбекян, Г.М. Зенова, Т.А. Воейкова // Почвоведение. – 2004. – № 7. – С. 860–866.
11. Сергеева, О.В. Изучение действия штаммов актиномицетов рода *Streptomyces* на морковную листовую блошку / О.В. Сергеева // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2009. – № 15. – С. 60–63.
12. Tadeusz, A. Alkaloids — secrets of life / A. Tadeusz // Amsterdam. – 2007. – P. 142-143.
13. Григорян, Л.Н. Фитотоксичность и инсектоакарицидная активность актиномицетов, выделенных из засоленных почв аридной территории / Л.Н. Григорян, Ю.В. Батаева, В.А. Шляхов, Д.К. Магзанова, А.С. Баймухамбетова // Юг России: экология, развитие. – 2020. – Т. 15. – № 2. – С. 103-112.
14. Григорян, Л.Н. Влияние штамма бактерий *Streptomyces carpaticus* RCAM 04697 на фитостимуляцию, фитовирусы томата и насекомых-вредителей в лабораторных условиях / Л.Н. Григорян, Ю.В. Батаева, В.А. Шляхов // Естественные и технические науки. – 2020. – № 6 (144). – С. 58-61.

## References

1. Jung, S.J. Screening and evaluation of *Streptomyces* species as a potential biocontrol agent against a wood Decay fungus, *Gloeophyllum trabeum* / S.J. Jung, J.K. Lee, N.K. Kim, D.H. Lee, S.I. Hong // Mycobiology. – 2018. – No 46 (2). – P. 138–146.
2. Oskay, M. Comparison of *Streptomyces* diversity between agricultural and noagricultural soils by using various culture media / M. Oskay // Scientific Research and Essays. – 2009. – V. 4. – No 10. – S. 997–1005.
3. Shirokih, I.G. Soil actinomycetes of the National Forest Park in northeast China / I.G. Shirokih, A.A. Shirokih // Pochvovedenie. – 2017. – No 1. – S. 86–92.
4. Castillo, M.A. Biodegradation of the herbicide diuron by streptomycetes isolated from soil / M.A. Castillo, N. Felis, G. Cuesta, C. Sabater, P. Aragon // International Biodeterioration and Biodegradation. – 2006. – V. 58. – No 3. – P. 196–202.
5. El-Tarabily, K.A. Non-streptomycete actinomycetes as biocontrol agents of soil-borne fungal plant pathogens and as plant growth promoter / K.A. El-Tarabily, K. Sivasithamparam // Soil Biology and Biochemistry. – 2006. – V. 38. – No 7. – P. 1505–1520.
6. Amaresan, N.J. In plant growth promotion: mechanisms and role New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering: Actinobacteria / N.J. Amaresan, H. Naik, K. Kumar, K.G. Bapatla, R.K. Mishra // Diversity and Biotechnological Applications. – 2018. – P. 125–135.
7. Grigoryan, L.N. Investigation of the component composition of metabolites of bacteria *Nocardiosis umidischolae*, in order to search for ecologically safe plant protection products / L.N. Grigoryan, YU.V. Bataeva, E.D. Andreeva, D.H. Zakaryaeva, Z.O. Turaeva, S.V. Antonova // Ekologicheskaya himiya. – 2020. – No 29 (1). – S. 1–15.
8. Dolzhenko, T.V. Actinomycete metabolites to protect the garden from pests / T.V. Dolzhenko // Vestnik OrelGAU. – 2012. – No 3 (36). – S. 91–93.
9. Voronina, E.G. Test procedure for mycoafidin T in laboratory, field and industrial conditions / E.G. Voronina, G.M. Gindina, I.I. Novikova, T.Yu. Mukamolova L.: VIZR. – 1988. – S. 9-13.
10. Zvenigorodskij, V.I. Microbes-antagonists (streptomycetes and bacilli) isolated from different soil types / V.I. Zvenigorodskij, A.I. Kuzin, E.M. Shagov, R.R. Azizbekyan, G.M. Zenova, T.A. Voejkova // Pochvovedenie. – 2004. – No 7. – S. 860–866.
11. Sergeeva, O.V. Study of the action of actinomycete strains of the genus *Streptomyces* on the carrot beetle / O.V. Sergeeva // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2009. – No 15. – S. 60–63.
12. Tadeusz, A. Alkaloids — secrets of life / A. Tadeusz // Amsterdam. – 2007. – P. 142-143.
13. Grigoryan, L.N. Phytotoxicity and insectoacaricidal activity of actinomycetes isolated from saline soils of arid territory / L.N. Grigoryan, Yu.V. Bataeva, V.A. Shlyahov, D.K. Magzanova, A.S. Bajmuhambetova // YUg Rossii: ekologiya, razvitie. – 2020. – T. 15. – No 2. – S. 103-112.
14. Grigoryan, L.N. The influence of the bacterial strain *Streptomyces carpaticus* RCAM 04697 on phytostimulation, tomato phytoviruses and insect pests in laboratory conditions / L.N. Grigoryan, Yu.V. Bataeva, V.A. Shlyahov // Estestvennye i tekhnicheskie nauki. – 2020. – No 6 (144). – S. 58-61.

L. N. Grigoryan, Yu. V. Bataeva, E. D. Andreeva, Z. O. Turaeva, D. H. Zakaryaeva, L. V. Yakovleva

Astrakhan State University  
lilyagrigoryan90@gmail.com

### **EFFECT OF SUSPENSION AND EXTRACTS OF *STREPTOMYCES CARPATICUS* RCAM04697 ON VIABILITY OF INSECT PESTS**

*The insectoacaricidal activity of suspensions and extracts of the actinomycete strain Streptomyces carpaticus RCAM04697 against melon and legume aphids, whitefly, and spider mites was studied. The biological activity of the suspension and extracts (hydroalcoholic in three modifications (80:20, 50:50, 20:80), methanol and hexane) of S. carpaticus RCAM04697 strain against insect pests was taken into account in four stages: the first three – through every 2, 4, 6 hours, and the fourth – every other day (24 hours). It was found that when studying the aphicidal activity against melon aphids for 2 hours of recording, the hexane extract of the S. carpaticus RCAM04697 strain (0.5 mg/ml) achieved the maximum results – 89.2%. The highest aphicidal activity against leguminous aphids at 2 hours of registration was found in a suspension of S. carpaticus RCAM04697 – 92.5%. When studying the acaricidal activity against the spider mite at 2 hours of recording, it was revealed that the methanol extract of the S. carpaticus RCAM04697 strain achieved the maximum results – 92.5%. The highest insecticidal activity against whitefly at 2 hours of registration was recorded in the hexane extract of the S. carpaticus RCAM04697 strain – 89.2%. It was found that the suspension and extracts of the S. carpaticus RCAM04697 strain have high insectoacaricidal activity. At 24 hours of counting, in almost all variants of the experiment, a mass death of arthropods was observed. The data obtained confirm the information that the actinomycete metabolites are characterized by specificity and high toxicity in relation to insect pests. The variety of their chemical nature determines the low degree of adaptation of harmful arthropods and phytopathogens to them.*

**Key words:** streptomycetes, metabolites, suspension, extract, insectoacaricidal activity, insect pests.

# Видовой состав вредителей, выявленных на территории Григорьевского ущелья Ананьевского лесничества Республики Кыргызстан

УДК 630.421

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-47-1-23-28

**Н. Б. Денисова** (к.б.н.), **С. Н. Волков** (к.б.н.)  
 Мытищинский филиал МГТУ им. Н. Э. Баумана,

Данные для подготовки статьи были получены на территории Ананьевского лесничества Республики Кыргызстан во время проведения исследований с 2016 по 2019 год. В районе озера Иссык-Куль сосредоточено около половины еловых лесов Кыргызстана, произрастающих по склонам гор. Они имеют исключительное почвозащитное, водоохранное и курортное значение. Эти леса испытывают значительное антропогенное воздействие, снижающее их устойчивость, что создает предпосылки возникновения очагов стволовых вредителей. Очаги возникали и в прежние годы под влиянием различных абиотических факторов, в том числе засух. Ксилофильные жесткокрылые ели тянь-шаньской (основной хвойной породы, представленной на обследуемой территории) изучены недостаточно. В результате проведения обследования было выявлено 13 видов эндемиков, что соответствует 43,5% всей фауны тянь-шаньской ели. Проведя анализ пищевой специализации ксилофильных жесткокрылых можно сделать вывод о том, что большинство видов относится к монофагам (питающимся на одной кормовой породе), это такие виды, как, например *Anthaxia turkestanica* Obenb., *Chrysobothris chrysostigma* L., *Tetropium staudingeri* Pic., *Molorchus pallidipennis* Heyd., *Dokhturovia nebulosa* Gebl., *Acmaeops brachyptera*, *Hylastes substriatus* Strohm., *Carphoborus choldocovkyi* Spess. К олигофагам развивающихся не только на ели, но и таких хвойных породах, как, пихта сибирская, пихта Семенова и арча, относятся *Anthaxia conradti* Sem., *Dokhturovia Baeckmanni* Jank *Molorchus tjanschanicus* Plaw., *Trypodendron lineatum* Oliv., *Orthotamicus suturalis* Gyll. Вредители всей группы составляют 20,5% общего числа на насекомых, повреждающих ель. В результате работы получены данные позволяющие оценить комплекс жесткокрылых, заселяющих древесину на различных этапах ее разрушения.

**Ключевые слова:** ель тянь-шаньская, жесткокрылые-ксилобионты, эндемики Киргизии, вредители лесных насаждений.

## Введение

В Кыргызской Республике леса имеют большое экологическое значение, являясь, своего рода аккумуляторами влаги. Произрастая по склонам гор, они способствуют предотвращению селевых потоков, препятствуют образованию в горах оползней и снежных лавин, регулируют расходы воды в реках, делая их более равномерными в течение года.

В северной части Кыргызской Республики по хребтам Терскей-Ала-Тоо, Кунгей-Ала-Тоо, Нарын-Тоо, Ат-Башы, Байдулу, в бассейнах рек Чон-Кемин, Тар и других на высоте 1600–3100 м склонам Кыргызского хребта, леса образованы в основном елью тянь-шаньской. Разнообразие природных условий на разных экспозициях склона обуславливает сильное колебание биологических свойств насаждений. В соответствии с этим ельники в Кыргызстане образуют три экологических пояса: низкогорный (1900–2500 м), среднегорный (2500–2800 м) и высокогорный (2800 м и выше).

Площадь еловых лесов в республике составляет 107,9 тыс. га, и на долю ели тянь-шаньской приходится 12,7% от всей площади лесов.

В литературе о видовом составе ксилофильных жесткокрылых имеются лишь самые общие сведения, в основном повторяющие результаты экспедиционных работ, проведенных более 20 лет назад. Впервые про-

ведены исследования, позволившие получить данные о видах-индикаторах, заселяющих древесину на разных этапах ее разрушения. Между тем без знания экологии и надежных методов учета численности невозможна разработка системы мероприятий по защите хвойных насаждений Кыргызстана от стволовых вредителей.

Иссык-Кульская область расположена в северо-восточной части Кыргызской Республики. Общая площадь территории составляет 43,1 тыс. км<sup>2</sup>, что составляет 21,58% общей площади Республики, расположена на высоте от 1600 до 7439 м над уровнем моря.

Рельеф территории подразделяется на две основные части: Иссык-Кульскую котловину и Иссык-Кульские сырты. Иссык-Кульская котловина с севера и юга ограничена хребтами Кунгей, Терскей-Ала-Тоо, имеет длину с востока на запад 240 км, ширину около 100 км. Единственный естественный выход из котловины в Чуйскую долину — река Чу, текущая по Боомскому ущелью. Центральную часть занимает озеро Иссык-Куль. Озеро расположено на высоте 1608 м над уровнем моря, площадь озера — 6200 км<sup>2</sup>, глубина — 668 м, длина 180 км, ширина 64 км.

Длина хребта Кунгей-Ала-Тоо — 280 км. Гребень хребта расположен на высоте 3800–4000 м. Высшая точка — гора Чоктал (4771 м). Центральная часть хребта лежит выше снеговой линии, поэтому здесь встречаются небольшие снежники и ледники. Длина

хребта Тескей-Ала-Тоо 350 км, его высокая часть расположена в верховьях рек Ак-Суу и Кара-Кель, где сосредоточено много ледников. К югу от Тескей-Ала-Тоо располагаются сырты, малообжитые высокогорные пространства с характерным чередованием пологих хребтов и межгорных понижений. Здесь преобладают волнистые пространства в окружении хребтов, покрытых вечными снегами и ледниками.

Климат Северо-Восточного Кыргызстана формируется под влиянием большого по площади незамерзающего озера Иссык-Куль и имеет черты морского: мягкая зима, относительно теплое лето, сглаженный годовой ход температуры воздуха.

В Иссык-Кульской котловине получается некоторое подобие циклонической циркуляции, которая периодически нарушается поступлением холодного воздуха с востока и запада. При этом возникают ветры со значительными скоростями, особенно большой силы (25–30 м/с) может достигать западный ветер «Улан».

В восточной части котловины с конца ноября снежный покров устойчив и достигает 25–30 см в прибрежной зоне и 60–80 см на высоте 2500 м над уровнем моря. Среднегодовая температура воздуха 6–8°C тепла.

Температурный режим на исследуемой территории в период исследований приведён на *рисунке*.

Цель исследований заключалась в изучении видового состава ксилофильных жесткокрылых, выявленных на территории Григорьевского ущелья Ананьевского лесничества Республики Кыргызстан.

В процессе её выполнения ставились следующие задачи:

- 1) сбор и определение жесткокрылых-ксилобионтов, в том числе ксилофильных жесткокрылых, встречающихся на территории Григорьевского ущелья Ананьевского лесничества;
- 2) выявление экологических комплексов стволовых вредителей в еловых насаждениях, оценка встречаемо-



сти и значимости отдельных видов и их комплексов, выделение доминантных и наиболее опасных и распространённых видов вредителей.

### Материал и методы исследования

Исследования комплекса ксилофильных жесткокрылых проводились на территории Григорьевского ущелья Ананьевского лесничества Республики Кыргызстан.

Полевые работы включали в себя изучение видового состава, распространения, структуры и биологических особенностей насекомых, относящихся к группе жесткокрылых-ксилобионтов (в том числе ксилофильных видов), оказывающих влияние на состояние ели тянь-шаньской. Для изучения видового состава комплекса стволовых вредителей и других групп жесткокрылых-ксилобионтов обследовались разновозрастные насаждения с участием основной лесобразующей породы, ели тянь-шаньской. При выборе стационарных участков наблюдений учитывались следующие их характеристики:

- породный и возрастной состав насаждений;
- наличие в недавно усохших деревьях кормового ресурса насекомых-ксилобионтов;
- наличие усыхающих и сухостойных, ветровальных и буреломных деревьев, пней или крупных порубочных остатков.

При анализе осматривались комлевая и стволовая часть, ветви и корни деревьев, выявлялись районы поселения насекомых, вскрывалась кора на заселенной части, из-под коры и из древесины деревьев отлавливались и собирались насекомые. Из корней деревьев насекомые извлекались с использованием почвенных раскопок.

Лов жуков на территории участков стационарных наблюдений осуществлялся с использованием почвенных ловушек. В качестве почвенных ловушек использовали так называемые стаканчики одноразового пользования прозрачные или белого цвета, они же ловушки Барбера, которые заполнялись 1–2% раствором формалина. Эти ловушки врывались в почву вровень с её верхним краем в самых разных местах: у пней, отмерших стволов стоящих и сваленных деревьев, в подстилке между деревьями в лесу, на полянах, лугах, по берегам водоёмов.

Широко применялся ручной сбор насекомых с хвои деревьев и кустарников и с цветущих растений, на которых проходят дополнительное питание многие виды жесткокрылых-ксилобионтов. При сборах насекомых в природных условиях одновременно отмечались дата, время суток, категория состояния дерева, на которых были найдены насекомые, местоположение и освещенность стволов, для ветровала – связь корневой системы с землей.

Для анализа трофических связей насекомых фиксировались случаи питания жуков и личинок на



различных пищевых объектах: под корой и в древесине, в плодовых телах дереворазрушающих грибов, в древесине пораженной грибами, на древесном соке.

### Результаты исследования и их обсуждение

По зоогеографической принадлежности вредителей тьянь-шаньской ели можно разделить на две группы — эндемиков, т.е. распространенных на территории произрастания этой породы и виды с более широким ареалом. Число эндемиков составляет 27 видов, что равно 43,5% фауны тьянь-шаньской ели [2]. Нами было обнаружено 13 видов. Наряду со сравнительной бедностью видового состава фауна тьянь-шаньской ели так же характеризуется высокой степенью эндемизма.

Необходимо отметить, что некоторые виды насекомых распространены на отдельных хребтах Тянь-Шаня неравномерно, образуя разорванный ареал. Так, например, *Hylastes substriatus* Strohm., распространенный в юго-восточном Казахстане и Северной Киргизии, отсутствует в Южной Киргизии (Чаткальском и Ферганском хребтах). Такие распространенные и вредоносные вредители ели в Киргизии, как *Anthaxia zarudniana* Richt. и *Dokhturovia Baeckmanni* Jank. в Казахстане не обнаружены. Подобная картина наблюдается и с некоторыми другими вредителями ели на отдельных хребтах Тянь-Шаня. Причиной такого распространения вредителей, наряду с другими факторами, является, по-видимому, некоторая территориальная разобщенность еловых лесов с довольно заметной пространственной изоляцией, что сказалось и на видовом составе вредителей. Количество видов с широким ареалом равно 33 [3, 4].

Первым исследователем фауны стволовых вредителей этой древесной породы в Киргизии был В. Я. Парфентьев в 1930–1933 гг. Большая работа по фауне и экологии стволовых вредителей ели тьянь-шаньской в Казахстане была проделана И. А. Костиным [7].

В настоящее время известно 35 видов стволовых вредителей ели тьянь-шаньской. Их распределение по ареалу ели неравномерно. На юге Киргизии из 22 видов стволовых вредителей, шестнадцать видов эндемики ели тьянь-шаньской. При движении на север Тянь-Шаня уменьшается число эндемичных видов и возрастает количество видов, имеющих более широкий ареал, преимущественно представителей европейско-сибирской фауны. В Казахстане на тридцать видов стволовых вредителей ели тьянь-шаньской эндемиков только двенадцать видов, а в Северной Киргизии из 21 вида выявлено тринадцать эндемиков.

Эндемичными ели тьянь-шаньской являются следующие виды: *Ips hauseri* Reitter, *Pityogenes spessivtsevi* Leb., *Pityophthorus kirgisicus* Pjat., *Pityophthorus parfentjevi*, *Pityophthorus schrenckii*, *Tetropium staudingeri* Pic., *Dokhturovia nebulosa* Gebl., *Dokhturovia Baeckmanni*

*Jank.*, *Molorchus pallidipennis* Heyd., *Molorchus tjanschanicus* Plaw., *Acmaeops brachyptera*, *Sirex tjanschanicus* Sem., *Hylastes substriatus* Strohm.

Все ксилобионты делятся на следующие трофические группы.

1. *Настоящие ксилофаги*, использующие набор ферментов, способных переваривать клетчатку, личинки заселяют сравнительно свежую кору и древесину, это представители — личинки златок, короедов, усачей.

2. *Ксило-мицетофаги* подразделяются на амброзийных и деструктивных ксиломицетофагов. Амброзийные ксиломицетофаги — личинки обитают в ходах свободных от трухи, на стенках которых развиваются грибы. Эти грибы составляют значительную часть рациона, а древесина хотя и попадает в организм насекомого, но слабо переваривается в связи с неполным набором ферментов. Жуки либо сами заносят в древесину споры специфических видов грибов, либо сопутствуют таким, заносящим грибы насекомым. Представители — личинки древесинников. Деструктивные ксиломицетофаги — личинки прокладывают ходы, забитые опилками и экскрементами, и поедают древесину или кору, пронизанную мицелием грибов и уже определенным образом ими разрушенную. Некоторые представители этой группы заносят споры грибов в древесину в период откладки яиц, у других возникает трофическая связь с определенными видами грибов — дереворазрушителей, встречающихся в древесине в естественных условиях. К таким видам относятся тенелюбы, горбатки.

3. *Сапро-ксило-мицетофаги* — питающиеся смесью подгнившей коры или древесины и пронизывающего ее мицелия грибов (в ряде случаев при этом могут попутно поедаться и животные остатки).

4. *Сапро-мицетофаги* — питаются мицелием грибов в сильно разложившейся древесине.

5. *Облигатные и факультативные хищники*. Факультативными хищниками могут быть очень многие представители ксилофильных насекомых. Это объясняется тем, что преодоление основного фактора, лимитирующего развитие ксилобионтов — дефицита белков — обеспечивается поеданием любой доступной белковой пищи. Поэтому пассивные фазы развития ксилофагов — яйца и куколки подвергаются нападению представителей практически всех трофических групп насекомых-ксилобионтов. Ксилофаги, особенно такие активные разрушители древесины, как дровосеки, поедают яйца и личинок других насекомых (живых или погибших), которые встречаются им на пути прокладывания хода.

Ж.Д. Исмухамбетов установил существенное значение личинок дровосека — *Tetropium staudingeri* Pic. (Семиреченский еловый дровосек) в уничтожении потомства короедов, считает эту сторону его деятельности весьма полезной. Поэтому факультативное хищниче-

ство комбинируется с некоторыми другими способами питания, чаще всего с некрофагией и сапрофагией.

Что касается облигатных хищников, то их в ксилофильных сообществах сравнительно немного. Значительное число облигатных хищников среди личинок ксилофильных видов семейства Staphylinidae. Например, на ели тянь-шаньской активным истребителем *Ips hauseri* Reitter на фазе яйца является *Placusa complanata* Er.

Охарактеризованные выше трофические группы ксилофильных насекомых сориентированы, прежде всего, на типы питания их личинок, которые не всегда совпадают с особенностями трофики имагинальной стадии. Специфика же питания последней чаще сводится к следующему: у групп личинки, которой питаются древесинной, нередко наблюдается имагинальная палинофагия (представители семейства Cerambycidae и частично Buprestidae) или филлофагия — питание молодыми листьями и (или) листьями и молодыми побегами (представители рода *Agrilus* (Buprestidae)).

Жуки ряда групп в имагинальной стадии не питаются. Некоторые группы жуков могут проходить дополнительное питание на соке деревьев.

В результате исследований в Кыргызской Республике наиболее тщательно изучались комплексы, формирующиеся на ели тянь-шаньской.

Приведем виды разных трофических групп жесткокрылых-ксилобионтов. Настоящие ксилофаги: *Ips hauseri* Reitter, *Pityogenes spessivtsevi* Leb, *Pityophthorus kirgisicus* Pjat., *Pityophthorus parfentjevi* Pityophthorus schrenckii, *Tetropium staudinger* Pic., *Dokhturovia nebulosa* Gebl., *Dokhturovia Baeckmanni* Jank., *Molorchus pallidipennis* Heyd., *Molorchus tjanschanicus* Plaw., *Acmaeops brachyptera*, *Anthaxia conradti* Sem., *Turanium juglandis* Jank., *Anthaxia turkestanica* Obenb., *Hylastes substriatus* Strohm., *Chrysobothris chrysostigma* L., *Carphoborus cholodcovkyi* Spess., *Orthotomicus suturalis* Gyll. Амброзийные ксиломицетофаги — *Trypodendron lineatum* Oliv.

Важным аспектом питания ксилофильных насекомых является изменение характера их пищевой специализации у форм, развивающихся в сравнительно свежей или сильно разрушенной древесине.

По пищевой специализации характеризующей степень требовательности к пище различают монофагов (питающиеся древесиной одной, какой-либо породы), олигофагов (питающихся древесиной нескольких пород) и полифагов, круг кормовых пород которых весьма широк.

К монофагам, питающимся только елью, относят следующие виды: *Anthaxia turkestanica* Obenb., *Chrysobothris chrysostigma* L., *Tetropium staudinger* Pic., *Molorchus pallidipennis* Heyd., *Dokhturovia nebulosa* Gebl., *Acmaeops brachyptera*, *Hylastes substriatus* Strohm., *Carphoborus cholodcovkyi* Spess., *Pityophthorus*

*kirgisicus* Pjat., *Pityophthorus schrenckii*, *Ips hauseri* Reitter. К олигофагам, питающимся елью и одной из таких пород, как пихта сибирская, пихта Семенова и арча, относятся *Anthaxia conradti* Sem., *Dokhturovia Baeckmanni* Jank *Molorchus tjanschanicus* Plaw., *Trypodendron lineatum* Oliv., *Orthotomicus suturalis* Gyll. Вредители всей группы составляют 20,5% общего числа на насекомых, повреждающих ель.

К полифагам, обитающим как на ели, так и на лиственных деревьях, а также кустарниках относится *Turanium juglandis* Jank.

Корни и комлеву часть елей из стволовых вредителей заселяет *Hylastes substriatus* Strohm. Кроме него на обнаженных частях корней поселяются *Ips hauseri* Reitter, *Xeris spectrum* L. и реже — *Dokhturovia nebulosa* Gebl.

Пищевая специализация насекомых обитающих на ранних стадиях разложения древесины, реализуется в результате сложных реакций на изменения в составе и свойствах смол или других, например, дубильных веществ, которые в значительной мере определяют специфику каждой породы деревьев.

В лесных экосистемах древесина представляет собой один из основных источников органического вещества, вовлекаемого в разнообразные цепи питания как растительными, так и животными организмами. Это единственный долговременно существующий концентрат органического вещества в лесах. В силу инертности клетчатки и лигнина — основных компонентов древесины — стволы крупных деревьев после отмирания захламывают лес, прежде чем комплексы грибов, бактерий и беспозвоночных животных, формирующиеся в древесине на самых ранних этапах разложения, превратят древесину в элементарные соединения.

По мере разрушения древесины, условия среды, ранее благоприятные для существования определенного сообщества, через некоторое время сменяются условиями неблагоприятными, и на смену этому сообществу приходит другая видовая ассоциация.

Эта смена ксилофильных сообществ вполне закономерна, стабильно воспроизводится как во времени, так и в пространстве, характеризуется определенностью видового состава.

В результате проведенной работы были проанализированы стадии разрушения коры и древесины ели тянь-шаньской и охарактеризованы виды-индикаторы.

I. Сколитидно-церамбицидная стадия разложения коры. Представлена различными видами короедов (*Ips*), некоторыми видами усачей (*Cerambycidae*), златок (*Buprestidae*). За основными разрушителями коры устремляются многочисленные сапрофаги, некрофаги и хищники, которые также характерны для формирующегося здесь энтомокомплекса. Из короедов особенно активны представители родов: *Carphoborus*, *Ips*, *Hylastes* и другие. Из усачей род *Dokhturovia*,

*Molorchus*, *Acmaeops*, *Turanium*. Следующей группой характерной для этой стадии являются златки р. *Anthaxia* и некоторые другие.

II. Пирохроидная стадия разрушения коры. Соответствующий комплекс формируется под гнилой корой, когда она несколько отслаивается. Комплекс представлен в основном плоскотелками (*Cucujidae*) одновременно под корой личинки *Rugochroidae* – огнецветки.

III. Лимексилонидная стадия разрушения древесины. В основном эта стадия хорошо представлена в тропических странах и в лесах Южного Приморья. В горах Тянь-Шаня индикаторами этой стадии являются древесинники.

IV. Церамбицидная стадия разрушения древесины. Разрушение древесины происходит личинками из семейства усачей (*Cerambycidae*), златок (*Buprestidae*). Древесину хвойных пород в горах Тянь-Шаня разрушают личинки *Cerambycidae* — (усачей), *Buprestidae* — (златок).

V. Луканидно-скарабейная стадия разрушения древесины. На этой стадии разрушение происходит преимущественно личинками насекомых из семейства рогачей (*Lucanidae*), пластинчатоусых (*Scarabaeidae*).

Луканидно-скарабейная стадия одна из самых продолжительных в цикле разрушения древесины.

VI. Формицидная стадия разрушения древесины. Если рассмотренные выше энтомокомплексы формирующиеся в древесине имели разнообразный видовой состав, то после поселения муравьев, это многообразие утрачивается, но в то же время при поселении муравьев вместе с другими личинками жесткокрылых-ксилобионтов, последние не становятся основной добычей муравьев, а уничтожаются лишь тогда, когда попадают в зону строительства гнезда. В древесине обитают муравьи родов *Lasius* и *Camponotus*. На территории Григорьевского ущелья нами не было обнаружено этой стадии.

VII. Лумбрицидная стадия разрушения древесины. Переработка древесины осуществляется преимущественно беспозвоночными из групп кольчатых червей, мокриц, двупарноногих многоножек, то есть групп свойственных главным образом почве и лесной подстилке. В горах Тянь-Шаня древесина заселяется некоторыми видами жуков (например, *Rhysodidae*). Дождевые черви активно разрушают уже в значительной

мере потерявшую свою структуру древесину. В этот же период в древесине возрастает численность коллембол и клещей-орibatид. Древесина превращается в составную часть почвы.

### Выводы

В настоящее время известно 35 видов стволовых вредителей ели тянь-шаньской. Их распределение по ареалу ели неравномерно. На юге Киргизии из 22 видов стволовых вредителей шестнадцать эндемики ели тянь-шаньской. При движении на север Тянь-Шаня уменьшается число эндемичных видов и возрастает количество видов, имеющих более широкий ареал, преимущественно представителей европейско-сибирской фауны. В Казахстане на 30 видов стволовых вредителей ели тянь-шаньской эндемиков только 12 видов, а в Северной Киргизии из 21 вида 13 эндемиков.

Некоторые виды насекомых распространены на отдельных хребтах Тянь-Шаня неравномерно, образуя разорванный ареал. Так, например, *Hylastes substriatus* Strohm., распространенный в юго-восточном Казахстане и Северной Киргизии, отсутствует в Южной Киргизии (Чаткальском и Ферганском хребтах). Такие распространенные и вредоносные вредители ели в Киргизии, как *Anthaxia zarudniana* Richt. и *Dokhturovia Baeckmanni* Jank. в Казахстане не обнаружено.

В результате проведенной работы проанализирована пищевая специализация ксилофильных жесткокрылых. К монофагам, питающимся только елью, относят следующие виды: *Anthaxia turkestanica* Obenb., *Chrysobothris chrysostigma* L., *Tetropium staudinger* Pic., *Molorchus pallidipennis* Heyd., *Dokhturovia nebulosa* Gebl., *Acmaeops brachyptera*, *Hylastes substriatus* Strohm., *Carphoborus cholodcovkyi* Spess., *Pityophthorus kirgicusus* Pjat., *Pityophthorus schrenckii*, *Ips hauseri* Reitter. К олигофагам, питающимся елью и одной из таких пород, как пихта сибирская, пихта Семенова и арча, относятся *Anthaxia conradti* Sem., *Dokhturovia Baeckmanni* Jank *Molorchus tjanschanicus* Plaw., *Trypodendron lineatum* Oliv., *Orthotamicus suturalis* Gyll. Вредители всей группы составляют 20,5% общего числа на насекомых, повреждающих ель.

В результате работы охарактеризованы комплексы жесткокрылых, поселяющихся на разных стадиях разрушения древесины и коры.

### Литература

1. Исмухамбетов, Ж.Д. Вредители тяньшаньской ели и меры борьбы с ними / Ж.Д. Исмухамбетов // *Алма-Ата*, 1976. – 71 с.
2. Исмухамбетов, Ж.Д. Насекомые-вредители тянь-шаньской ели урочища Сюмба (хребет Кетмень) в районе ветровала / Ж.Д. Исмухамбетов // *Труды Казахского научноисследовательского Института защиты растений.* // *АлмаАта: Каз. гос. изд-во с.-х. литературы*, 1964а. – Т. VIII. – С. 251-254.
3. Исмухамбетов, Ж.Д. Карантинные вредители в еловых лесах Тянь-Шаня / Ж.Д. Исмухамбетов, Н.С. Мухамадиев, Б.А. Дуйсембеков // *Бюлл. Пост. Комиссии ВПРС МОББ по биол. защите леса. – Вып. 9. Защита леса – инновации во имя развития – Пушкино: ВНИИЛМ*, 2013. – С. 49-53.
4. Исмухамбетов, Ж.Д. Насекомые-вредители тянь-шаньской ели и их лесохозяйственное значение / Ж.Д. Исмухамбетов // *Труды Казахского научно-исследовательского Института защиты растений. – Алма-Ата: Каз. гос. изд-во с.-х. литературы*, 1969 а. – Т. IX. – С. 86-91.

5. Исмухамбетов, Ж.Д. О видовом составе насекомых-вредителей ели тянь-шаньской / Ж.Д. Исмухамбетов // Труды Казахского научно-исследовательского Института защиты растений. – Алма-Ата: Каз. гос. изд-во с.-х. литературы, 1969 б. – Т. X. – С. 51-61.
6. Токторалиев, Б.А. Насекомые-ксилофаги лесов Кыргызстана. Автореферат диссертации доктора биологических наук. / Токторалиев Б.А. – М.: МГУЛ, 1995. – 45 с.
7. Костин, И.А. Жуки-дендрофаги Казахстана / И.А. Костин // Алма-Ата: Наука, 1973. – 280 с.
8. Денисова, Н.Б. Анализ ксилофильных жесткокрылых (Coleoptera), представителей семейств Buprestidae, Cerambycidae (распространение, кормовая порода, встречаемость), выявленных на территории Московской области) / Н.Б. Денисова, С.Н. Волков, Т.А. Федорова, П.А. Петровская // теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – №2 (40). – Москва, 2019, С.11-17
9. Bily, S. *Anthaxia* (s. str.) *gansuensis* sp. n. from China (Coleoptera, Buprestidae) // Zeitschrift der Arbeitsgem. Osterr. Entomol. – 1991. – 43. Jg., 3/4. – S. 85-88. 230
10. Danilevsky, M.L. Catalogue of Palaearctic Cerambycoidea. // Интернет, 2015. Сайт <http://www.cerambycidae.net/catalog.pdf>
11. Knizek, M. Curculionidae / Scolytinae // Catalogue of Palearctic Coleoptera / Eds. I. Löbl and A. Smetana. V. 7 (1). – Stenstrup, Denmark: Apollo Books, 2011. – P. 204-251. 236
12. Löbl I. & Smetana A. (ed.). Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Vol. 3. – Stenstrup: Apollo Books, 2006. – 690 pp.

#### References

1. Ismukhambetov, J.D. Chairman of the Taishan eli and mayors s/n J.D. Ismukhambetov//Alma-Ata, 1976. – 71 s.
2. Ismukhambetov, J.D. Insectivredi tien-shan eli urochi Sumba (Ketmen ridge) in the area was windbreaking/J.D. Ismukhambetov// Proceedings of the Kazakh Research Institute. A. Publishing House of Agricultural Literature, 1964 – T. VIII. – S. 251-254.
3. Ismukhambetov, J.D., Muhammadiev N.S., Dusembekov B.A. Quarantine term in the spruce forests of Tien Shan/J.D. Ismukhambetov N.S., Mukhamadiev B.A. Dyusembekov//Bul. Post. VPRS MOBB Commission on Biol. zychite lesa. – Vyp. 9. Sewing Forests – nnovation during development – Pushkino: VNIILM, 2013. – S. 49-53.
4. Ismukhambetov, J.D. Insect region of the Tien Shan country and their forestry formation/J.D. Ismukhambetov//Labor of the Kazakh Research Institute. – Alma-Ata: Qaz. A. Publishing House of Agricultural Literature, 1969 – T. IX. – S. 86-91.
5. Ismukhambetov, J.D. Species Society of Insect-Injurers Eli Tien Shan/J.D. Ismukhambetov//Labor of the Kazakh Research Institute 238 plants. – Alma-Ata: Qaz. A. Publishing House of Agricultural Literature, 1969 – T. Kh. – S. 51-61.
6. Toktoraliyev, B.A. Nasekomi-xylofagi Lesov Kyrgyzstan. Autofertile dissertation to Doctor of Biological Science. – M.: MGUL, 1995. – 45 s.
7. Kostin, I.A. Dzhuki-dendrof of Kazakhstan/I.A. Kostin//Alma-Ata: Science, 1973. – 280 s.
8. Denisova, N.B. Analysis showed that xylophilic hard-winged (Coleoptera), prestige families Buprestidae, Cerambycidae (distribution, feed breed, evergreen), sluggish Denisova, S.N. Volkov, T.A. Fedorova, P.A. Petrovskaya//Theoretical and applied problems of the agro-industrial complex. – № 2 (40). – Moscow, 2019, S.11-17
9. Bily S. anthaxia (s. sr. n. from China (Coleoptera, Buprestidae) //Zeitschrift der Arbeitsgem. Osterr. Entomol. – 1991. – 43. H., 3/4. – S. 85-88. 230
10. Danilevsky, M.L. Catalogue of Palaearctic Cerambycoidea. //Internet, 2015. Сайт <http://www.cerambycidae.net/catalog.pdf>
11. Knizek, M. curculionidae/Scolytinae//Catalogue of Palearctic Coleoptera/Eds. I. Löbl and A. Smetana. V. 7 (1). – Stenstrup, Denmark: Apollo Books, 2011. – P. 204-251. 236
12. Löbl I. & Smetana A. (; Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Ox. 3. – Stenstrup: Apollo Books, 2006. – 690 pp.

**N. B. Denisova, S. N. Volkov**

Mytishchi branch of Bauman Moscow State Technical University

### **SPECIES COMPOSITION OF PESTS IDENTIFIED ON THE TERRITORY OF THE GRIGORIEVSKY GORGE OF THE ANANIEVSKY FORESTRY OF THE REPUBLIC OF KYRGYZSTAN**

*The data for the preparation of the article were obtained on the territory of Ananyevskoe forestry, the Republic of Kyrgyzstan during the research from 2016 to 2019. About half of the spruce forests of Kyrgyzstan growing on the slopes of the mountains are concentrated in the Issyk-Kul Lake area. They are of exceptional soil protection, water protection and resort significance. These forests experience significant anthropogenic impact, which reduces their stability, which creates the preconditions for the emergence of foci of stem pests. The outbreaks also appeared in previous years under the influence of various abiotic factors, including droughts. The xylophilic coleoptera of the Tien Shan (the main coniferous species represented in the surveyed area) have not been sufficiently studied. The number of endemics is 13 species, which is equal to 43.5% of the Tien Shan spruce fauna. Along with the relative poverty of the species composition, the fauna of the Tien Shan spruce is also characterized by a high degree of endemism. As a result of the work carried out, the food specialization of xylophilic coleoptera was analyzed. The monophages feeding only on spruce include the following species: *Anthaxia turkestanica* Obenb., *Chrysobothris chrysostigma* L., *Tetropium staudinger* Pic., *Molorchus pallidipennis* Heyd. *substriatus* Strohm., *Carphoborus cholodcovkyi* Spess., *Pityophthorus kirgisicus* Pjat., *Pityophthorus schrenckii*, *Ips hauseri* Reitter. Oligophages that feed on spruce and one of such species as Siberian fir, *Semyonov* and juniper include *Anthaxia conradti* Sem., *Dokhturovia Baeckmanni* Jank *Molorchus tjanschanicus* Plaw., *Trypodendron lineatum* Oliv., *Orthotamicus suturalis* Gyll. Pests of the entire group account for 20.5% of the total number of insects that damage spruce. As a result of the work, data have been obtained that make it possible to evaluate the complex of coleoptera that populate wood at various stages of its destruction.*

**Key words:** Tien Shan spruce, coleoptera xylobionts, endemics of Kyrgyzstan, pests of forest plantations.

# Пожарная безопасность в лесах тарногского лесничества Вологодской области

УДК 614.841

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-47-1-29-33

**С. Н. Волков** (к.б.н.), **В. П. Налепин**, **К. А. Дружининская**  
РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева  
vergasovser@mail.ru

Вопросы пожарной безопасности в лесах различных регионов страны на протяжении всего времени оставались чрезвычайно актуальными. Лесные пожары наносят ощутимый ущерб лесному хозяйству и окружающей природной среде, повреждая или полностью разрушая лесные экосистемы. Лесные пожары относятся к основным загрязнителям атмосферы, так как дым лесных пожаров усиливает парниковый эффект, ухудшает микроклимат лесов и населенных пунктов. В России ежегодно возникает до тридцати четырех тысяч пожаров, огонь уничтожает леса на площади более 18 млн га, из которых приблизительно 2,1 млн га являются лесными землями и 36 тыс. га имеют охраняемый статус особо охраняемых территорий лесного фонда. Увеличение количества загораний в лесах связано как с объективными процессами, такими как увеличение уровня хозяйственного освоения территорий и глобальное потепление климата, что, безусловно, неблагоприятно воздействует на здоровье человека, на растения и животных. Лес является неотъемлемой частью человеческой жизни и хозяйственной деятельности, а сохранение и охрана лесных ресурсов — важнейшим направлением в лесном хозяйстве. В статье рассматривается состояние пожарной безопасности лесничества Вологодской области. Цель настоящей работы — проанализировать статистические данные о горимости лесов и эффективности противопожарных мероприятий на территории Тарногского лесничества Вологодской области. В вводной части статьи озвучена актуальность выбранной темы, дана краткая характеристика объекта исследований. В основной части статьи показаны результаты анализа документации за последние 20 лет, графически отображены основные выводы о горимости лесов региона, доказана прямая взаимосвязь между количеством осадков и средними температурами, и частотой возникновения лесных пожаров. В заключительной части статьи, представлены краткие выводы по проделанной работе, обобщающие общие результаты исследования.

**Ключевые слова:** лесной пожар, пожарная безопасность, Вологодская область, Тарногское лесничество.

## Введение

На сегодняшний день леса занимают самую большую часть среди всей растительности на Земле (около 30%). Вместе с тем, в последние годы территория лесных массивов сокращается по разным причинам, основная из них — лесные пожары. Самые яркие примеры сильнейших лесных пожаров из последних — это пожары в Сибири (Россия, 2019 г.) и в Австралии (2019–2020 гг.).

В связи с этим, одним из важнейших направлений лесохозяйственной деятельности является предупреждение и предотвращение лесных пожаров.

Цель настоящего исследования заключалась в анализе горимости лесов и эффективности противопожарных мероприятий на территории Тарногского лесничества Вологодской области.

## Материал и методы исследования

В ходе исследований были рассмотрены следующие документы Тарногского лесничества:

- 1) лесохозяйственный регламент;
- 2) сводный план тушения лесов на территории Вологодской области на 2019 г.;
- 3) книга учета лесных пожаров по Тарногскому лесничеству Вологодской области.

## Результаты исследования и их обсуждение

Тарногское лесничество Департамента лесного комплекса Вологодской области, расположено в северо-восточной части Вологодской области на территории Тарногского административного района, центром которого является с. Тарногский Городок [8].

Тарногское лесничество состоит из 10 участков лесничеств (рис. 1).



Рис. 1. Структура Тарногского лесничества



Рис. 2. Количество лесных пожаров на территории Тарногского лесничества

Территория Тарногского лесничества полностью относится к таежной лесорастительной зоне и среднетаежному лесному району европейской части Российской Федерации [8].

Леса Тарногского лесничества Вологодской области по целевому назначению распределены следующим образом: эксплуатационные — 93%, защитные — 7%.

По данным государственного лесного реестра общая площадь земель лесного фонда лесничества составляет 437656 га (84,5% земельного фонда района).

По состоянию и характеристике лесного фонда объекта исследований наиболее опасными в пожарном отношении являются участки леса (I класса), которые занимают 13,8% территории Тарногского лесничества. Это в основном хвойные молодняки, захламленные вырубки, сосновые насаждения лишайниковой и брусничной групп типов леса [1].

Средний класс пожарной опасности лесов лесничества равен 3,5, поэтому лесной фонд характеризуется средней пожарной опасностью [9].

В период с 1999 по 2019 гг. на территории Тарногского лесничества произошло 62 лесных пожара. Наиболее пожароопасными годами на территории лесничества являлись 1999 и 2010 гг., характери-

зующие высокими средними показателями температур июня: 27,5°C в 1999 г., 26,8°C в 2010 г. (рис. 2). В 1999 г. зарегистрировано 14 пожаров, а в 2010 г. — 13. Возникновению большого количества лесных пожаров в эти годы способствовали сильная засуха и жара на территории регионов Русской равнины. Стоит отметить, что в 2007, 2008, 2009, 2012, 2016, 2017, 2018, 2019 гг. не возникло ни одного лесного пожара. В остальные годы исследуемого периода количество пожаров варьируется от 1 до 4. В среднем за период времени с 1999 по 2019 гг. на территории Тарногского лесничества возникает 3 лесных пожара в год.

В среднем за пожароопасный период на территории Тарногского лесничества площадь лесов, пройденная пожарами, не превышает 20 га (рис. 2). Исключение составляет только 2011 год: площадь, пройденная лесными пожарами в этот год зафиксирована значением 60,05 га. Суммарно за период с 1999 по 2019 гг. лесными пожарами была пройдена площадь, равная 95,4 га.

За рассматриваемый период с 1999 по 2019 гг. средняя площадь лесного пожара на территории Тарногского лесничества Вологодской области составляет 0,68 га (рис. 4). Наибольшая площадь одного пожара была 2011 г. — 8,58 га. Минимальной площадью од-



Рис. 3. Площадь, пройденная лесными пожарами в Тарногском лесничестве

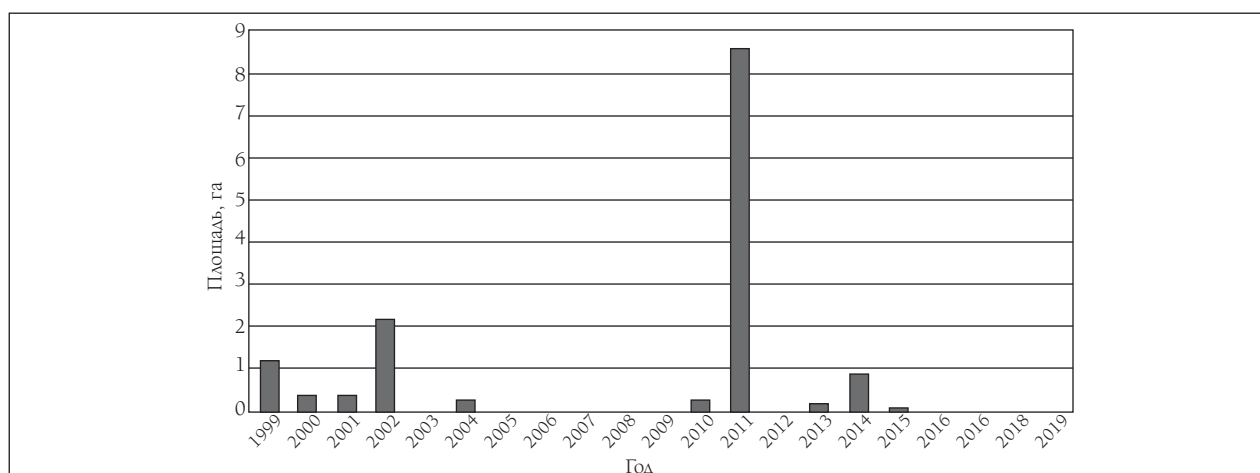


Рис. 4. Средняя площадь одного пожара на территории Тарногского лесничества

ного пожара характеризуются следующие годы: 2005 г. (средняя площадь — 0,01 га), 2006 г. (средняя площадь — 0,02 га) и 2015 г. (средняя площадь — 0,04 га).

По итогам исследований наблюдений за колебаниями температур и количеством осадков за 1999–2019 гг. можно судить о связи этих климатических характеристик с количеством пожаров. Так в 1999 и 2010 гг. было наибольшее количество пожаров, при этом в рассматриваемые годы отмечены одни из самых высоких температур в летние месяцы (если сравнивать с другими годами) и в то же время относительно низким уровнем выпавших осадков (например, в июле 2010 г. количество дождей близко к 0). Именно теплая сухая погода способствует хорошему возгоранию горючих материалов [3–5].

Стоит обратить внимание на то, что в июне и июле наблюдается снижение средней температуры и увеличение количества выпадающих осадков, что способствует снижению пожарной опасности в лесах. В августе, наоборот, увеличивается средняя температура, а количество осадков снижается.

Анализ причин возникновения лесных пожаров (рис. 5) за период с 1999 по 2019 годы показывает, что основной причиной возникновения лесных пожаров на территории Тарногского лесничества является: нарушение правил пожарной безопасности в лесу гражданами (52% случаев). В 18% случаев возникновения лесных пожаров не установлены, 14% — горящая свалка, 10% — удар молнии, 6% — от сельскохозяйственных палов.

По предоставленной МЧС в сеть «Интернет» информации (в разные годы) о лесных пожарах по России, можно утверждать, что большинство пожаров случались по вине человека, на втором месте — грозы, сухая и жаркая погода.

Следовательно, главная причина лесных пожаров — поддающаяся контролю и регулированию, а не произвольный процесс, на который невозможно повлиять.



Рис. 5. Причины возникновения лесных пожаров

Стоит отметить, что результат борьбы с лесными пожарами напрямую зависит от времени их выявления. В соответствии с опытом охраны лесов от пожаров наиболее действенными при обнаружения лесных пожаров является три ведущих способа: это наземное патрулирование по маршруту, стационарная служба (наблюдательные пункты, мачты, вышки) и использование аэрокосмических средств.

Тарногский территориальный отдел — государственное лесничество обеспечивает организацию работы диспетчерской службы лесничества в течение пожароопасного сезона, а арендаторы лесных участков — наземное патрулирование в особый противопожарный период.

Особенно опасные в пожарном отношении лесные участки, наиболее часто посещаемые среди жителей на автомобилях по дорогам общего пользования и лесовозным путям, подлежат наземному маршрутному патрулированию. На территории Тарногского лесничества запланировано обследовать этим способом 17 маршрутов, общей протяженностью 255 км (информация на 2019 г.).

Наземное патрулирование арендованных участков леса – обязанность арендаторов.

По вопросу авиалесоохраны вся территория Тарногского лесничества подчинена филиалу специализированного автономного учреждения лесного хозяйства Вологодской области «Вологдалесхоз».

В плане тушения лесных пожаров по рассматриваемому лесничеству указаны мероприятия по недопущению распространения лесных пожаров на земли населенных пунктов, земли иных категорий и сроки проведения:

- 1) опашка населенных пунктов (до 20 мая 2019 г.);
- 2) ремонт и содержание пожарных водоемов (январь – декабрь 2019);
- 3) уборка территории от мусора (до 20 мая 2019 г.);
- 4) создание и содержание пожарных дружин (январь – декабрь 2019);
- 5) ликвидация несанкционированных свалок, недопущение сжигания отходов в пожароопасный период (до 20 мая 2019 г.).

Для осуществления вышеперечисленных действий привлекаются органы государственной власти, органы местного самоуправления, организации, а именно: Тарногское поселение, Илезское поселение, Спасское поселение, Верховское поселение, Заборское поселение, Маркушевское поселение.

В 2017 и 2018 гг. во всех участковых лесничествах Тарногского района были созданы противопожарные минерализованные полосы. Пункты сосредоточения

противопожарного инвентаря организованы в каждом лесохозяйственном участке (ЛХУ) Тарногского лесхоза — филиала САУ ЛХ ВО «Вологдалесхоз» (4 штуки) и в арендной базе каждого арендатора лесного участка (22 штуки). Инвентарь хранится в деревянных складских помещениях [2, 6, 7, 10–12].

#### Выводы

Таким образом, по результатам проведенных исследований и анализа имеющихся данных о горимости лесов на территории Тарногского лесничества можно сделать следующие выводы:

- 1) средний класс пожарной опасности лесов лесничества равен 3,5; возгоранию наиболее подвержены хвойные молодняки, захламленные вырубki, сосновые насаждения;
- 2) лесные пожары на территории лесничества возникают с мая по сентябрь, наибольшая горимость наблюдается в летние месяцы с высокой температурой воздуха и малым количеством осадков;
- 3) основной причиной возникновения пожара в лесу является антропогенный фактор.

В последние годы лесные пожары в Тарногском лесничестве не зафиксированы, поэтому стоит отметить, что комплекс реализуемых мероприятий по охране и профилактике лесов от пожаров полностью справляется с возлагаемыми на него задачами и его можно считать эффективным.

#### Литература

1. Волков, С.Н. Почвенно-таксационная характеристика постоянных пробных площадей Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени Тимирязева в условиях дерново-подзолистых почв / Волков С.Н., Гемонов А.В., Федорова Т.А., Терехин А.А. // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2016. № 4. С. 27-35.
2. Гемонов, А.В. Применение беспилотных летательных аппаратов в мониторинге лесных пожаров на территории заповедника «Кологривский лес» / Гемонов А.В., Лебедев А.В., Криничын И.Г. // В сборнике: Доклады ТСХА. Международная научная конференция, посвященная 175-летию К.А. Тимирязева. 2019. С. 576-579.
3. Дубенок, Н.Н. Ход естественных процессов на нарушенных землях лесного фонда / Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Рябцева Н.В., Боева А.С., Чистяков С.А. // В сборнике: Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное состояние и перспективы. Материалы всероссийской (с международным участием) конференции. 2018. С. 152-156.
4. Дубенок, Н.Н. Влияние типа лесной растительности на распределение годовой суммы осадков, достигших почвы / Дубенок Н.Н., Лебедев А.В., Гемонов А.В. // В сборнике: Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное состояние и перспективы. Материалы всероссийской (с международным участием) конференции. 2018. С. 134-137.
5. Лебедев, А.В. Изучение изменения растительного покрова заповедника «Кологривский лес» по материалам дистанционного зондирования земли / Лебедев А.В. // Лесохозяйственная информация. 2020. № 2. С. 43-53.
6. Лебедев, А.В. Использование квадрокоптера в лесопожарном мониторинге территории заповедника «Кологривский лес» / Лебедев А.В., Гемонов А.В., Чистяков С.А. // Мониторинг состояния природных комплексов и многолетние исследования на особо охраняемых природных территориях. 2018. № 2. С. 140-143.
7. Лесохозяйственный регламент Тарногского лесничества Вологодской области, 2019 г.
8. План тушения лесов по Тарногскому району на 2019 год
9. Покоева, М.В. Экологические исследования смешанных насаждений методами дистанционного зондирования / Покоева М.В., Ярославцев А.М. // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2020. Т. 24. № 3. С. 33-38.
10. Смирнов, К.Ю. К вопросу о применении квадрокоптеров для автоматической оценки лесопатологического и фитосанитарного состояния насаждений / Смирнов К.Ю., Гемонов А.В., Боева А.С., Рябцева Н.В., Чистяков С.А. // В сборнике: Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное состояние и перспективы. Материалы всероссийской (с международным участием) конференции. 2018. С. 290-294.



11. Смирнов, К.Ю. Опыт применения беспилотных летательных аппаратов для оперативного мониторинга лесных биогеоценозов при возникновении чрезвычайных ситуаций / Смирнов К.Ю., Гемонов А.В., Лебедев А.В., Тютяева Л.П., Чернявин П.В., Чистяков С.А. // В сборнике: Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное состояние и перспективы. Материалы всероссийской (с международным участием) конференции. 2018. С. 284-289.

#### References

1. Volkov, S.N. Pochvenno-taksacionnaya karakteristika postoyannykh probnykh ploshchadej Lesnoj opytnoj dachi RGAU-MSKHA imeni Timiryazeva v usloviyah dernovo-podzolistykh pochv / Volkov S.N., Gemonov A.V., Fedorova T.A., Terekhin A.A. // Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo. 2016. № 4. S. 27-35.
2. Gemonov, A.V. Primenenie bespilotnykh letatel'nykh apparatov v monitoringe lesnykh pozharov na territorii zapovednika «Kologrivskij les» / Gemonov A.V., Lebedev A.V., Krinicyn I.G. // V sbornike: Doklady TSKHA. Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya, posvyashchennaya 175-letiyu K.A. Timiryazeva. 2019. S. 576-579.
3. Dubenok, N.N. Hod estestvennykh processov na narushennykh zemlyakh lesnogo fonda / Dubenok N.N., Gemonov A.V., Ryabceva N.V., Boeva A.S., CHistyakov S.A. // V sbornike: Vklad osobo ohranyaemykh prirodnykh territorij v ekologicheskuyu ustojchivost' regionov: Sovremennoe sostoyanie i perspektivy. Materialy vsersoijskoy (s mezhdunarodnym uchastiem) konferencii. 2018. S. 152-156.
4. Dubenok, N.N. Vliyanie tipa lesnoj rastitel'nosti na raspredelenie godovoj summy osadkov, dostigshih pochvy / Dubenok N.N., Lebedev A.V., Gemonov A.V. // V sbornike: Vklad osobo ohranyaemykh prirodnykh territorij v ekologicheskuyu ustojchivost' regionov: Sovremennoe sostoyanie i perspektivy. Materialy vsersoijskoy (s mezhdunarodnym uchastiem) konferencii. 2018. S. 134-137.
5. Lebedev, A.V. Izuchenie izmeneniya rastitel'nogo pokrova zapovednika «Kologrivskij les» po materialam distancionnogo zondirovaniya zemli / Lebedev A.V. // Lesohozyajstvennaya informaciya. 2020. № 2. S. 43-53.
6. Lebedev, A.V. Ispol'zovanie kvadrokoptera v lesopozharnom monitoringe territorii zapovednika «Kologrivskij les» / Lebedev A.V., Gemonov A.V., CHistyakov S.A. // Monitoring sostoyaniya prirodnykh kompleksov i mnogoletnie issledovaniya na osobo ohranyaemykh prirodnykh territoriyah. 2018. № 2. S. 140-143.
7. Lesohozyajstvennyj reglament Tarnogskogo lesnichestva Vologodskoj oblasti, 2019 g.
8. Plan tusheniya lesov po Tarnogskomu rajonu na 2019 god
9. Pokoeva, M.V. Ekologicheskie issledovaniya smeshannykh nasazhdenij metodami distancionnogo zondirovaniya / Pokoeva M.V., YAroslavcev A.M. // Lesnoj vestnik. Forestry Bulletin. 2020. T. 24. № 3. S. 33-38.
10. Smirnov, K.Yu. K voprosu o primeneni kvadrokoptero dlya avtomaticheskoy ocenki lesopatologicheskogo i fitosanitarnogo sostoyaniya nasazhdenij / Smirnov K.Yu., Gemonov A.V., Boeva A.S., Ryabceva N.V., CHistyakov S.A. // V sbornike: Vklad osobo ohranyaemykh prirodnykh territorij v ekologicheskuyu ustojchivost' regionov: Sovremennoe sostoyanie i perspektivy. Materialy vsersoijskoy (s mezhdunarodnym uchastiem) konferencii. 2018. S. 290-294.
11. Smirnov, K.Yu. Opyt primeneniya bespilotnykh letatel'nykh apparatov dlya operativnogo monitoringa lesnykh biogeocenofov pri vznikenii chrezvychajnykh situacij / Smirnov K.Yu., Gemonov A.V., Lebedev A.V., Tyutyeva L.P., CHernyavin P.V., CHistyakov S.A. // V sbornike: Vklad osobo ohranyaemykh prirodnykh territorij v ekologicheskuyu ustojchivost' regionov: Sovremennoe sostoyanie i perspektivy. Materialy vsersoijskoy (s mezhdunarodnym uchastiem) konferencii. 2018. S. 284-289.

**S. N. Volkov, V. P. Nalepin, K. A. Druzhininskaya**

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
 vergasovser@mail.ru

### **EFIRE SAFETY IN THE FORESTS OF THE TARNOGSKY FORESTRY OF THE VOLOGDA REGION**

*The article examines the state of fire safety in the forestry of the Vologda region. A forest fire is an uncontrolled spread of fire across a forest area, often equated with a natural disaster. Forest pyrology is the science of forest fires and the changes they cause in the forest, the tasks of which are the development of methods for fighting fire in the forest, the study of factors affecting the spread of fire, as well as the sources and causes of its occurrence, the transfer of this information to specialists of fire services. The purpose of this work is to analyze statistical data on forest fire rate and the effectiveness of fire-prevention measures on the territory of the Tarnogsky forestry of the Vologda region. In the introductory part of the article, the relevance of the chosen topic is sounded, a brief description of the object of research is given. The main part of the article shows the results of the analysis of documentation over the past 20 years, graphically displays the main conclusions about the burning of the forests in the region, a direct relationship between the amount of precipitation and average temperatures and the frequency of forest fires is proved. In the final part of the article, brief conclusions on the work done are presented, summarizing the general results of the study.*

**Key words:** forest fire, fire safety, Vologda region, Tarnogskoe forestry.

# Интеграция методов размножения, используемых при производстве семян мини-клубней картофеля (*Solanum Tuberosum L.*)

УДК 635.21

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-47-1-34-38

Ф. Э. Мульо Панолуиса<sup>1</sup>, Г. Х. Андраде Боланьос<sup>2</sup>, Е. В. Романова<sup>1</sup> (к.с.–х.н.)<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов,<sup>2</sup>Центральный университет Эквадора  
romanova-ev@rudn.ru

Актуальность выбранной темы обуславливается необходимостью производства качественных здоровых семян картофеля, увеличения урожайности и сопротивляемости различным болезням и патогенам. Исследования проводились в 2016–2018 гг. на экспериментальном поле «Ла Тола» (CADET) факультета сельскохозяйственных наук Центрального университета Эквадора. Целью работы являлось ускорение процесса производства элитных семян картофеля (*Solanum tuberosum L.*) сортов *Diacol-Capito* и *Superchola*, путем использования системы временного погружения (SIT), дополненной полу-автотрофной гидропоникой (SAH). Исследована возможность технической интеграции различных методов, применяемых при производстве семенного картофеля, с целью его ускоренного размножения. Проанализированы преимущества, полученные с использованием системы временного погружения на этапе микроразмножения, и полу-автотрофной гидропонике (Semi-Autotrophic Hydroponics – SAH) — как альтернативный метод для адаптации растений-регенерантов к условиям выращивания *ex-vitro*. На последнем этапе микроразмножения для растений-регенерантов необходимы условия, при которых они будут способны перейти с миксотрофного типа питания на автотрофное, и продолжить свой рост и развитие в условиях *ex-vitro*, в теплице, для производства семенных клубней. Коэффициент размножения, полученный у сортов *Superchola* и *Diacol-Capito* в лабораторных условиях, после четырех недель роста в биореакторах, составлял 1 : 9 и 1 : 8, соответственно. В фазе адаптации и акклиматизации сорт *Diacol-Capito* сформировал более крупные побеги (3,8 см), а сорт *Superchola*, несмотря на более мелкие побеги (2,5 см), развил более длинную корневую систему (2,7 см). Средняя урожайность для двух сортов составил в теплице 3,75 кг на 1 м<sup>2</sup>. Процентное содержание полученных в результате эксперимента элитных семян: для сорта *Superchola* — 72%, а для сорта *Diacol-Capito* - 69,13% клубней с весом, более 5 г. Выявлено, что сортом *Solanum Tuberosum L.* с лучшим откликом на использование систем «SIT» и «SAH» в агроклиматических условиях района эксперимента, является *Superchola* со средней урожайностью 366 мини-клубней на 1 м<sup>2</sup>.

**Ключевые слова:** биореактор, микроразмножение, миниклубни, система временного погружения, адаптация, выращивание *ex-vitro*, регенеранты.

## Введение

Картофель является самой важной для производства культурой в натуральном виде в регионе Сьерра в Эквадоре [1]. В 2017 г. урожайность картофеля достигла 12,18 т/га, согласно данным Национального института статистики Эквадора за 2018 г.

Благодаря своей высокой питательной ценности, адаптируемости к различным типам климата и системам фермерства, картофель является одной из самых распространенных сельскохозяйственных культур, производимых в развивающихся странах [2]. В Эквадоре производство семян картофеля контролируется такими государственными учреждениями, как Национальный институт сельскохозяйственных исследований (INIAP) [3]. Семена являются одним из самых важных факторов в производстве картофеля. Процесс производства качественных семян начинается в лаборатории и заканчивается в семеноводстве [4].

Производство семян хорошего качества является основополагающим фактором при выведении новых жизнеспособных здоровых культур. Биотехнология

позволяет внести большой вклад в производство семенного картофеля высокого качества с помощью таких методов, как размножение растений *in vitro*, выращивание миниклубней в контролируемых условиях окружающей среды в соответствии со строгими техническими нормами и контролем качества [5].

Альтернативой микроразмножению растений является использование «Системы временного погружения» (SIT), основанной на прерывистом контакте культуральной среды с эксплантами, эта методика позволяет автоматизировать крупномасштабный процесс микропропагации и повышает продуктивность растений-регенерантов [6].

Как альтернативный метод для адаптации растений-регенерантов полу-автотрофная гидропоника (SAH) уменьшает время и затраты, поскольку для нее не требуется влажная камера, она упрощает укоренение и акклиматизацию [7]. Кроме того, она способствует росту сеянцев и минимизирует потери из-за загрязнения и стресса трансплантата, поэтому затраты на выращивание растения могут быть уменьшены.

**Табл. 1. Параметры, оцененные для производства элитных семян картофеля (*Solanum tuberosum* L.) двух сортов для агробизнеса**

Лаборатория	Адаптационная комната	Теплица
Количество пазушных почек на 1 стебель	Высота побегов	Количество клубней на 1 растение
Количество узлов на биореактор	Длина корня	Количество клубней с 1 м <sup>2</sup>
Коэффициент размножения	Уровень смертности	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>
		Процент семенных клубней

Цели исследования заключались в том, чтобы ускорить процесс производства элитных семян картофеля сортов Diacol-Capiro и Superchola (*Solanum tuberosum* L.), используя систему временного погружения (SIT), дополненную полу-автотрофной гидропоникой (SAH).

#### Материал и методы исследования

Исследования проводились на экспериментальном поле «Ла Тола» (CADET) факультета сельскохозяйственных наук Центрального университета Эквадора.

В этом исследовании были интегрированы две технологии производства семян: система временного погружения (SIT), дополненная полу-автотрофной гидропоникой (SAH). Объектами служили сорта картофеля Capiro и Superchola, чистые от вирусов. Растения для экспериментов в реакторе, были выращены с использованием традиционной питательной среды для микроразмножения на основе агара (Мурасиге-Скута – МС). В табл. 1 указаны параметры, оцененные в теплице, адаптационной комнате и лаборатории.

Во всех исследованиях использовался полностью рандомизированный эксперимент с восемью наблюдениями для каждого генотипа. Экспериментальные единицы были разными для каждого этапа оценки.

На этапе лаборатории, использовали 3-литровый биореактор, в который добавляли 500 мл культуральной среды на основе минеральных солей МС без агара с добавлением сахарозы, пантеоната кальция и кинетина. 34 экспланта, полученные из растений-регенерантов *in vitro*, были введены в биореактор, затем проводили экстракцию ткани через 30 дней выращивания в биореакторах, в контролируемых условиях (16 световых часов при температуре 18°C). Используемая частота погружения составляла каждые три часа по три минуты [8].

Стадия адаптации и акклиматизации растений имела продолжительность от 15 до 21 дня, и проводилась в комнате акклиматизации, ее экспериментальная емкость представляла собой пластиковый контейнер объемом 1000 см<sup>3</sup> со стерильным торфом с плотностью 100 микрочеренков, извлеченных из биореактора. Для орошения готовили гидропонный раствор на основе минеральных солей и регуляторов роста.

**Табл. 2. Анализ параметров, оцененных в лаборатории, после четырех недель роста в биореакторах**

Параметры	Superchola	Cv, %	Diacol-capiro	Cv, %
Количество пазушных почек на 1 стебель	7	4,5	6	3,8
Количество узлов на биореактор	322	4,6	264	4,4
Коэффициент размножения	1:9		1:8	

На этапе теплицы экспериментальная емкость представляла собой деревянный ящик (4 м × 1 м × 0,4 м), заполненный субстратом, для посадки растений из микрочеренков, полученных по технологии (SAH), с плотностью 38 растений на 1 м<sup>2</sup>. Весь процесс проводился в соответствии со строгими асептическими нормами.

#### Результаты исследования и их обсуждение

**Эксперимент в лаборатории.** В среднем 6 почек на стебель было получено в биореакторе в жидкой среде (табл. 2), эти результаты совпадают с данными, полученными Толедо (1997), где наблюдалась небольшая разница в случае с сортом Superchola, вероятно, из-за лучших условий, обеспечиваемых системой временного погружения. 322 и 264 узловых сегмента были получены в биореакторе для сортов Superchola и Diacol-Capiro, соответственно. Эти значения соответствуют производству, полученному с помощью 81 пробирки (1,8 × 14 мм), что означает меньшую занятую поверхность в лаборатории. Кроме того, период роста в SIT было на пятнадцать дней короче.

Коэффициент размножения, полученный у сортов Superchola и Diacol-Capiro, составлял 1: 9 и 1: 8 соответственно, что несколько выше, чем по данным Montoya *et al.* (2008) при производстве клубней сорта Diacol-Capiro в биореакторах и Toledo (1997) в автотрофной гидропонной системе, которые составляли 1: 7 и 1: 6 соответственно, возможно, из-за большего контакта жидкой среды с тканями и лучшего автотрофного развития, предлагаемого этой системой. Это соответствует мнению исследователя Ziv (2005), который указывает, что культура биореактора имеет некоторые преимущества по сравнению с культурой на основе агара — такие преимущества, как больший контакт эксплантата с жидкой питательной средой, больший газообмен, который обеспечивает аэрацию и фильтрацию жидкой среды. Взаимодействие между временем погружения эксплантов и воздушным потоком оказывается статистически значимым для уровня достоверности на 99% [11].

**Эксперимент в адаптационной комнате.** В фазе адаптации и акклиматизации сорт Diacol-Capiro сформировал более крупные побеги (3,8 см), а сорт

**Табл. 3. Анализ параметров, оцененных в адаптационной комнате после 15 дней роста для производства семенного клубня картофеля**

Параметры	Superchola	Cv, %	Diacol-Capiro	Cv, %
Высота побегов, см	2,5	4,32	3,8	4,31
Длина корня, см	2,7	3,93	1,1	4,45
Уровень смертности, %	2,05	2,6		

Superchola, несмотря на более мелкие побеги (2,5 см), представил более длинную корневую систему (табл. 3).

По размеру микропобегов, для двух сортов, результаты сходны с указанными исследователем Rigato *et al.* (2001), который, используя «SAH», сообщает о среднем размере побега 2,16 см после 14 дней акклиматизации. А для сорта Superchola INIAP (2002), используя «SAH», получил среднюю высоту 3,6 см. Эти результаты, возможно, связаны с присутствием индолбутировой кислоты (ИБА) в гидропонном питательном растворе и с благоприятными условиями в помещении для адаптации, такими, как температура и освещение [10].

Процент смертности для этих двух сортов (см. табл. 3) составил 2,05% и 2,6%, представляя процент ниже, чем показатели, указанные INIAP (2002), от 20 до 50% в период адаптации у растений из гетеротрофной системы (среда MC) для производства элитных семян картофеля, вероятно, благодаря самой высокой автотрофности, получаемой эксплантами в системе временного погружения [12].

**Эксперимент в теплице.** Сорт Superchola показал лучшие результаты по всем оцененным показателям, благодаря лучшей адаптации к агроклиматическим условиям экспериментального участка (табл. 4).

Количество клубней на одно растение было схожим с указанным ранее исследователем Mecias (2011), который сообщил, что, в среднем, приходится 9,56 клубней на растение, а коэффициент вариации (Cv) — 17,37%. С другой стороны, Navarrete (2004) получил коэффициент вариации 15,62% для урожайности с одного растения при производстве элитных семян картофеля (клубней) в полу-гидропонной системе, с коэффициентом несколько меньшим, чем полученные в этом исследовании.

Количество клубней на 1 м<sup>2</sup> для сорта Superchola было аналогичным, как при ранее описанной, традиционной производственной системе, в среднем, 372,34 клубня на 1 м<sup>2</sup>, а в случае сорта Diacol-Capiro

**Табл. 4. Анализ параметров, оцененных в теплице для производства семян картофеля**

Параметры	Superchola	Cv, %	Diacol-Capiro	Cv, %
Количество клубней на 1 растение	9,93	17,24	6,94	22,77
Количество клубней, м <sup>2</sup>	366	13,3	222	17,2
Урожайность, кг/м <sup>2</sup>	4,1	9,01	3,4	11,90

растения демонстрировали средние размеры, относительно редкую листву, медленный рост и регулярный растительный покров, что приводило к низкой приспособляемости к условиям теплицы [11].

Обычные технологии, основанные на использовании твердых подложек, показывают минимальные экономические параметры. Эта технология все еще широко используется для производства семян клубней, хотя урожайность, как правило, низкая — с 6-8 мини-клубнями на растение [13].

Принимая во внимание технику производства растений-регенерантов, результаты, полученные в этом исследовании, были выше, чем те, о которых сообщал Pinza (1997), получая в среднем 222,68 клубней на 1 м<sup>2</sup> для растений из микрочеренков. В случае растений, полученных методом *in vitro* (среда MC), получается, в среднем, 409,92 клубня на 1 м<sup>2</sup>, преимущественно весом менее 5 г, не подходящих для использования непосредственно в поле.

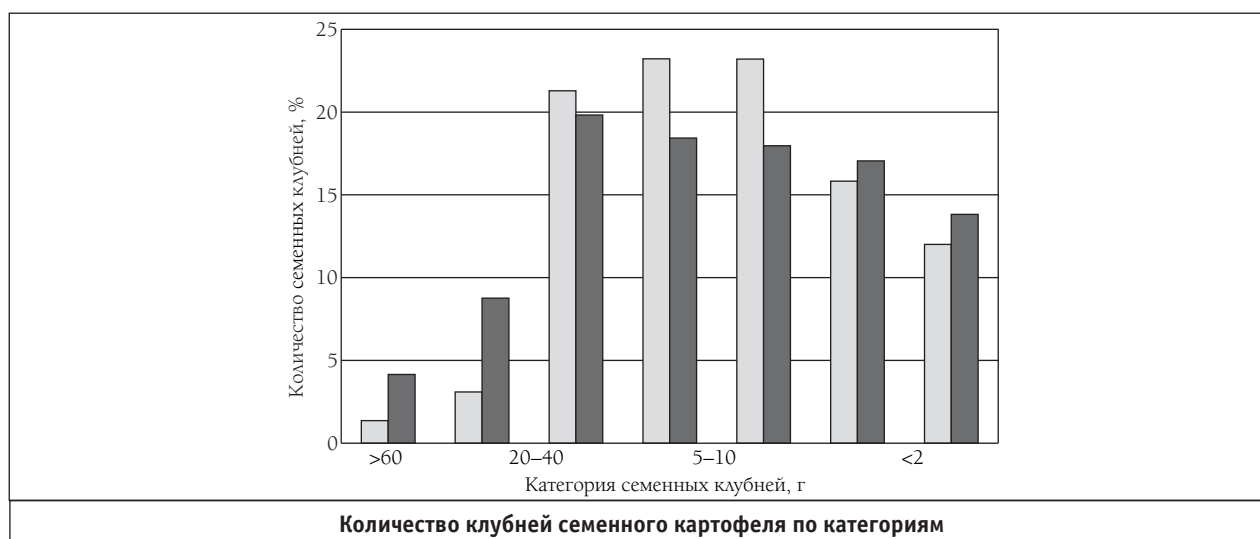
Что касается полученной урожайности, то средний показатель для двух сортов составил 3,75 кг на 1 м<sup>2</sup>, что выше, чем сообщалось Horna (2004), с использованием полугидропонического метода, дающего 2,81 кг/м<sup>2</sup>, и Navarrete (2004), который с использованием гидропонного автотрофного метода получил среднюю урожайность 2,63 кг/м<sup>2</sup> и, используя растения, выращенные методом *in vitro* — 2,06 кг/м<sup>2</sup>.

Собранные семена элитного картофеля классифицируют по категориям в соответствии с весом в граммах на клубень, согласно шкале, установленной Pinza (2005): первая > 60; вторая 40–60; третья 20–40; четвертая 10–20; пятая 5–10; шестая 2–5 и седьмая < 2 (рисунок). Клубни, которые имеют вес более 5 г, подходят для пересадки в поле. Клубни весом от 5 до 40 г считаются идеальными, поскольку они имеют, благодаря своему размеру, более высокий процент выживания и охватывают большую площадь почвы во время посадки.

Определено процентное содержание полученных элитных семян: для сорта Superchola их было получено 72%, а для сорта Diacol-Capiro 69,13% клубней с весом более 5 г. Что касается этих результатов, Horna (2004) получил в процентном соотношении 39,45% клубней семян с весом более 5 г при использовании полу-гидропонной системы.

### Выводы

Использование системы временного погружения «SIT» для микроразмножения позволяет получить лучшее развитие растений *ex-vitro* со средним процентом смертности 2,32%, что связано с увеличением автотрофной способности эксплантов на стадии выращивания, большим контактом эксплантов с питательной средой, в результате чего достигается лучшая адаптация на тепличной стадии. Вегетационный цикл выращивания картофеля в теплице составил, в среднем, 150 дней.



Эффективное использование площади поверхности на 1 м<sup>2</sup> в лаборатории и высокие показатели микро-размножения *in vitro* делают этот метод альтернативой для программ размножения элитных семян картофеля. Кроме того, использование гидропонной автотрофной системы «САН» в качестве дополнительной техники для адаптации растений, извлеченных из «SIT», повы-

шает коэффициент размножения и снижает уровень смертности.

Согласно проведенному исследованию, сортом с лучшим откликом на использование «SIT» и «САН» в агроклиматических условиях района реализации, был Superchola (*Solanum Tuberosum* L.) со средней урожайностью 366 мини-клубней на 1 м<sup>2</sup>.

#### Литература

1. Devaux, A.; Ordinola, A.; Higon, A.; Flores, R. 2010. El sector papa en la region andina: Diagnostico y elementos para una vision estrategica (Bolivia, Ecuador, Peru). Lima, PE. CIP. 385 p.
2. Scurrah, M.; Haan, S.; Olivera, E.; Ccanto, R. 2012. Ricos en agrobiodiversidad pero pobres en Nutricion. Seguridad alimentaria en comunidades de Chopcca, Huancaveli. Huancavelica, PE. La Revista Agraria 143: 8-9.
3. SEPACAM (Proyecto de Semilla de Papa del Canton Mejia, EC). 2008. Proyecto de produccion de semilla de calidad con tecnologias limpias usando la metodologia de investigacion participativa para el mejoramiento sostenible de la productividad del cultivo de papa en la subcuenca del rio San Pedro, Canton Mejia, Provincia de Pichincha. Machachi, EC. 15 p.
4. Chuquillanqui, C.; Mateus, J.; Barker, I.; Otazu, V. 2010. Metodos de produccion de semilla Prebasica de papa. Lima, PE. CIP. 2p.
5. Velasquez, J. 2013. Semilla de papa en el pais: el rol del INIAP. In. Curso de Aeroponia para la produccion de minituberculos de papa. Quito, EC. CIP. p irr.
6. Berthouly, M., Etienne, H. 2005. Temporary immersion systems: a new concept for use liquid medium in mass propagation. Liquid Culture Systems or in vitro Plant Propagation. Dordrecht, NL. p 165-195.
7. Benitez, J.; Navarrete, J. 2003. Aplicacion del Sistema Autotrofico Hidroponico SHA (Tecnica Argentina), en variedades mejoradas del Ecuador, para la obtencion de semilla prebasica de papa (en linea). Estacion Experimental Santa Catalina, Quito, EC. INIAP-CIP. Consultado 27 junio. 2018. Disponible en <http://cipotato.org/region-quito/congresos/i-congreso-ecuatoriano-de-la-papa>.
8. Jimenez, E.; Perez, J.; De Feria, R.; Barbon, R.; Capote, A.; Chavez, M.; Quiala, E.; Perez, J., (1999). Improved production of potato microtubers using a temporary immersion system. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 59:19-23
9. Muñoz, W.; Vanegas O.; Guzman A.; Capataz, J.; Hoyos, R.; Orozco, F. (2006). Estimacion de variables de operacion de un biorreactor con celulas de *Azadirachta indica* A. Juss. Revista Agronomia 59 (2): 3467-3478.
10. Hanhineva, K.; Kokko, H.; Ka Renlampi, S. (2005). Shoot regeneration from leaf explants of five strawberries (*Fragaria 3 ananassa*) cultivars in temporary immersion bioreactor system. In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant. 41:826-831.
11. INIAP (2002). Aplicacion del sistema Autotrofico Hidroponico (tecnica Argentina) en variedades mejoradas del Ecuador para la obtencion de semilla Prebasica de papa. En: Departamento de Produccion de Semillas. Disponible en <http://www.cipotato.org/region-uito/presentaciones/resumenes/j.benitez.doc.pdf>. Consulta: Junio, 2013.
12. Rigato, S.; Gonzales, A.; Huarte, M. 2002. Produccion de plantulas por el sistema autotrofico-hidroponico, Balcarce AR. INTA. 6 p.
13. Chuquillaqui, C.; Tenorio, J.; Salazar, L. (2007). Produccion de semilla de papa por hidroponia. pp. 26-34. En: Centro Internacional de la Papa (CIP). (ed.). Alternativas al uso del bromuro de metilo para la produccion de semilla de papa de calidad. Division de Manejo Integrado de cultivos. CIP. Lima, Peru. 53 p. Documento de trabajo 2007-2.
14. Toledo, J. (1997). Produccion de semilla de papa y manejo empresarial. Manejo de plantula in-vitro laboratorio e invernadero. CIP. Lima, Peru.
15. Ziv M. (2005). Simple bioreactors for mass propagation of plants. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 81(3): p. 277-285.

16. Rigato, S.; Gonzalez, A.; Huarte, M. (2001). Produccion de plantulas por el sistema autotrofico-hidroponico. Revista Latinoamericana de la Papa 12 (1): p. 110 -120.
17. Mecias, D. (2011). Evaluacion del efecto de microorganismos en la produccion de semilla prebasica de papa con dos tipos de sustrato. Santa Catalina, INIAP. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agricolas, Quito, Ecuador. 138 p.
18. Navarrete, J. (2004). Evaluacion de dos metodos de micropropagacion para la produccion de semilla categoria prebasica de dos variedades de papa bajo condiciones de invernadero. Santa Catalina, INIAP. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agricolas. Quito, Ecuador. 77 p.
19. Pinza, M. (1997). Produccion de semilla Prebasica de Papa (*Solanum tuberosum*) en invernadero con tres origenes y aporques, Santa Catalina, INIAP. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agricolas. Quito, Ecuador. 75 p.
20. Horna, D. (2004). Evaluacion de cuatro soluciones nutritivas para la produccion de tuberculo-semilla categoria prebasica con dos cultivares de papa bajo el sistema de manejo semihidroponico. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agricolas, Quito, Ecuador. 88 p.

**F. E. Mulet Panoluiza<sup>1</sup>, G. H. Andrade Bolagnos<sup>2</sup>, E.V. Romanova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Peoples' Friendship University of Russia,

<sup>2</sup>Central University of Ecuador, Quito, Ecuador

romanova-ev@rudn.ru

### **INTEGRATION OF PROPAGATION METHODS USED IN THE PRODUCTION OF SEED POTATOES (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) MINI-TUBERS**

*The relevance of this study relates to the need for the production of high-quality healthy potato seeds, the increase of productivity and resistance to various diseases and pathogens. The research was carried out in 2016–2018 at the La Tola Experimental Field (CADET) of the Faculty of Agricultural Sciences of the Central University of Ecuador. The aim of the work was to accelerate the production of elite potato seeds (*Solanum tuberosum* L.) of the varieties Diacol-Capiro and Superchola, using a temporary immersion system (SIT), supplemented by semi-autotrophic hydroponics (SAH). We studied the possibility of technically integrating various methods used in the production of seed potatoes with the aim of accelerating reproduction; and analyzed the advantages of using a temporary immersion system at the stage of micropropagation and semi-autotrophic hydroponics (Semi-Autotrophic Hydroponics – SAH), as an alternative method for adapting regenerated plants to ex-vitro growing conditions. At the last stage of micropropagation, regenerant plants need conditions allowing them to switch from a mixotrophic type of nutrition to an autotrophic one, and continue their growth and development in ex-vitro conditions, in a greenhouse, for the production of seed tubers. The multiplication rates obtained in the cultivars Superchola and Diacol-Capiro in vitro, after four weeks of growth in bioreactors, were 1:9 and 1:8, respectively. During the adaptation and acclimatization phase, Diacol-Capiro developed larger shoots (3.8 cm), while Superchola, despite smaller shoots (2.5 cm), developed a longer root system (2.7 cm). The average yield for the two varieties was 3.75 kg per 1 m<sup>2</sup> in the greenhouse. The percentage of elite seeds obtained during the experiment was for the variety Superchola – 72%, and Diacol-Capiro – 69.13%, with a weight of more than 5 g. Our results show that the potato (*Solanum Tuberosum* L.) variety with the best response to the use of the «SIT» and «SAH» systems in the agro-climatic conditions of the experimental area is Superchola with an average yield of 366 mini-tubers per 1 m<sup>2</sup>.*

**Key words:** bioreactor, micropropagation, mini-tubers, temporary immersion system, adaptation, ex-vitro cultivation, regenerants.

# Молекулярно–генетическая характеристика льна (*Linum usitatissimum* L.)

УДК 633.854.54

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-47-1-39-42

Парфэ Кезимана<sup>1</sup>, А. А. Дмитриев<sup>2</sup> (к.б.н.),  
Н. В. Мельникова<sup>2</sup> (к.б.н.), Е. В. Романова<sup>1</sup> (к.с.–х.н.)

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов,

<sup>2</sup>Институт молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта Российской академии наук  
romanova-ev@rudn.ru

Лен (*Linum usitatissimum* L.), известный своей клетчаткой и промышленным маслом, в настоящее время также представляет интерес для производства функциональных продуктов питания. Таким образом, возникает необходимость понимания генетики и молекулярных основ качественных и количественных признаков, которые могли бы сделать возможным планирование селекционных проектов для создания новых сортов, отвечающих современным требованиям к культуре. Подробные генетические и молекулярные исследования различных признаков льна являются ключом к созданию новых сортов. В данном литературном обзоре кратко рассматривается лен как культура, его систематическое описание, генетические, геномные и молекулярные характеристики, включая молекулярные маркеры, которые используются для изучения различных признаков культуры льна и могут быть использованы в селекционных программах.

В данной работе отмечается, то, что геном льна был секвенирован, он, следовательно, может быть использован для идентификации потенциально значимого гена-кандидата посредством поиска генов с помощью различных методов геномики. Помимо генома, мы также рассматривали различные системы маркеров, которые использовались для изучения льна, такие как случайно амплифицированная полиморфная ДНК (RAPD), полиморфизм длины амплифицированных фрагментов (AFLP), полиморфизм длин рестриционных фрагментов (RFLP), межмикросателлитные последовательности (ISSR), простые повторяющиеся последовательности (SSR) и однонуклеотидный полиморфизм (SNP). Таким образом, данная работа рассматривает текущие данные по генетике и молекулярной биологии льна, включая исследования в области геномики и технологии молекулярных маркеров, и может служить справочным материалом для селекционеров в их стремлении создания новых сортов льна.

**Ключевые слова:** лен обыкновенный, *Linum usitatissimum* L, систематика, геном, ДНК, молекулярные маркеры.

## Введение

Лен обыкновенный (*Linum usitatissimum* L.) — однолетнее травянистое растение, по-видимому, произошедшее от диких форм, и его наиболее вероятным предком является *L. angustifolium* Huds., имеющий такое же число хромосом ( $2n = 30$ ), типичные стебли, голубые цветки и растрескивающиеся коробочки или капсулы с семенами [24].

Лен считается одной из восьми «культур-основателей» растениеводства наряду с зерновыми и бобовыми растениями, поскольку он входит в число первых одомашненных культур [40]. По данным археологов он впервые упоминался на Ближнем Востоке более 8000 лет назад [18, 40]. Для формы *L. usitatissimum* предполагаются 2 возможные географические группы: масличный лен — в Юго-Западной Азии, Афганистане и Индии; и лен-долгунец — в Испании, Италии, Греции, Турции, Египте, Алжире, Тунисе [41].

Различные сорта льна выращивались в разных географических регионах в соответствии с местными условиями и подходами к выращиванию, так, в Египте, например, лен выращивался на волокно для ткачества тонкого постельного белья [24]. Помимо волокон, лен выращивался также для получения льняного масла, поэтому существуют две формы льна обыкновенного:

лен-долгунец для получения волокна — более длинная форма льна, с небольшим количеством ветвей; и масличный лен — относительно низкие растения, образующие большое число вторичных ветвей [16].

## Систематика льна.

Лен обыкновенный (*Linum usitatissimum* L.) принадлежит к роду Лен (*Linum*) семейства Льновые (*Linaceae*) порядка Malpighiales Mart. класса Magnoliopsida (Dicotyledones) отдела Magnoliophyta [8, 24]. Семейство состоит из 22 родов, из которых род *Linum* является самым большим и распространенным для практического использования. Род *Linum* включает около 230 видов [19], которые разделяются на шесть секций по морфологическим признакам [11]: *Linum*, *Dasylinum*, *Linastrum*, *Cathartolinum*, *Syllinum*, and *Cliococca*. Из этих видов наиболее распространенным является лен обыкновенный (*L. usitatissimum*) [20, 35, 43], выращиваемый для получения волокон и семян. Лен был одним из первых одомашненных растений, его возделывание, вероятно, началось в Плодородном полумесяце в долинах Тигра и Евфрата около 8000 лет назад [40]. *L. usitatissimum* L. представляет собой полиморфный вид, характеризующийся огромным внутривидовым разнообразием [24], включающий 5 подвидов: *L. usitatissimum* ssp. *usitatissimum* — лен долгунец, *L. usitatissimum* ssp.

*intermedium* Czernom – межунок, *L. usitatissimum* ssp. *humile* (Mill.) Czernom. — кудряш, *L. usitatissimum* ssp. *latifolium* (L.) Stankev. – крупносемянный и *L. usitatissimum* ssp. *bienne* (Mill.) Stankev. — полуозимый [44]. В настоящее время, с помощью методов классической генетики в изучении морфологических признаков, ученые установили, что различия между долгунцами, межуемками и кудряшами недостаточны для присвоения им статуса подвидов, и поэтому считают их разновидностями в рамках подвида — *L. usitatissimum* subsp. *usitatissimum* var. *elongatum* (Sinsk.) Kutuz. comb. nov., *L. usitatissimum* var. *intermedium* (Czernom.) Kutuz. comb. nov. и *L. usitatissimum* var. *humile* (Czernom.) Kutuz. comb. nov., соответственно [42]. С. Н. Кутузова и И. Г. Чухина предложили ввести новый подвид *L. usitatissimum* var. *nanum* Kutuz. var. *Nova* в связи с результатами скрещивания льна из Эфиопии с *L. angustifolium*; а также присвоить статус разновидности колхидскому льну — *L. usitatissimum* subsp. *bienne* (Mill.) Stankev. var. *colchicum* Kutuz. var. *nova*, который, несмотря на близость к культурному, существенно отличается от него по морфологическим признакам. Они также подтвердили статус подвидов *L. usitatissimum* L. subsp. *Latifolium* (L.) Stankev. и *L. usitatissimum* subsp. *bienne* (Mill.) Stankev. [42].

Лен является популярным объектом генетических исследований. Основным направлением таких исследований является изучение устойчивости к абиотическим и биотическим факторам в целях повышения продуктивности. Помимо этого, изучается также генетический контроль синтеза промышленно важных компонентов льна, таких, как содержание жирных кислот, углеводов и лигнанов в семенах.

#### Геном *L. usitatissimum*

Род *Linum* L. (*Linaceae*) разнообразный и включает более 200 видов, широкая вариация числа хромосом, обнаруженная у видов данного рода ( $2n = 16, 18, 20, 26, 28, 30, 32, 36, 42, 72, 84$ ), указывает на роль хромосомных мутаций в видообразовании рода *Linum* [4, 24].

Согласно результатам ряда исследований, геном льна (*L. usitatissimum*) возник в результате полногеномной дупликации, произошедшей примерно 5–9 млн лет назад, и имеет размер около 373 млн п. о. на 1С [7, 36].

Результаты исследования Muravenko et al. (2010) по анализу 22 представителей различных видов *Linum* также подтвердили, что у *L. usitatissimum*  $2n = 30$  [27]. В данной работе также разделили изученные виды льнов на виды секций *Adenolinum* и *Stellerolinum* ( $2n = 18$ ); секции *Linum*, состоящей из трех групп:  $2n = 30$ ,  $2n = 16$  и  $2n = 28$ ; секции *Syllinum*, состоящей из двух групп:  $2n = 28 + (1-6)$  В и  $2n = 26$ ; секций *Dasylinum* ( $2n = 16$ ) и *Linastrum* ( $2n = 18$ ) [27], что частично согласуется с систематикой деления рода *Linum* на секции [11].

Ядерная ДНК *L. Usitatissimum* содержит около 35% tandemных повторов высокой копийности, 15% фракции последовательностей ДНК со средней копийностью и 50% низкокопийных последовательностей [45].

В геноме *L. usitatissimum* предсказано существование 43484 генов ([https://phytozome.jgi.doe.gov/pz/portal.html#!info?alias=Org\\_Lusitatissimum](https://phytozome.jgi.doe.gov/pz/portal.html#!info?alias=Org_Lusitatissimum)), что сравнимо с предсказанным для других двудольных растений, и доля этих генов, имеющих гомологи в геноме арабидопсиса, составляет 89,4% [10, 36]. К тому же распределение длин экзонов в предсказанных генах соответствует другим видам растений, но длина интронов и матричной РНК (мРНК) в среднем короче, чем у других изученных видов [36].

#### Молекулярные маркеры в генетике льна.

В различных исследованиях традиционно применялись морфологические и биохимические маркеры, а затем начали использовать молекулярные маркеры, представляющие собой геномный инструмент для характеристики генотипов и изучения генетических признаков различных культур.

Сейчас они применяются при изучении генетической изменчивости или исследовании разнообразия популяций, построении генетических карт, картировании локусов количественных признаков (QTL), селекции с помощью маркеров (MAS) и геномной селекции (GS). Успех применения молекулярных маркеров по сравнению с традиционными маркерами, зависит от нескольких факторов, таких, как численность, простота дизайна, возможность автоматизации, способность идентификации фенотипа, независимость от условий окружающей среды во время эксперимента, и стоимость.

Для льна разработаны и используются различные типы молекулярных маркеров, такие, как полиморфизм длин рестрикционных фрагментов (RFLP), случайно амплифицированная полиморфная ДНК (RAPD), полиморфизм длины амплифицированных фрагментов (AFLP), полиморфизм специфично амплифицированных последовательностей (SSAP), межмикросателлитные последовательности (ISSR), простые повторяющиеся последовательности (SSR) или микросателлиты и однонуклеотидный полиморфизм (SNP) [39].

У льна применение маркеров началось в конце 1990-х гг. при первичных попытках создания генетической карты с помощью маркеров AFLP, RAPD и RFLP в сочетании с традиционными маркерами [9, 28, 33]. Такие карты имели низкую плотность маркеров, так как RFLP являются трудоемкими, а AFLP и RAPD — низко воспроизводимыми [22].

Таким образом, открытие системы маркеров SSR, высокополиморфных, относительно простых и недорогих [32, 37], позволило построить более плотные генетические карты, именно поэтому маркеры SSR



широко используются для построения генетических карт льна [2, 5, 21, 39]. Благодаря маркерам SSR, была также разработана первая консенсусная генетическая карта, содержащая локусы генов *FAD2A*, *FAD2B*, *FAD3A* и *FAD3B*, играющих роль в биосинтезе жирных кислот в семенах льна [6].

В настоящее время маркеры однонуклеотидного полиморфизма (SNP), широко распространенные и, как известно, часто присутствующие в геноме, являются наиболее популярными ДНК-маркерами в исследованиях геномики и селекции.

Развитие технологии секвенирования следующего поколения (NGS), такой, как платформа Illumina, из-за постоянно снижающейся стоимости секвенирования, сделало применение SNP более популярным методом. Таким образом, методом пиросеквенирования на платформе Illumina, мы в наших исследованиях идентифицировали SNP, ассоциированные с жирнокислотным составом семян льна [12].

Разработанные молекулярные маркеры используются в различных генетических и геномных исследованиях: оценке генетического разнообразия [1, 3, 4, 13, 14, 23, 29–31, 34], изучении генетических основ количественных и качественных признаков [15], срав-

нительной геномике [25, 26], кариогеномике [27], и молекулярной селекции [17, 38, 39].

### Выводы

В ходе изучения генетических особенностей льна были достигнуты значительные успехи в изучении его молекулярно-генетических характеристик, включая разработку генетических карт, получение референсного генома, разработку большого количества молекулярных маркеров, получение QTL, связанного с целевыми признаками селекции.

Данные достижения закладывают основу для молекулярной селекции, так как с помощью MAS-селекции можно более эффективно вести отбор на устойчивость к абиотическим и биотическим факторам, а с помощью геномной селекции, используя полногеномного QTL, есть потенциал для отбора по сложным количественным признакам.

Таким образом, результаты молекулярно-генетических исследований льна дают возможность селекционерам не только создавать новые сорта с целевыми количественными и/или качественными показателями, но и значительно ускорить сам процесс селекции.

### Литература

1. Abou El-Nasr T. H. S., Mahfouze H. A. Genetic variability of golden flax (*Linum usitatissimum* L.) using RAPD markers // World Applied Sciences Journal. 2013. № 7 (26). С. 851–856.
2. Asgarinia P. [и др.]. Mapping quantitative trait loci for powdery mildew resistance in flax (*Linum usitatissimum* L.) // Crop Science. 2013. № 6 (53). С. 2462–2472.
3. Bazanov T. A. [и др.]. Genetic polymorphism of modern common flax (*Linum usitatissimum* L.) cultivars developed at Russian breeding centers using SSR markers // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2019. № 4 (180). С. 81–87.
4. Bolsheva N. L. [и др.]. The diversity of karyotypes and genomes within section *syllinum* of the genus *linum* (linaceae) revealed by molecular cytogenetic markers and RAPD analysis // PLoS ONE. 2015. № 4 (10).
5. Cloutier S. [и др.]. SSR-based linkage map of flax (*Linum usitatissimum* L.) and mapping of QTLs underlying fatty acid composition traits // Molecular Breeding. 2011. № 4 (28). С. 437–451.
6. Cloutier S. [и др.]. Integrated consensus genetic and physical maps of flax (*Linum usitatissimum* L.) // Theoretical and Applied Genetics. 2012. № 8 (125). С. 1783–1795.
7. Cullis C. A. DNA sequence organisation in the flax genome // BBA Section Nucleic Acids And Protein Synthesis. 1981. № 1 (652). С. 1–15.
8. Cullis C. A. Flax Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007. С. 275–295.
9. Cullis C. A., Oh T. J., Gorman M. B. Genetic mapping in flax (*Linum usitatissimum*) 1995. С. 161–169.
10. Deyholos M. K. The First Flax Genome Assembly Springer, Cham, 2019. С. 63–72.
11. Diederichsen A., Richards K. Cultivated flax and the genus *linum* L.: Taxonomy and germplasm conservation CRC Press, 2003. С. 22–54.
12. Dmitriev A. A. [и др.]. Genetic diversity of SAD and FAD genes responsible for the fatty acid composition in flax cultivars and lines // BMC Plant Biology. 2020. (20).
13. Fu Y. B. [и др.]. RAPD analysis of genetic relationships of seven flax species in the genus *Linum* L // Genetic Resources and Crop Evolution. 2002. № 3 (49). С. 253–259.
14. Fu Y. B. [и др.]. RAPD analysis of genetic variability of regenerated seeds in the Canadian flax cultivar CDC Normandy // Seed Science and Technology. 2003. № 1 (31). С. 207–211.
15. Fu Y. B. [и др.]. Assessment of bulking strategies for RAPD analyses of flax germplasm // Genetic Resources and Crop Evolution. 2003. № 7 (50). С. 743–746.
16. Gill K. S. Linseed / K. S. Gill, New Delhi, India: Indian Council of Agricultural Research, 1987. 386 с.
17. He L. [и др.]. Evaluation of genomic prediction for Pasm resistance in flax // International Journal of Molecular Sciences. 2019. № 2 (20).
18. Helbaek H. Domestication of Food Plants in the Old World // Science. 1959. Т. 130. № 3372. С. 365–372.
19. Hickey M., King C. 100 families of flowering plants 1988.

20. Kolodziejczk P. P., Fedec P. Processing flaxseed for human consumption 1993.С. 261–280.
21. Kumar S. [и др.]. QTL for fatty acid composition and yield in linseed (*Linum usitatissimum* L.) // *Theor Appl Genet.* 2015. (128). С. 965–984.
22. Kumari N., Thakur S. K. Randomly amplified polymorphic DNA-a brief review // *American Journal of Animal and Veterinary Sciences.* 2014. № 1 (9). С. 6–13.
23. Melnikova N. V. [и др.]. Retrotransposon-Based Molecular Markers for Analysis of Genetic Diversity within the Genus *Linum* // *BioMed Research International.* 2014. (2014). С. 1–14.
24. Muir A. D., Westcott N. D. Flax: the genus *Linum*. / A. D. Muir, N. D. Westcott, London, UK: Taylor & Francis, 2003. 307 с.
25. Muravenko O. V. [и др.]. Genome comparisons with chromosomal and molecular markers for three closely related flax species and their hybrids // *Russian Journal of Genetics.* 2003. № 4 (39). С. 414–421.
26. Muravenko O. V. [и др.]. Comparison of genomes of eight species of sections *Linum* and *Adenolinum* from the genus *Linum* based on chromosome banding, molecular markers and RAPD analysis // *Genetica.* 2009. № 2 (135). С. 245–255.
27. Muravenko O. V. [и др.]. Karyogenomics of species of the genus *Linum* L // *Russian Journal of Genetics.* 2010.
28. Oh T. J., Gorman M., Cullis C. A. RFLP and RAPD mapping in flax (*Linum usitatissimum*). 2000.
29. Ottai M. E. S. [и др.]. Genetic diversity among Romanian fiber flax varieties under Egyptian conditions // *Australian Journal of Basic and Applied Sciences.* 2012. № 3 (6). С. 162–168.
30. Pali V. [и др.]. Molecular diversity in flax (*Linum usitatissimum* L.) as revealed by DNA based markers // *Vegetos.* 2015. № 1 (28). С. 157–165.
31. Rajwade A. V. [и др.]. Relatedness of Indian flax genotypes (*Linum usitatissimum* L.): An inter-simple sequence repeat (ISSR) primer assay // *Molecular Biotechnology.* 2010. № 2 (45). С. 161–170.
32. Roose-Amsaleg C. [и др.]. Polymorphic microsatellite loci in *Linum usitatissimum* // *Molecular Ecology Notes.* 2006. № 3 (6). С. 796–799.
33. Spielmeier W. [и др.]. Identification of quantitative trait loci contributing to Fusarium wilt resistance on an AFLP linkage map of flax (*Linum usitatissimum*) // *Theoretical and Applied Genetics.* 1998. № 4 (97). С. 633–641.
34. Uysal H. [и др.]. Variation in phenotypic characters of pale flax (*Linum bienne* Mill.) from Turkey // *Genetic Resources and Crop Evolution.* 2012. № 1 (59). С. 19–30.
35. Vassão D. G. [и др.]. Lignans (neolignans) and allyl/propenyl phenols: Biogenesis, structural biology, and biological/human health considerations Elsevier Ltd, 2010.С. 815–928.
36. Wang Z. [и др.]. The genome of flax (*Linum usitatissimum*) assembled de novo from short shotgun sequence reads // *The Plant Journal.* 2012. № 3 (72). С. 461–473.
37. Wiesner I., Wiesnerova D., Tejklova E. Effect of anchor and core sequence in microsatellite primers on flax fingerprinting patterns // *The Journal of Agricultural Science.* 2001. № 1 (137). С. 37–44.
38. You F. M. [и др.]. Accuracy of genomic selection in biparental populations of flax (*Linum usitatissimum* L.) // *Crop Journal.* 2016. № 4 (4). С. 290–303.
39. You F. M. [и др.]. Flax (*Linum usitatissimum* L.) genomics and breeding Springer International Publishing, 2019.С. 277–317.
40. Zohary D., Hopf M. Oil and fiber crops 1993.С. 118–133.
41. Вавилов Н. И. Избранные произведения в 2 т. / Н. И. Вавилов, Ленинград: изд-во Наука, 1967.
42. Кутузова С. Н., Чухина И. Г. Уточнение внутривидовой классификации культурного льна (*Linum usitatissimum* L.) методами классической генетики. // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции.* 2017. № 3 (178). С. 97–109.
43. Рогаш А. Р., Абрамов Н. Г., Толковский В. А. Льноводство / А. Р. Рогаш, Н. Г. Абрамов, В. А. Толковский, Москва: Колос, 1967. 583 с.
44. Черноморская Н. М., Станкевич А. К. К вопросу о внутривидовой классификации льна обыкновенного (*Linum usitatissimum* L.) // *Сб. научн. тр. по прикл. бот., ген. и сел.* 1987. (113). С. 53–63.
45. Genetics and Genomics of *Linum* под ред. С. А. Cullis, Cham: Springer International Publishing, 2019.

**Parfait Kezimana<sup>1</sup>, A. A. Dmitriev<sup>2</sup>, N. V. Melnikova<sup>2</sup>, E. V. Romanova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Peoples' Friendship University of Russia,

<sup>2</sup>Engelhardt Institute of Molecular Biology, Russian Academy of Sciences  
romanova-ev@rudn.ru

## **MOLECULAR AND GENETIC CHARACTERISTICS OF FLAX (*LINUM USITATISSIMUM* L.)**

*Flax (*Linum usitatissimum* L.), known for fiber and industrial oil, has also seen its interest grow for the production of nutraceuticals. Therefore, there have been an interest in understanding the genetics and molecular of qualitative and quantitative traits, which could enable the development of new cultivars, answering to the new demand on the crop. Detailed genetic and molecular studies for different traits in flaxseed hold the key to development of new cultivars. This literature review concentrate briefly at flaxseed as a crop, its systematics description, genomic and molecular characterizations, including molecular markers, which are used to study flaxseed traits and can be used in breeding programs. From review, we note that the flax whole genome have been sequenced, which can be used for the identification of candidate gene of potential significance through genomics assisted gene search. Apart from the genome, we also look at various marker systems, hat have been used to study flax, such as RAPDs, AFLPs, RFLPs, ISSRs, SSRs and SNPs. Therefore, this review relates current data on genetics and molecular biology of flax, including genomics researches and molecular marker technology, with a goal of serving as a reference for flax breeders in their quest to develop new cultivars.*

**Key words:** flaxseed, *Linum usitatissimum* L, systematics, genome, DNA, molecular markers.

## Современное состояние и перспективы развития картофелеводства в Магаданской области

УДК 338.43

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-47-1-43-47

Е. В. Гинтер

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

*Актуальность исследования заключается в необходимости изучения состояния картофелеводства и резервов его развития для формирования продовольственной базы и обеспечения продовольственной независимости региона, имеющую большое значение в условиях политики импортозамещения. Исследование проводилось на основе статистических данных по сельскому хозяйству Магаданской области 2018 г. Цель работы заключается в исследовании состояния, перспектив и направлений развития картофелеводства в регионе. Картофель — важнейшая сельскохозяйственная культура, выращиваемая в Магаданской области. Картофелеводство одна из отраслей сельского хозяйства, способная полностью удовлетворить потребность населения в качественной продукции без вложения больших финансовых затрат. В 2018 г. посевные площади под картофель составляли 82,7% от общих посевных площадей под продовольственные культуры. Потребность населения в картофеле обеспечивалась на 91,3%. При этом за счет собственного производства обеспечивается 65,3 % потребности в продукции, за счет завоза и импорта — 26%. Данный факт свидетельствует о необходимости наращивания объемов производства картофеля в регионе, поиска новых резервов повышения продуктивности отрасли. Поддержка картофелеводства является одним из приоритетных направлений бюджетной поддержки в рамках Государственной программы «Развитие сельского хозяйства в Магаданской области», но несмотря на это, показатели развития отрасли отстают от целевых программных индикаторов. Перспективным направлением развития картофелеводства является применение районированных сортов, которые хорошо зарекомендовали себя не только в регионе, но и в условиях Дальнего Востока. Проблемы развития картофелеводства носят системный характер ввиду отсутствия единого организационно-экономического механизма и рычагов стимулирования. В работе определены перспективные направления развития отрасли в число которых входят применение сортов с высоким продуктивным потенциалом, становление организационно-экономического механизма развития семеноводства, организация специализированного семеноводческого хозяйства на территории области, обеспечение активного взаимодействия науки и производства.*

**Ключевые слова:** Магаданская область, картофелеводство, состояние, развитие, направления.

Целью исследования является изучение состояния, перспектив и направлений развития картофелеводства в условиях региона. Так как на уровень жизни населения в полной мере влияет структура, объем и качество потребляемых продуктов питания. Степень удовлетворения в пище зависит в большей мере от развития сельскохозяйственного производства. В Доктрине продовольственной безопасности, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. №20, сказано, что продовольственная безопасность является одним из главных направлений обеспечения национальной безопасности страны в долгосрочном периоде, фактором сохранения ее государственности и суверенитета, важнейшей составляющей социально-экономической политики, а также необходимым условием реализации стратегического национального приоритета — повышение качества жизни российских граждан путем гарантирования высоких стандартов жизнеобеспечения. Стратегической целью обеспечения продовольственной безопасности является обеспечение населения страны безопасной, качественной и доступной сельскохозяйственной продукцией, сырьем и продовольствием в объемах, обеспечивающих рациональные нормы потребления пищевой продукции [1].

Одной из основных задач обеспечения продовольственной безопасности независимо от изменения

внешних и внутренних условий является устойчивое развитие производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, достаточное для обеспечения продовольственной независимости.

В региональном аспекте аграрный сектор экономики имеет важное значение для развития субъектов страны. Сельское хозяйство не только производит необходимое продовольствие, гарантирующее продовольственную безопасность, но и служит фактором закрепления населения на обширных территориях, путем создания условий для проживания сельского населения, выступает важной подсистемой жизнедеятельности общества.

В настоящее время положение в сельском хозяйстве Магаданской области усугубляется не только суровыми природно-климатическими условиями и удаленностью региона, но и макро- и микроэкономическими факторами, и условиями, в которых функционирует агропромышленный комплекс. Активная государственная поддержка, осуществляемая в последнее время в отношении сельхозтоваропроизводителей, немного улучшила ситуацию в отрасли, но не обеспечила дальнейший рост аграрного производства. В настоящее время состояние аграрного сектора экономики продолжает оставаться неустойчивым.

Картофель называют вторым хлебом, так как по калорийности он превосходит все овощи, является важнейшим источником углеводов (крахмала), в связи с чем играет в питании человека очень важную роль. Ценность картофеля как продукта питания состоит в том, что в нем содержатся почти все необходимые питательные вещества: витамины группы В, РР и С, минеральные вещества – кальций, магний, фосфор, калий), а также каротиноиды. В его белке содержится 8 из 20 незаменимых аминокислот, он удовлетворяет половину суточной потребности в витамине С.

Ценность картофеля в условиях Севера, учитывая ограниченные возможности доставки, большие затраты и значительные потери во время транспортировки трудно переоценить. Используется картофель в регионе преимущественно на продовольственные цели, а его отходы идут на корм животным. В связи с этим создание устойчивой базы по производству картофеля и полное обеспечение им местного населения относится к числу важнейших проблем экономики сельскохозяйственного производства в Магаданской области [2].

Продовольственная независимость страны или ее субъектов определяется как уровень самообеспечения в процентах. Доктриной установлено минимальное значение производства картофеля — 95%. В 2018 г. согласно данным Управления Федеральной службы государственной статистики по Хабаровскому краю, Магаданской области, Еврейской автономной области и Чукотскому автономному округу потребность населения в картофеле обеспечивалась на 91,3%. При этом за счет собственного производства обеспечивается 65,3% потребности в продукции, за счет завоза и импорта 26%. Данный факт свидетельствует о необходимости наращивания объемов производства картофеля с целью удовлетворения населения в качественных продуктах питания. Учитывая отдаленность региона от центральных районов и сложную логистику доставки продуктов проблемы наращивания собственных производственных мощностей приобретают особую актуальность.

В 2018 г. посевные площади под картофель составляли 82,7% от общих посевных площадей под

продовольственные культуры. Основная доля посевных площадей принадлежала крестьянским (фермерским) хозяйствам — 49,1% из 686 га [3]. Урожайность картофеля повышается из года в год, но не достигает потенциально возможных объемов (табл. 1).

Поддержка картофелеводства является одним из приоритетных направлений бюджетной поддержки в рамках Государственной программы «Развитие сельского хозяйства в Магаданской области», но несмотря на это, показатели развития отрасли отстают от целевых программных индикаторов. Так показатель «валовый сбор картофеля» в 2018 г. исполнен на 87,7%, что говорит о необходимости поиска новых подходов к увеличению объемов производства в отрасли. Направление программы «Поддержка элитного семеноводства», несомненно выступает резервом и способом увеличения объемов производства и урожайности, но необходимо учитывать, что Магаданская область относится к территории с суровыми климатическими условиями, в которых сложно получить хороший урожай без использования районированных сортов.

Сегодня вопросы импортозамещения сконцентрированы непосредственно на сокращении импорта сельскохозяйственной продукции, а ресурсоемким результатам селекционной работы уделяется незаслуженно мало внимания. Тогда как в современных условиях наука и практика подтверждают, что прирост урожайности сельскохозяйственных культур на 50% обеспечивается за счет использования новых сортов. В решении приоритетных задач современного растениеводства, направленных на повышение продуктивности и рентабельности отрасли центральное место, принадлежит селекции, созданию и использованию новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. Наиболее распространенным товаром на рынке научно-технической продукции в отрасли растениеводства являются селекционные достижения в виде новых и улучшенных сортов (гибридов) растений [4]. В этом аспекте сорт картофеля (и представляющий его семенной материал) — одно из основных средств производства отрасли [5]. На современном этапе развития сельского хозяйства

**Табл. 1. Урожайность картофеля в хозяйствах всех категорий в Дальневосточном федеральном округе (центнеров с одного гектара убранный площади)**

Регион	Год				
	2014	2015	2016	2017	2018
Республика Бурятия	117,7	109,4	126,7	110,2	129,9
Республика Саха (Якутия)	88,8	83,1	97,0	102,4	114,7
Забайкальский край	91,4	90,8	89,0	88,6	90,1
Камчатский край	162,9	160,2	175,1	179,3	175,8
Приморский край	139,5	117,2	117,4	125,7	130,9
Хабаровский край	160,9	155,7	130,3	153,9	160,8
Амурская область	144,9	134,3	128,9	149,0	148,9
Магаданская область	86,7	106,9	95,1	120,1	129,9
Сахалинская область	153,0	154,0	175,2	177,1	180,1
Еврейская АО	167,5	170,8	114,2	136,7	155,6
Чукотский АО	134,3	54,0	134,4	142,9	138,1

возникает необходимость обеспечения сельхозтоваро-производителей регионально адаптированными сортами картофеля, устойчивыми к болезням, имеющими высокие продуктивные и пищевые характеристики. Это будет способствовать сокращению зависимости отрасли в регионе от ввозимого семенного посадочного материала. Внедрение в сельскохозяйственное производство новых селекционных достижений обеспечивает устойчивое развитие сельского хозяйства, а также способствует решению проблем продовольственной безопасности страны [4]. Выведенные в определенных почвенно-климатических условиях сорта картофеля будут наиболее полно удовлетворять требованиям потребителя именно этого региона. Сортосмена основной фактор интенсификации отрасли на данном этапе ее развития.

В настоящее время во всех хозяйствах, занимающихся выращиванием картофеля, из-за вырождения ранее районированных региональных сортов урожайность культуры резко снижается. Использование семенного материала из других регионов страны, представленного различными сортавыми репродукциями, без учета адаптации к месту произрастания и иммунитета к болезням, дает кратковременный эффект повышения продуктивности (2-3 года), а затем сбор товарных клубней заметно падает, и производство картофеля становится нерентабельным.

Определяющим фактором в получении высоких урожаев картофеля на Колыме являются не климатические условия, а правильный подбор сортов. Поэтому необходимо выведение сортов картофеля нового поколения. Вновь создаваемые генотипы должны обладать высокой пластичностью, адаптивностью к стрессовым факторам окружающей среды, устойчивостью к наиболее распространенным болезням, возможностью обеспечить надежное семеноводство. Раннеспелость картофеля должна сочетаться с высокой урожайностью и качеством продукции, способностью более полной реализации биологического и хозяйственно-полезного потенциала [6].

На протяжении многих лет Магаданским НИИСХ ведется расширенная программа по выведению и районированию новых сортов картофеля местной селекции. Исследования по селекции картофеля на основе обмена генетическими ресурсами проводятся совместно с селекционным центром ВНИИКХ им. А. Г. Лорха. Исходный материал, полученный в отделе экспериментального генофонда картофеля ВНИИКХ (гибридные семена и одноклубневые гибриды), включается в селекционный процесс и проходит полевые испытания в питомниках, расположенных на экспериментальных участках Магаданского НИИСХ. Основным направлением в селекционной работе является получение ранних сортов с коротким вегетационным периодом [7]. В результате селекционной работы создан ранний сорт картофеля Колымский, сочетающий скороспелость с комплексом хозяйственно ценных признаков – высокой стабильной урожайностью (40–50 т/га) и товарностью,

потребительскими и столовыми качествами клубней. Сорта картофеля Арктика и Зоя относятся к средне-ранним сортам со средней урожайностью 40 т/га, адаптированы к колебаниям температурного режима, засухе, кратковременному переувлажнению почвы. Обладают способностью при минимуме лимитирующих продуктивности факторов к более полной реализации биологического и хозяйственного потенциала. Комплексная устойчивость к стрессовым факторам, стабильная высокая продуктивность и необходимые потребительские качества позволяют данным сортам, послужить основой для увеличения производства картофеля не только в Магаданской области, но и в других районах Дальнего Востока и Сибири [8–10].

Отечественные сорта картофеля успешно конкурируют с лучшими зарубежными аналогами при прохождении испытаний в системе Госсорткомиссии по охране селекционных достижений [11]. Но из-за организационно-экономических проблем они остаются невостребованными производством.

Проблема развития селекции и семеноводства не носит локальный характер, а распространяется на все субъекты Российской Федерации. Семеноводство не должно быть саморегулирующей системой, необходимы центральные воздействия государства на производственно-экономические процессы в этой деятельности. Сегодня государством созданы предпосылки для решения данной проблемы, которые закреплены в Федеральной научно-технической программе, утвержденной 25 августа 2017 г. во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства», предусматривающего создание и внедрение в России до 2026 г. конкурентоспособных отечественных технологий, основанных на новейших достижениях науки. С целью выполнения задач, поставленных в ФНТП в отрасли семеноводства, необходимо принять концепцию его стратегического развития в России. Исходя из положений закона РФ № 172-ФЗ от 28.06.2014 г. «О стратегическом планировании в РФ», стратегию развития семеноводства можно представить как деятельность государственных структур, научных и образовательных учреждений по разработке комплекса научно обоснованных мероприятий, включающий нормативно-правовые, организационные, теоретические и технологические основы производства высококачественной семенной продукции для товаропроизводителей, ее конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках с целью обеспечения продовольственной безопасности страны [12].

К основным приоритетам Федеральной научно-технической программы относится формирование условий для развития научной, научно-технической деятельности и получение результатов, необходимых для создания технологий, продукции, товаров и оказания

Табл. 2. Потенциал кластеризации картофелеводства в регионе

Сильные стороны	Слабые стороны
1. Стабильные объемы производства; 2. Стабильные объемы потребления; 3. Востребованность продукции; 4. Конкурентное преимущество в качестве продукции; 5. Менее убыточная отрасль; 6. Компактное расположение хозяйств; 7. Районированные продуктивные сорта.	1. Насыщенный региональный рынок; 2. Отсутствие мощностей для переработки; 3. Недостаток хранилищ; 4. Дефицит трудовых ресурсов.

услуг, обеспечивающих независимость и конкурентоспособность отечественного агропромышленного комплекса. Советом по реализации программы определены первоочередные виды сельхозпродукции, по которым формируются отдельные подпрограммы.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 мая 2018 г. № 559 утверждена подпрограмма «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации». Целью подпрограммы является обеспечение стабильного роста объемов производства и реализации высококачественного семенного картофеля современных конкурентоспособных отечественных сортов на основе применения новых высокотехнологичных российских разработок и комплексных научно-технических проектов полного инновационного цикла. Подпрограмма включает в себя мероприятия по созданию научных результатов, передаче научных результатов для практического использования, повышению квалификации участников научно-технического обеспечения развития сельского хозяйства, коммерциализацию научных результатов и продукции [4, 11].

На сегодняшний день в Магаданской области отсутствует организационно-экономический механизм развития семеноводства картофеля, связи науки и производства, рынок селекционного материала, эффективная государственная поддержка развития семеноводства в регионе. Эффективное организационно-экономическое развитие отрасли видится в формировании кластера. Проводимые ранее исследования потенциала кластеризации отраслей в регионе показали, что в сельскохозяйственном производстве области наилучшие предпосылки существуют для формирования картофельного кластера. В настоящее время это менее убыточное производство с низкими затратами, имеющее больше преимуществ, чем недостатков (табл. 2).

Развитие отрасли, рост производительности и доходности требуют применения новых форм управления. Функционирование картофельного кластера позволит лучше использовать местные ресурсы и отходы сель-

хозпроизводства, повысить плодородие почвы, создать новые рабочие места, за счет интеграции, что позволит эффективнее использовать производственную и социальную инфраструктуру сельских территорий. Кластер позволит соблюсти «принцип единства» и обеспечить связь между субъектами, заинтересованными в развитии селекции и семеноводства картофеля.

Обозначенные проблемы определяют основные направления инновационного развития картофелеводства в регионе: становление организационно-экономического механизма развития селекции и семеноводства на уровне региона с активной государственной поддержкой (правовой, финансовой, организационной, информационной); организация специализированного семеноводческого хозяйства на территории области; обеспечение активного взаимодействия науки и производства; семеноводство в картофелеводческих хозяйствах области должно основываться на районированных сортах с высоким продуктивным потенциалом.

Достижение стратегических целей по данным направлениям должно осуществляться на основе «принципа единства и взаимодействия». Развитие семеноводства должно происходить в форме единого системного научно-производственного комплекса, при активной поддержке государства, которая на современном этапе требует пересмотра и повышения эффективности. Создание организационно-экономических условий устойчивого развития селекции и семеноводства картофеля и совершенствование механизмов его регулирования имеет несомненную актуальность и практическую значимость, которая заключается в содействии по выведению конкурентоспособных сортов, отличающихся высокими хозяйственно-ценными признаками и внедрению их в производство. Адаптированное сортообновление в сочетании с эффективным организационно-экономическим механизмом должны создавать все предпосылки для успешного выращивания семенного картофеля и развития картофелеводства в Магаданской области.

#### Литература

1. Указ Президента РФ от 21.01.2020 № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации». – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/>
2. Фандеева, Я.Д. Особенности возделывания картофеля в Магаданской области и перспективы его развития / Я.Д. Фандеева // Молодой ученый. — 2013. — № 3 (50). — С. 536-538. — URL: <https://moluch.ru/archive/50/6329/>
3. Сельское хозяйство Магаданской области: Стат. сб. / Хабаровскстат. – Магадан, 2019. – 54 с.
4. Ушачев, И. Совершенствование организационно-экономического механизма рынка научно-технической продукции в растениеводстве / И. Ушачев, Е. Колязина, С. Аржанцев // АПК: экономика, управление. – 2018. – №8. – С. 68-79.
5. Журавлева, Е. В. Аспекты организации селекции и семеноводства картофеля в России – проблемы и возможные пути их решения / Е.В. Журавлева, А.А. Кабунин, И.В. Кабунина // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 10. – С. 5–10.

6. Кордабовский, В.Ю. Новые скороспелые сортообразцы картофеля / В.Ю. Кордабовский // Международный научно – исследовательский журнал. – 2016. – Часть 5. – № 6 (48). – С. 175 – 176.
7. Кордабовский, В.Ю. К вопросу семеноводства картофеля в Магаданской области / В.Ю. Кордабовский // Международный научно – исследовательский журнал. – 2015. – Часть 2. – № 4 (35). – С. 114.
8. Кордабовский, В.Ю. Новый ранний сорт картофеля Колымский / В.Ю. Кордабовский // Вестник ДВО РАН. – 2019. – №3 – С. 27-30.
9. Кордабовский, В.Ю. Новый перспективный сорт картофеля Арктика для Дальнего Востока и Сибири России / В.Ю. Кордабовский // Вестник ДВО РАН. – 2018. – № 3. – С. 114-117.
10. Кордабовский, В.Ю. Сорт картофеля нового поколения Зоя / В.Ю. Кордабовский // Вестник ДВО РАН. – 2020. – № 4. – С. 121-124.
11. Подпрограмма «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017 – 2025 годы»
12. Лачуга, Ю.Ф. Концепция стратегического развития семеноводства в Российской Федерации / Ю.Ф. Лачуга, Ю.В. Плугатарь, Н.М. Макрушин, А.М. Малько. – Москва, 2018.
13. Шкарупа, Е.А. Развитие государственной поддержки сельского хозяйства в России / Е.А. Шкарупа // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология – 2010. – №2. – С. 84-88.

#### References

1. Ukaz Prezidenta RF ot 21.01.2020 № 20 «Ob utverzhdenii Doktriny` prodovol'svennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii». – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/>
2. Fandeeva, Ya.D. Osobennosti vozdel'vaniya kartofelya v Magadanskoj oblasti i perspektivy` ego razvitiya / Ya.D. Fandeeva // Molodoy uchenyj. — 2013. — № 3 (50). — S. 536-538. — URL: <https://moluch.ru/archive/50/6329/>
3. Sel'skoe xozyajstvo Magadanskoj oblasti: Stat. sb./Xabarovskstat. – Magadan, 2019. – 54 s.
4. Ushachev, I. Sovershenstvovanie organizacionno-ekonomicheskogo mexanizma ry'nka nauchno-texnicheskoj produkcii v rastenievodstve / I. Ushachev, E. Kolyazina, S. Arzhancev // APK: ekonomika, upravlenie. – 2018. – №8. – S. 68-79.
5. Zhuravleva, E. V. Aspekty` organizacii selekcii i semenovodstva kartofelya v Rossii – problemy` i vozmozhny`e puti ix resheniya / E.V. Zhuravleva, A.A. Kabunin, I.V. Kabunina // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2018. – T. 32. – № 10. – S. 5–10.
6. Kordabovskij, V.Yu. Novy`e skorospely`e sortoobrazcy kartofelya / V.Yu. Kordabovskij // Mezhdunarodny`j nauchno – issledovatel'skij zhurnal. – 2016. – Chast' 5. – № 6 (48). – S. 175 – 176.
7. Kordabovskij, V.Yu. K voprosu semenovodstva kartofelya v Magadanskoj oblasti / V.Yu. Kordabovskij // Mezhdunarodny`j nauchno – issledovatel'skij zhurnal. – 2015. – Chast' 2. – № 4 (35). – S. 114.
8. Kordabovskij, V.Yu. Novy`j rannij sort kartofelya Koly`mskij / V.Yu. Kordabovskij // Vestnik DVO RAN. – 2019. – №3 – S. 27-30.
9. Kordabovskij, V.Yu. Novy`j perspektivny`j sort kartofelya Arktika dlya Dal'nego Vostoka i Sibiri Rossii / V.Yu. Kordabovskij // Vestnik DVO RAN. – 2018. – № 3. – S. 114-117.
10. Kordabovskij, V.Yu. Sort kartofelya novogo pokoleniya Zoya / V.Yu. Kordabovskij // Vestnik DVO RAN. – 2020. – № 4. – S. 121-124.
11. Podprogramma «Razvitie selekcii i semenovodstva kartofelya v Rossijskoj Federacii» Federal'noj nauchno-texnicheskoj programmy` razvitiya sel'skogo xozyajstva na 2017 – 2025 gody`»
12. Lachuga, Yu.F. Konceptiya strategicheskogo razvitiya semenovodstva v Rossijskoj Federacii / Yu.F. Lachuga, Yu.V. Plugatar', N.M. Makrushin, A.M. Mal'ko. – Moskva, 2018.
13. Shkarupa, E.A. Razvitie gosudarstvennoj podderzhki sel'skogo xozyajstva v Rossii / E.A. Shkarupa // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3: Ekonomika. Ekologiya – 2010. – №2. – S. 84-88.

#### E. V. Ginter

Magadan Agricultural Research Institute, [agrarian@maglan.ru](mailto:agrarian@maglan.ru)

### CURRENT STATE AND PROSPECTS OF POTATO GROWING IN MAGADAN REGION

*The relevance of the study lies in the need to study the state of potato growing and the reserves of its development for the formation of a food base and ensuring food independence of the region, which is of great importance in the context of the import substitution policy. The study was carried out on the basis of agricultural statistics of the Magadan region in 2018. The purpose of the work is to study the state, prospects and directions of development of potato growing in the region. Potatoes are the most important agricultural crop grown in the Magadan region. Potato growing is one of the branches of agriculture that can fully satisfy the population's need for quality products without investing large financial costs. In 2018, the sown area for potatoes accounted for 82.7% of the total sown area for food crops. The population's demand for potatoes was met by 91.3%. At the same time, due to its own production, 65.3% of the demand for products is provided, due to the delivery and import – 26%. This fact testifies to the need to increase the volume of potato production in the region, to search for new reserves to increase the productivity of the industry. Support for potato growing is one of the priority areas of budgetary support under the State Program «Agricultural Development in the Magadan Region», but despite this, the industry development indicators are lagging behind the target program indicators. A promising direction in the development of potato growing is the use of zoned varieties, which have proven themselves well not only in the region, but also in the Far East. The problems of development of potato growing are of a systemic nature due to the lack of a single organizational and economic mechanism and incentive levers. The work identifies promising directions for the development of the industry, which include the use of varieties with high productive potential, the establishment of an organizational and economic mechanism for the development of seed production, the organization of a specialized seed production facility in the region, and the provision of active interaction between science and industry.*

**Key words:** Magadan region, potato growing, state, development, directions.

## Эффективность государственной поддержки животноводства в условиях Магаданской области

УДК 338.43

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-47-1-48-52

С. Б. Кустова, Л. С. Игнатович

Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
сxcb@maglan.ru

*Особенности производственного процесса в сельском хозяйстве определяют необходимость в государственной финансовой поддержке отрасли. Вопрос оценки эффективности расходования средств из бюджетов всех уровней на поддержку сельхозпроизводителей ставится на протяжении всего времени реализации национального проекта и Государственных программ развития сельского хозяйства. Это и определяет актуальность исследования. Применение различных методик определения эффективности выделения бюджетных субсидий не позволяет в полной мере определить результативность государственной поддержки производителей сельхозпродукции. Использование Методики оценки эффективности Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг., утвержденной Минсельхозом РФ, свидетельствует о высокой эффективности реализации Государственной программы Магаданской области по развитию сельского хозяйства в 2018 году. В то же время применение методики, предложенной учеными ВНИИЭТУСХ показало, что в целом по сельскому хозяйству региона отдача от вложения бюджетных средств составила 0,8 руб./руб., а в животноводстве прирост товарной продукции на каждый бюджетный рубль составил 0,7 рубля, что говорит о недостаточной эффективности государственного финансирования. Анализ эффективности бюджетной поддержки с учетом различных природно-экономических условий хозяйствования товаропроизводителей показал, что в группе хозяйств с лучшими условиями производства окупаемость затрат на 0,35 тыс. руб. на 1 га сельхозугодий выше, при том, что объем поддержки в ней на 24% меньше, чем в группе с худшими условиями. Корреляционный анализ выявил наличие тесной прямой взаимосвязи между объемом бюджетных субсидий на развитие мясомолочного скотоводства и произведенной товарной продукцией ( $r = 0,9-1,0$ ), низкую прямую зависимость между господдержкой и рентабельностью производства ( $r = 0,07-0,1$ ) и обратную связь между суммой субсидий и прибылью производителей. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости поиска новых эффективных методов распределения субсидий.*

**Ключевые слова:** Магаданская область, государственная поддержка, животноводство, эффективность, корреляционный анализ.

Необходимость государственной поддержки сельского хозяйства обусловлена его отраслевыми особенностями, такими как зависимость от природно-климатических условий, сезонный характер работ, тесная связь с живыми организмами, консервативность и неэластичность методов ведения сельскохозяйственной деятельности. По сравнению с другими отраслями экономической деятельности аграрное производство имеет низкую отдачу капиталовложений, а, следовательно, и неравные условия производства продукции и в этой связи его развитие нуждается, что вполне объективно, в государственной поддержке.

Следует подчеркнуть, что в Магаданской области на современном этапе развития в государственной поддержке остро нуждается как молочное, так и мясное скотоводство (КРС), так как показатели самообеспеченности региона по этим двум продуктам очень низкие: по мясу и мясoproдуктам — 5,3%; по молочным продуктам — 16,8%, в то время как Доктриной продовольственной безопасности России установлено пороговое значение не менее 85 и 90% соответственно [1, 2].

Под государственной поддержкой подразумевается совокупность мер, прежде всего, финансового характера, направленных на повышение эффективности функционирования аграрных предпринимательских

структур, недостаточно высокий уровень которой, определен объективными условиями развития сельскохозяйственной отрасли [3].

Вопрос определения эффективности предоставляемой господдержки сельскохозяйственной отрасли остается актуальным в течение многих лет. Свидетельством тому является то, что в ходе реализации приоритетного национального проекта и Государственных программ объемы дотаций сельскому хозяйству постоянно увеличивались, уделялось внимание совершенствованию механизма их предоставления, отбору наиболее перспективных направлений господдержки. В результате от неэффективных дотаций отказывались, а перечень объектов дотирования расширялся. Расчет эффективности необходим для оценки полученных результатов расходования средств из федерального и регионального бюджета при реализации Государственной программы. Оценка эффективности государственной поддержки позволяет проводить мониторинг рационального использования бюджетных средств, выделять наиболее важные направления господдержки, увязывать интересы государства и сельскохозяйственных товаропроизводителей [4].

В среде ученых-экономистов не сформировалось единого мнения, а соответственно в российской прак-



тике нет единой методики и системы показателей по расчету эффективности бюджетных субсидий. Для оценки эффективности Государственной программы развития сельского хозяйства на федеральном уровне используется методика «Основные методологические аспекты определения уровня государственной поддержки сельского хозяйства», разработанная специалистами «Организации экономического сотрудничества и развития». Данная методика использует элементы макроэкономического анализа и нужна для оценки вмешательства государства и уровня эффективности его поддержки на федеральном уровне.

Министерством сельского хозяйства РФ для осуществления мониторинга выделенных бюджетных средств утверждена Методика оценки эффективности Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг. [5]. В соответствии с указанной Методикой определяют степень достижения целей и решения задач государственной программы и степень соответствия запланированному уровню расходов и эффективности использования бюджетных средств. Степень достижения целей и задач каждой подпрограммы определяется путем сравнения фактически достигнутых результатов со значениями целевых показателей, утвержденных в Программе. Затем проводится оценка эффективности выполнения Программы в целом.

При оценке эффективности Государственной программы Магаданской области «Развитие сельского хозяйства Магаданской области на 2014–2024 гг.» мы рассматривали подпрограммы, в которых основные мероприятия направлены на поддержку животноводства и, в частности, на молочное и мясное скотоводство, и установили, что все показатели выполнены в запланированном объеме или более. При определении эффективности государственной поддержки животноводства Магаданской области в 2018 г. в соответствии с Методикой Минсельхоза РФ, реализация Программы признана высокоэффективной [6].

В то же время показатели, утвержденные действующим порядком распределения субсидий, отражают только эффект от господдержки, что позволяет оценить достигнутый результат, а не результативность и отдачу от использования субсидий. Эффективность — это, прежде всего, соотношение между достигнутым результатом и использованными ресурсами, поэтому под эффективностью государственной поддержки АПК мы понимаем соотношение между полученным эффектом (рост валовой стоимости сельскохозяйственной продукции, увеличение прибыли от её реализации) и вложенными средствами государственной поддержки. В соответствии с этим, по мнению многих ученых, занимающихся вопросами оценки эффективности государственной поддержки, для этих целей наиболее пригодна

**Табл. 1. Оценка эффективности совокупной поддержки производства продукции животноводства в Магаданской области в 2018 г.**

Показатель	Товарная продукция		
	Всего	Животноводство	
		Всего	Молочное и мясное скотоводство
Объем поддержки, тыс. руб.	313255	282670	178191
Затраты на производство продукции, тыс. руб.	1041882	942569	550560
Объем продукции, тыс. руб.	828062	670062	401752
Прирост продукции от господдержки, тыс. руб.	248967	200947	130029
Эффективность поддержки	0,8	0,7	0,7

методика, разработанная учеными ВНИЭТУСХ [7, 8]. Данная методика позволяет оценивать эффективность совокупной прямой поддержки сельскохозяйственных организаций из федерального и регионального бюджетов на основе соотношений объема совокупной поддержки и её финансового результата.

С использованием данной методики были проведены расчеты эффективности поддержки по товарной продукции сельхозпроизводителей продукции животноводства Магаданской области (табл. 1).

Результат показал, что в целом по сельскому хозяйству региона отдача от вложения бюджетных средств составила 0,8 руб./руб., что говорит о недостаточной эффективности государственного финансирования. Несмотря на почти стопроцентное выполнение целевых индикаторов в животноводстве, отдача от бюджетных вложений и эффективность производства остаются низкими как в целом в подотрасли, так и по направлению молочного и мясного скотоводства. Прирост товарной продукции на каждый бюджетный рубль составил 0,7 руб.

Проведя анализ финансового состояния хозяйств, занимающихся скотоводством, выявили, что между ними наблюдается существенная дифференциация показателей эффективности поддержки: от 0,15 до 1,08 руб./руб. Удельный вес товарной продукции, полученной за счет субсидий, увеличился от 11,7 до 60,3%. Обусловлено это тем, что субсидии сельхозпроизводителям с одинаковым видом деятельности выделяются, в большинстве своем, на выполнение одних и тех же мероприятий Программы, но при этом их объемы не связаны с ресурсным потенциалом хозяйств, выходом продукции и эффективностью использования полученных средств.

На уровне развития сельскохозяйственного производства отражается неоднородность природных и

**Табл. 2. Дифференцированный доход в группах хозяйств Магаданской области, занимающихся мясомолочным скотоводством**

Показатель	Группа хозяйств по кадастровой стоимости 1 га сельхозугодий, руб.	
	до 1800	более 1800
Товарная продукция, тыс. руб./га	22	36
Себестоимость товарной продукции, тыс. руб./га	45	43
Окупаемость затрат на производство товарной продукции, тыс. руб./га	0,49	0,84
Товарная продукция при средней окупаемости затрат по группам, тыс. руб./га	33	32
Дифференцированный доход, тыс. руб./га	-11	4
Объем поддержки, тыс. руб./га	17	13
Рентабельность, %	-50,6	-16,4

экономических условий хозяйствования на территории региона. Различия в условиях деятельности способствуют возникновению дифференцированного дохода, получаемого в результате использования обладающих большей отдачей ресурсов, в частности земельных (табл. 2). Издержки производства на менее плодородных почвах выше, чем на средних и лучших, поэтому очевидно, что сельхозпроизводители, ведущие хозяйство на лучших и средних землях, получают добавочную прибыль.

В группе хозяйств с лучшими условиями производства окупаемость затрат на 0,35 тыс. руб. на 1 га сельхозугодий выше, при том, что объем поддержки в ней на 24% меньше, чем во второй группе. Использование преимуществ природно-экономических условий позволило получить дополнительно 4 тыс. руб. на каждый гектар земли, что, в свою очередь, способствовало снижению средней убыточности по группе до -16,4%.

Для выполнения сельхозпроизводителями задач, поставленных Государственной программой, необходимо обеспечение их финансовой устойчивости, достижение положительных финансовых результатов деятельности. Одним из целевых индикаторов Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия является показатель рентабельности сельхозорганизаций (с учетом господ-

держки), который в 2018 г. в России составил 12,5% против планового 15%, а в Магаданской области 0,8% при плане 0,1% [6,9].

С помощью корреляционного анализа мы установили влияние и оценили зависимость между государственной поддержкой и финансовыми результатами производителей мясомолочной продукции в регионе в динамике за 2016–2018 гг. (табл. 3).

В результате выявили наличие тесной прямой взаимосвязи между получаемыми из бюджетов всех уровней субсидиями на развитие отрасли и произведенной товарной продукцией в течение всего анализируемого периода (коэффициенты корреляции от 0,9 до 1,0). В то же время была обнаружена очень низкая прямая взаимосвязь между государственным финансированием и уровнем рентабельности производства в последние два года ( $r = 0,07-0,1$ ). Отрицательные значения коэффициентов корреляции свидетельствуют об обратной связи между объемом полученных субсидий и показателями расчетной прибыли хозяйствующих субъектов, которая сохранялась в течение всего анализируемого периода. Все это подтверждает неэффективность распределения или использования господдержки на уровне сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Таким образом, установлено, что применение различных методик оценки эффективности бюджетного финансирования сельского хозяйства не дает целостной картины о реальной отдаче, получаемой от государственной поддержки производителей сельхозпродукции. Использование Методики, утвержденной Минсельхозом РФ для оценки выполнения Государственной программы, отражает эффект от господдержки, а не результативность вложения бюджетных средств. Сопоставление объемов бюджетного финансирования и полученных от этого результатов в Магаданской области показало низкую эффективность от государственной поддержки, как в целом сельскохозяйственной отрасли, так и подотрасли животноводства. Для объективности оценки эффективности использования бюджетных средств, предоставляемых сельхозпроизводителям, необходимо учитывать факторы природно-экономического характера, которые определяют производственные показатели, сказываются на финансовых результатах, что, в конечном счете, должно влиять на объем получаемой поддержки. Те хозяйства, которые в более трудных природно-экономических условиях добиваются высоких производственных, экономических и финансовых показателей, вправе рассчитывать на более высокую

**Табл. 3. Зависимость между государственной поддержкой и товарной продукцией, финансовыми результатами производителей мясомолочной продукции Магаданской области в 2016–2018 гг.**

Коррелируемые показатели	Коэффициент корреляции		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Объем субсидий – товарная продукция	0,966	0,968	0,996
Объем субсидий – прибыль (без учета субсидий)	-0,963	-0,964	-0,898
Объем субсидий – рентабельность (с учетом субсидий)	-0,209	0,073	0,106

государственную поддержку. Низкая теснота связи между объемами субсидий и финансовыми результатами свидетельствует о необходимости поиска новых

эффективных методов распределения субсидий или же корректировки имеющихся с учетом современных условий хозяйствования.

#### Литература

1. Сельское хозяйство Магаданской области: Стат. сб./ Хабаровскстат. – г. Магадан, 2020. – 52 с.
2. Указ Президента РФ от 21.01.2020 № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://base.garant.ru/73438425/>.
3. Градинарова, Д.Е. Совершенствование государственной поддержки сельского хозяйства региона в современных условиях. – Ставрополь: «АГРУС», 2012. – 120 с.
4. Гаврилова, З.В. Оценка эффективности государственной поддержки в сельскохозяйственных организациях Воронежской области / З.В. Гаврилова, С.А. Рыжкова // Вестник ВГУИТ. – 2018. – Т.80. – № 2. – С. 335-342.
5. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 7 июля 2017 г. N 333 «Об утверждении методики оценки эффективности Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. N 717» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71621578/>.
6. Годовой отчет о ходе реализации и об оценке эффективности государственной программы Магаданской области «Развитие сельского хозяйства Магаданской области на 2014-2024 годы» в 2018 году [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://minselhoz.49gov.ru>.
7. Барышников, Н.Г. Методология анализа использования бюджетных средств в сельском хозяйстве / Н.Г. Барышников, Д.Ю.Самыгин, Ю.С. Зарькова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 8(70). – С.101-107.
8. Новоселова, С.А. Эффективность использования средств государственной поддержки в сельскохозяйственных организациях [Электронный ресурс] // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – № S5. – С. 41–45. – Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2015/75090.htm>.
9. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2018 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mcx.gov.ru>.

#### References

1. Sel'skoe hozyajstvo Magadanskoj oblasti: Stat. sb. / Habarovskstat. – g. Magadan, 2020. – 52 s.
2. Ukaz Prezidenta RF ot 21.01.2020 № 20 «Ob utverzhenii Doktriny prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii» [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <http://base.garant.ru/73438425/>.
3. Gradinarova D.E. Sovershenstvovanie gosudarstvennoj podderzhki sel'skogo hozyajstva regiona v sovremennyh usloviyah. – Stavropol': «AGRUS», 2012 – 120 s.
4. Gavrilova Z.V., Ryzhkova S.A. Ocenka effektivnosti gosudarstvennoj podderzhki v sel'skohozyajstvennyh organizacijah Voronezhskoj oblasti / Z.V. Gavrilova, S.A. Ryzhkova // Vestnik VGUIT. – 2018. – T.80. – № 2. – S. 335-342.
5. Prikaz Ministerstva sel'skogo hozyajstva RF ot 7 iyulya 2017 g. N 333 «Ob utverzhenii metodiki ocenki effektivnosti Gosudarstvennoj programmy razvitiya sel'skogo hozyajstva i regulirovaniya rynkov sel'skohozyajstvennoj produkcii, syr'ya i prodovol'stviya na 2013 - 2020 gody, utverzhdennoj postanovleniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 14 iyulya 2012 g. N 717» [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71621578/>.
6. Godovoj otchet o hode realizacii i ob ocenke effektivnosti gosudarstvennoj programmy Magadanskoj oblasti «Razvitie sel'skogo hozyajstva Magadanskoj oblasti na 2014-2024 gody» v 2018 godu [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <https://minselhoz.49gov.ru>.
7. Baryshnikov N.G. Metodologiya analiza ispol'zovaniya byudzhetnyh sredstv v sel'skom hozyajstve / N.G. Baryshnikov, D.YU. Samygin, YU.S. Zar'kova // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – № 8(70). – S.101-107.
8. Novoselova S.A., Efremov R.A. Effektivnost' ispol'zovaniya sredstv gosudarstvennoj podderzhki v sel'skohozyajstvennyh organizacijah [Elektronnyj resurs] // Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal «Koncept». – 2015. – № S5. – S. 41–45. – Rezhim dostupa: <http://e-koncept.ru/2015/75090.htm>.
9. Nacional'nyj doklad «O hode i rezul'tatah realizacii v 2018 godu Gosudarstvennoj programmy razvitiya sel'skogo hozyajstva i regulirovaniya rynkov sel'skohozyajstvennoj produkcii, syr'ya i prodovol'stviya» [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <https://mcx.gov.ru>.

S. B. Kustova, L. S. Ignatovich

Magadan Agricultural Research Institute  
cxcb@maglan.ru

## THE EFFECTIVENESS OF STATE SUPPORT FOR ANIMAL HUSBANDRY IN THE MAGADAN REGION

*Features of the production process in agriculture determine the need for state financial support for the industry. The issue of assessing the efficiency of spending funds from budgets of all levels to support agricultural producers is posed throughout the entire period of implementation of the national project and State programs for the development of agriculture. This determines the study relevance. The use of various methods to define the effectiveness of the allocation of budget subsidies does not fully determine the efficiency of state support for agricultural producers. The use of the Methodology for assessing the effectiveness of State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets for 2013 – 2020, approved by the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, indicates the high efficiency of the implementation of the Agriculture Development State Program of the Magadan Region in 2018. At the same time, the application of the methodology proposed by scientists from the All-Russian Research Institute of Economics, Labor and Management in Agriculture showed that, in general, in the region's agriculture, the return on budgetary funds was 0.8 rubles / rubles, and in animal husbandry, the increase in marketable products for each budget ruble amounted to 0.7 rubles, which indicates the lack of government funding efficiency. Analysis of budgetary support effectiveness, taking into account the various natural and economic conditions of commodity producers management showed that in the group of farms with the best production conditions, the cost recovery of 0.35 thousand rubles per 1 hectare of farmland is higher. While the amount of support in it is 24% less than in the group with the worst conditions. Correlation analysis revealed the presence of a close direct relationship between the amount of budget subsidies for the development of meat and dairy cattle breeding and the manufactured commercial products ( $r = 0.9 - 1.0$ ), a low direct relationship between state support and profitability of production ( $r = 0.07 - 0.1$ ) and the inverse relationship between the amount of subsidies and the profit of producers. The results obtained indicate the need to search for new effective methods for distributing subsidies.*

**Key words:** Magadan region, state support, animal husbandry, efficiency, correlation analysis.

---

## Правила оформления статей

Статьи принимаются на русском и английском языках.

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

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

Дублирование данных в тексте, таблицах и рисунках недопустимо.

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

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

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

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

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

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

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

## Linear Heart Index at Japanese Quails

УДК 591.4

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-47-1-53-55

**D. A. Gusev**

Peoples' Friendship University of Russia  
egerus2@mail.ru

*Quail egg farming is the most promising sector of the poultry industry in the Russian Federation. Today, many countries of the world are engaged the study of the cardiovascular system of Japanese quails is a relevant research topic. The study was carried out in the experimental research laboratory and vivarium of the Veterinary Medicine Department of Agricultural and Technological Institute of Peoples' Friendship University of Russia in the period from 2017 to 2021. The aim of the article is to study the Japanese quails' postembryonic heart ontogenesis in connection to the formation of their egg productivity. The article studies the changes in the weight and linear parameters of the Japanese quail's heart in age aspect, reveals quail's heart structural features, which contribute to egg productivity. The general structural principles and specific Japanese quails' heart features have been established. With the help of macro- and micro-preparation, morphometric, histological, stereometric and statistical research methods, for the first time, a detailed comparative assessment of the postembryonic organogenesis of Japanese quails' heart in postembryonic ontogenesis was studied, the general structural principles were determined, and on the data basis obtained, the critical periods of its development in Japanese quails have been formulated. The established age-related heart characteristics represent a «morphological norm». The need for the scientific use of an integrated methodological approach, including macro- and micro-preparation, morphometry, classical histological examination with subsequent stereometry and digital data statistical analysis, is that the results obtained can serve as a basis for the development of measures to improve Japanese quails' productive qualities, as well as for their rational maintenance and feeding organization.*

**Key words:** japanese quail, cardiovascular system, linear index, postembryonic ontogenesis, morphometry, egg productivity, age characteristics, macro- and micro-preparation, weight parameters, heart mass.

### Introduction

Poultry farming is a highly productive branch of agriculture, developing at a rapid pace. The intensive use of the poultry organism is the basis of the industry's technology. A technological method for growing poultry can be doomed to failure if it contradicts the bird's structural and functional criteria, violates its homeostasis [2, 5].

Interest in quails is due to the high taste of their eggs and meat, which is distinguished by a delicate texture, succulency and aroma. This type of poultry is characterized by high egg productivity and early maturity, which stimulates the need for deep and comprehensive development of species, breed, sex and age morphology, physiology and biochemistry of birds [1, 3].

Quails have high egg productivity, but their morphological characteristics have been partially studied. Therefore, studies aimed at elucidating the morphological relationships of various systems of the quail's body, namely the cardiovascular and reproductive systems, are of scientific and practical interest. In solving this problem, it is important to pay attention to age morphology, which reveals ontogenetic processes of development, due to which it is possible to find the most important periods of body systems genesis, ensuring an increase in quails' egg productivity.

Talking about birds heart is the central organ of blood circulation. It circulates blood through a closed system of blood vessels. The correct development of the heart directly affects the growth and productivity of any living organism, in particular, the Japanese quail [2, 5]. Studying

growth and development characteristics of this organ is the key to understanding the mechanisms of postembryonic ontogenesis influence.

### Materials and research methods

The study was carried out in the experimental research laboratory and vivarium of the Veterinary Medicine Department of Agricultural and Technological Institute of Peoples' Friendship University of Russia in the period from 2017 to 2021.

The study subject was Japanese quails at certain stages of postembryonic ontogenesis: neonatal (diurnal), juvenile (30 days), puberty (60 days), morphofunctional maturity (90, 120 and 240 days) and gerontological (360 days) (*table*).

The conditions for keeping and feeding Japanese quails corresponded to zootechnical standards for this type of poultry in industrial breeding conditions. Each of these stages is characterized by certain features and has a different duration in quails; therefore, in order to increase research objectivity, the material was taken in the middle of a certain stage of postembryonic ontogenesis in the amount of 3-5 specimens from each age group. The conditions for keeping and feeding Japanese quails corresponded to zootechnical standards for this type of poultry in industrial breeding conditions. The research material was hearts obtained from clinically healthy Japanese quails (*fig. 1*).

### Research results and discussion

When conducting morphometric studies of Japanese quails' hearts from 1 to 360 days, it was found that heart

General characteristics of materials and research methods						
Materials		Research methods				
Age Days	Quantity Stock	macro-preparation	micro-preparation	morphometry	histological examination	stereometry
1	5	5	5	5	3	3
30	5	5	5	5	3	3
60	5	5	5	5	3	3
90	5	5	5	5	3	3
120	5	5	5	5	3	3
240	5	5	5	5	3	3
360	5	5	5	5	3	3
Total: 35		Total: 147				

circumference during the first day was  $3.6 \pm 1$  mm; by the 30th day, it increased 1.4 times and amounted to  $5 \pm 0.9$  mm; by 60 days, the circumference increased 1.3 times and amounted to  $6.8 \pm 0.8$  mm; by day 90, it increased 1.4 times and amounted up to  $9.1 \pm 1.2$  mm; by day 120, the heart circumference increased insignificantly and amounted to  $10.4 \pm 1.6$  mm. Subsequently, the heart circumference of quails changed insignificantly and reached maximum values at 360 days of age and amounted to  $11.6 \pm 2.4$  mm.

As for the height of the heart of Japanese quails from 1 to 360 days, it was found that it was  $1.8 \pm 0.8$  mm at the first day; by the 30th day, the height of the heart increased slightly and amounted to  $3.1 \pm 1.1$  mm; by the 60th day, it increased 1.7 times and was already  $5.2 \pm 1.1$  mm; by day 90, the height of the heart increased by 1.1 and amounted to  $5.8 \pm 1.8$  mm. Subsequently, the heart circumference of quails changed insignificantly and reached maximum values at 360 days of age and amounted to  $7.4 \pm 1.4$  mm (fig. 2).

Thus, the linear indices of the quail heart increase most intensively in the first month of the organism's life and reach stable indices only by the age of 240 days, that is, by the period of egg-laying (fig. 3). At the same time, the heart circumference grows most intensively than its height; during the studied period, the heart circumference in Japanese quails increased 3.2 times, and the heart height only 2.6 times.

Thus, the linear indices of the quail heart increase most intensively during the first month and reach stable indices only by the age of 240 days, meaning by the period of egg laying (fig. 3). At the same time, the heart circumference grows most intensively than its height; during the studied period, the heart circumference in Japanese quails increased 3.2 times, and the heart height only 2.6 times.

To characterize the age-related genesis of the Japanese quails' heart external appearance, we calculated the linear heart index (Li, %), taking into account the circumference (C, mm) and the height (H, mm) of the heart.

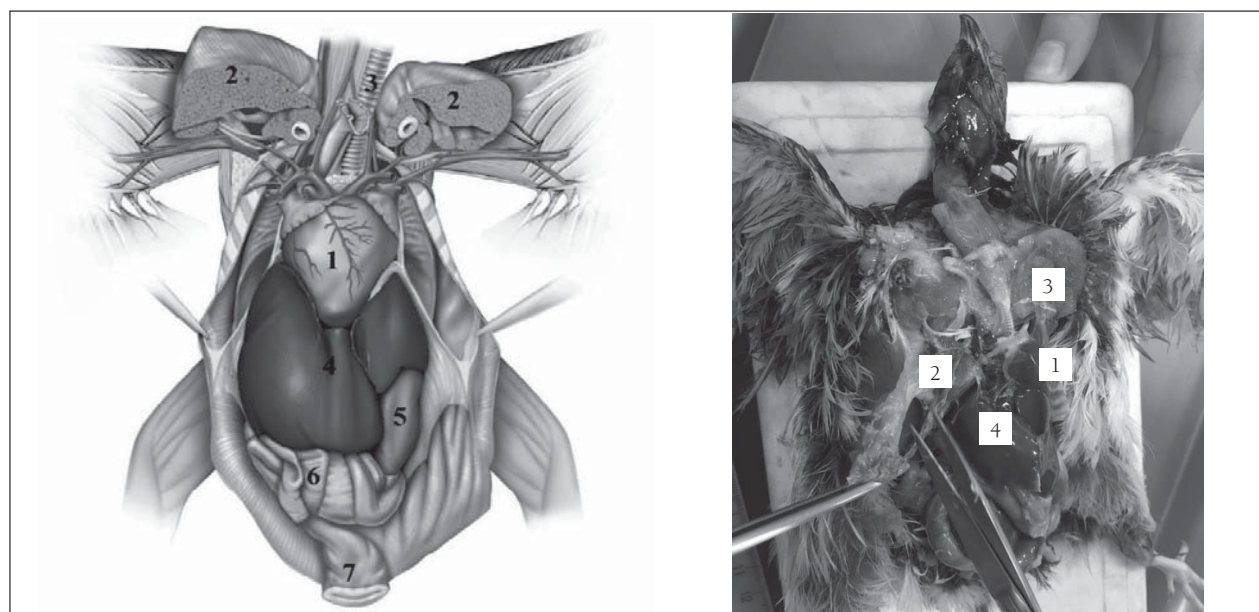


Fig. 1. Diagram of the heart location in a quail aged 30 days: 1 — heart; 2 — lungs; 3 — trachea; 4 — liver; 5 — stomach; 6 — intestines; 7 — cloaca

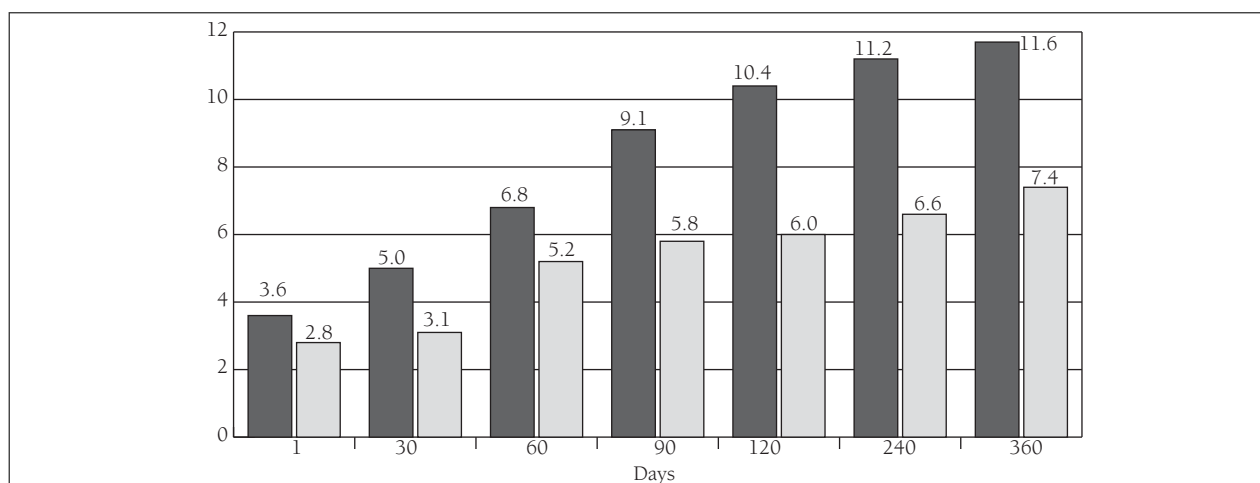


Fig. 2. Changing the linear dimensions at quails' hearts: ■ — heart circumference, mm; ■ — height of heart, mm

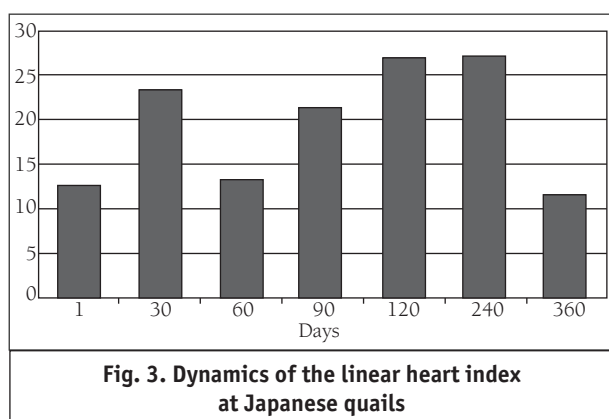


Fig. 3. Dynamics of the linear heart index at Japanese quails

$$Li = (C - H)/(C + H)100.$$

As our studies have shown, the linear heart rate index of Japanese quails directly after birth was 12.5%. It increased most intensively during the first month and reached 23.4% by the age of 30 days, meaning it increased almost 2 times (fig. 3). By the end of the juvenile period, by the age of 60 days, the growth rate slowed down significantly and the linear heart index of Japanese quails was only 13.3%, meaning it decreased by 1.7 times. Further, this heart rate index increased again and by the beginning of egg-laying of quails it was 22.1% in 90-day-old quails. Subsequently, the linear heart index of Japanese quails increased insignificantly and by the age of 240 days

it was 26.9%. According to our research, this indicator by the age of 360 days decreased 1.6 times and amounted to 16.8% (fig. 3).

Thus, the most critical periods in the growth of the Japanese quail's heart are the time intervals from 30 to 60 days and from 240 to 360 days, which are characterized by significant decreases in heart's linear parameters.

### Conclusions

The most intensive period in the process of Japanese quails' heart growth is the first month of life, which is characterized by the most significant increase in linear indicators (the absolute heart weight reaches  $0.53 \pm 0.01$  g by the age of 30 days, meaning it increases almost 25 times, and the relative 1.6 times ( $0.6 \pm 0.03\%$ )). The most critical period in the development of quail's heart is the second month of life, which is characterized by a significant slowdown in linear parameters (the Japanese quail's heart linear index by the age of 60 decreased by 1.7 times and was equal to only 13.3%).

According to the biometric analysis data, a new linear heart index (Li %) was developed, taking into account the circumference (C, mm) and the height (H, mm) of the heart. This linear heart index reflects heart genesis and makes it possible to reveal the correlation between its external appearance and the structural elements that determine its internal architectonics.

### References

1. Bessarabov B. F. Poultry farming and technology of production of eggs and poultry meat. – St. Petersburg: Lan, 2005. – p. 352.
2. Vetoshkina G. A., Gusev D. A., Seleznev S. B. Allometric equation for constructing an original model of the heart in Japanese quails // Scientific-theoretical journal of Morphology, volume 157, No. 2-3, St. Petersburg, Eskulap, 2020 – p. 49.
3. Gusev D. A., Seleznev S. B., E. A. Krotov Morphometric characteristics of the heart Japanese quail // Scientific-theoretical journal of Morphology, vol 155, no. 2, Saint Petersburg, Eskulap, 2019 – p. 92.
4. Zaytseva E. V., Loud N.N. The periodicity in the postnatal development of the organism and the structure of the heart hens cross Hajseks brown – Bryansk: Ladomir: 2009, 116 p.
5. Seleznev S. B., Gusev D. A., G. A. Vetoshkina Features of the topography of the heart in Japanese quail // Scientific-theoretical journal of Morphology, vol 155, no. 2, Saint Petersburg, Eskulap, 2019 – p. 253.
6. Fisinin V. I. New scientific and practical approaches in the development of world and domestic poultry // Modern veterinary protection in industrial poultry farming. – St. Petersburg: MGK, 2004. – p. 6-11.

## Использование аллометрии для вычисления абсолютной массы сердца у перепелок

УДК 591.4

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-47-1-56-59

С. Б. Селезнев<sup>1</sup>, Д. А. Гусев<sup>1</sup>, Г. А. Ветошкина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов,

<sup>2</sup>МГАВМиБ – МВА имени К.И.Скрябина

seleznev1961@mail.ru

*При использовании аллометрических зависимостей можно теоретически рассчитывать морфологические константы представителей животных одного класса, выявлять межвидовые различия показателей и определять, какие именно биологические параметры не подчиняются аллометрическим соотношениям. Следовательно, аллометрические уравнения позволяют, с одной стороны, обнаружить и описать некую общую модель строения и функционирования организма животного, а с другой — создают основу для оценки количественных отклонений отдельных видов животных от этой модели. Исследование выполнялось в экспериментальной научно-исследовательской лаборатории и виварии Департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов в период с 2017 по 2021 гг. Целью исследования является разработка линейного индекса сердца, отражающего процессы формирования сердца и позволяющего выявить взаимосвязь между его внешним обликом и структурными элементами, определяющими его внутреннюю архитектуру. В статье представлены результаты научных исследований весовых показателей сердца (абсолютная и относительная масса) у японских перепелок в раннем постэмбриональном онтогенезе, на основании которых предложено новое оригинальное аллометрическое уравнение, которое учитывает возрастной фактор. Аллометрические уравнения дают возможность нестандартно оценить и рассчитать морфологические константы для конкретного вида и органа. Познание морфологических особенностей сердечно-сосудистой системы перепелок дает возможность целенаправленного влияния на их развитие, используя разведение и селекцию в нужном направлении.*

**Ключевые слова:** перепелки, сердце, абсолютная масса сердца, относительная масса сердца, аллометрическое уравнение.

### Введение

Птицеводство является высокопроизводительной отраслью сельского хозяйства, которая развивается стремительными темпами. Интенсивное использование организма птицы — основа технологии отрасли. Технологический прием по выращиванию птицы может быть обречен на неудачу, если он противоречит структурно-функциональным нормам птицы и нарушает ее гомеостаз [1, 5]. Перепела обладают высокой яичной продуктивностью, но их морфологические особенности изучены недостаточно. Поэтому исследования, направленные на выяснение морфологических связей различных систем организма перепелов, а именно сердечно-сосудистой и репродуктивной систем представляют научно-практический интерес. В решении данной проблемы важно обратить внимание на возрастную морфологию, которая раскрывает онтогенетические процессы развития, благодаря ей, можно обнаружить наиболее важные периоды становления систем организма, что обеспечивает повышение яичной продуктивности перепелов [4, 8].

Сердце у птиц является центральным органом кровообращения [7]. Оно осуществляет циркуляцию крови по замкнутой системе кровеносных сосудов. Правильное развитие сердца напрямую влияет на рост и продуктивность любого живого организма, в частности, японского перепела. Изучение особенностей роста и

развития данного органа является ключом к пониманию механизмов влияния на организм в постэмбриональном онтогенезе.

### Материал и методы исследования

Исследование выполнялось в экспериментальной научно-исследовательской лаборатории и виварии Департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов в период с 2017 по 2021 гг.

Объектом исследований являлись японские перепела в определенные этапы постэмбрионального онтогенеза: неонатальный (суточные), ювенальный (30-дневные), полового созревания (60-дневные), морфофункциональной зрелости (90-, 120- и 240-дневные) и геронтологический (360-дневные). Каждый из данных этапов характеризуется определенными особенностями и имеет различную продолжительность у перепелов, поэтому с целью повышения объективности результатов исследования материал брали в середине определенного этапа постэмбрионального онтогенеза в количестве 3–5 экземпляров каждой возрастной группы. Условия содержания и кормления японских перепелов соответствовали зоотехническим нормам, предъявляемым к данному виду птицы в условиях промышленного разведения.

Материалом исследований служило сердце, полученные от клинически здоровых японских перепелов,



которое изучалось при помощи макро- и микро-препарирования, морфометрии и биометрическим анализом изучаемых структур. Отпрепарированное сердце перепелок взвешивали на электронных весах для определения абсолютной массы в граммах. Далее вычисляли относительную массу для органа в процентах от общей массы птицы. Кроме понятия «относительной массы», абсолютную массу сердца и массу тела могут связывать аллометрические уравнения.

Аллометрическое уравнение (allometric equation) — это уравнение связи между скоростями роста двух органов или частей тела [2, 3]. Установлено, что при использовании аллометрических зависимостей можно теоретически рассчитывать морфологические константы представителей животных одного класса, выявлять межвидовые различия показателей и определять, какие именно биологические параметры не подчиняются аллометрическим соотношениям. Следовательно, аллометрические уравнения позволяют, с одной стороны, обнаружить и описать некую общую модель строения и функционирования организма животного, а с другой — создают основу для оценки количественных отклонений отдельных видов животных от этой модели.

При сравнении размеров двух частей организма или двух измерений размеров какого-то растущего органа, как правило, проявляется постоянство отношения скоростей их роста несмотря на то, что абсолютные величины скоростей могут существенно различаться. Постоянство относительного роста называется аллометрическим законом роста и описывается аллометрическим уравнением:

$$Y = a \cdot X^b,$$

где  $Y$  — величина одной переменной;  $X$  — величина другой переменной;  $a$  — величина  $Y$  при значении  $X$ , равном 1;  $b$  — отношение скоростей роста переменных  $Y$  и  $X$ .

Аллометрия предоставляет исследователю и еще одну уникальную возможность — выяснить, чем и насколько в разных показателях количественно отличается человек от животных в филогенетическом ряду [6, 7].

#### Результаты исследования и их обсуждение

Для решения поставленных задач нами исследовалась абсолютная масса сердца японских перепелок, которая в суточном возрасте составляла  $0,02 \pm 0,001$  г. Наиболее интенсивно она росла в первый месяц жизни перепелки и достигла к 30-суточному возрасту  $0,53 \pm 0,01$  г, то есть увеличилась почти 25 раз. К концу ювенального периода, то есть к 60-суточному возрасту, темпы роста значительно замедлились, и абсолютная масса сердца перепелки равнялась только  $0,85 \pm 0,06$  г (таблица), то есть увеличилась только в 1,5 раза.

**Морфометрическая характеристика сердца перепелок в изучаемые периоды постэмбрионального онтогенеза**

Возраст, сут.	Абсолютная масса, г	Относительная масса, %
1	$0,02 \pm 0,001$	$0,37 \pm 0,001$
30	$0,53 \pm 0,01$	$0,6 \pm 0,03$
60	$0,85 \pm 0,06$	$0,71 \pm 0,02$
90	$0,94 \pm 0,01$	$0,71 \pm 0,07$
120	$0,97 \pm 0,04$	$0,68 \pm 0,03$
240	$1,1 \pm 0,01$	$0,72 \pm 0,05$
360	$1,16 \pm 0,01$	$0,7 \pm 0,01$

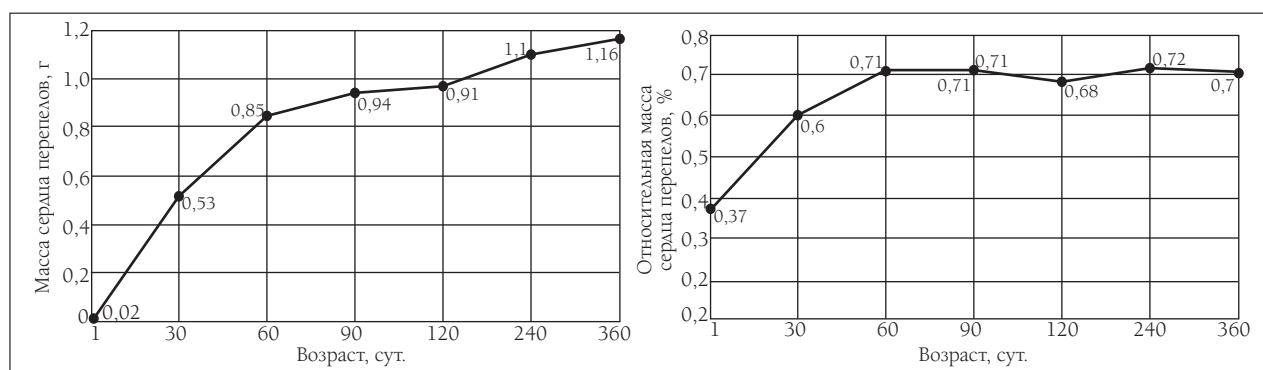
Далее показатели абсолютной массы сердца изменялись незначительно и к началу яйцекладки перепелки составили у 90-суточных перепелок только  $0,94 \pm 0,01$  г (см. рисунок). В дальнейшем абсолютная масса сердца японской перепелки увеличивалась незначительно и к 240-суточному возрасту составила  $1,1 \pm 0,01$  г. Согласно нашим исследованиям, абсолютная масса сердца у перепела достигает максимального значения к 360-суточному возрасту и составляет  $1,16 \pm 0,01$  г (см. таблицу).

Нами исследовалась относительная масса сердца перепелок, которая в суточном возрасте составляла  $0,37 \pm 0,001\%$ . Наиболее интенсивно она росла в первый месяц жизни перепелки и достигла к 30-суточному возрасту  $0,60 \pm 0,03\%$ , то есть увеличилась почти 1,6 раза (см. таблицу). К концу ювенального периода, то есть к 60-суточному возрасту, темпы роста значительно замедлились, и относительная масса сердца японской перепелки равнялась только  $0,71 \pm 0,02\%$  (см. рисунок), то есть увеличилась только в 1,2 раза.

Далее показатели относительной массы сердца изменялись незначительно и к началу яйцекладки перепелки составили у 90-суточных перепелок только  $0,71 \pm 0,07\%$  (см. рисунок). В дальнейшем абсолютная масса сердца перепелки незначительно уменьшилась, что, видимо, связано с яйцекладкой, и к 120-суточному возрасту составила  $0,68 \pm 0,03\%$ . Согласно нашим исследованиям, относительная масса сердца у перепелки достигает максимального значения к 240-суточному возрасту и составляет  $0,72 \pm 0,05\%$  (см. таблицу), что согласуется с динамикой абсолютной массы сердца.

Таким образом, весовые показатели сердца японских перепелок наиболее интенсивно увеличиваются в первый месяц жизни организма и достигают стабильных показателей только к 240-суточному возрасту.

Для решения поставленной задачи, используя данные массы тела ( $M_t$ , кг) и абсолютной массы сердца ( $M_c$ , г) японских перепелок от момента вылупления и до 12-месячного возраста нами при помощи компьютера и набора прикладных программ эмпирическим путем было рассчитано оригинальное аллометрическое уравнение, которое в отличие от предложенных ранее, учитывает возрастной фактор ( $B$ , мес).



Динамика абсолютной и относительной массы сердца перепелов

Аллометрическое уравнение, связывающие в единое целое скорость роста тела и скорость роста сердца у перепелок, имеет следующий вид:

$$M_c = (4,95 - 0,89^B)M_T^{0,76}.$$

В данном случае переменная  $Y$  соответствует абсолютной массе сердца ( $M_c$ ), которая вычисляется в граммах. Переменная  $X$  соответствует абсолютной массе тела ( $M_T$ ) и вычисляется в килограммах. Что же касается  $b$ , которая показывает отношение скоростей роста переменных  $Y$  и  $X$ , то в данном конкретном случае она указывает на различную скорость роста (у перепелок 0,76).

Величина  $a$  имеет более сложный вид, но учитывает возрастной фактор ( $B$ ), который исчисляется в месяцах для определенного вида животного. При вычислении величины  $a$  вводится понятие константы, которая характеризует данный вид животного (у перепелок — 4,95). Данный параметр, который непосредственно связан с размерами животного [9], как и величина  $b$ , имеет тенденцию к уменьшению.

### Выводы

Согласно данным статистического анализа, аллометрическое уравнение, связывающее скорость роста тела птицы со скоростью роста сердца, позволяет теоретически рассчитать морфологические константы представителей животного мира, выявить межвидовые различия показателей и определить, какие именно биологические параметры не подчиняются аллометрическим соотношениям.

Как показал статистический анализ, предложенные аллометрические уравнения имеют средний процент отклонения от реально существующих данных 10–15%, что является допустимым для разработок медико-биологического профиля. Следовательно, аллометрические уравнения позволяют, с одной стороны, обнаружить и описать оригинальную общую модель строения и функционирования организма птицы, а с другой — создают основу для оценки количественных отклонений отдельных видов птиц от этой модели.

### Литература

1. Бессарабов, Б.Ф. Птицеводство и технология производства яиц и мяса птицы / Б.Ф. Бессарабов. – СПб: Лань, 2005. – С.352.
2. Ветошкина, Г.А. Аллометрическое уравнение для построения теоретической массы сердца у *Felis Catus* / Г.А. Ветошкина, А.А. Никишов, В.Н. Кузьмина // VII междунар. конф. по ветеринарной медицине мелких домашних животных. – М.: РОАП, 1999. – С. 76-77.
3. Ветошкина, Г.А. Применение аллометрического уравнения для построения теоретической массы сердца у домашнего кролика *G. A. Ветошкина, А.А. Никишов, В.Н. Кузьмина* // VIII междунар. конгресс по проблемам ветеринарной медицины мелких домашних животных. – Москва: РОАП, 2000. – С. 38-39.
4. Ветошкина, Г.А. Применение аллометрического уравнения для вычисления теоретической массы сердца у *Canis Familiaris* / Г.А. Ветошкина, А.А. Никишов // IX Московский междунар. ветеринарный конгресс. – Москва: РОАП, 2001. – С. 63.
5. Ветошкина, Г.А. Применение уравнения для вычисления теоретической массы сердца домашних кур / Г.А. Ветошкина, А.А. Никишов // «Вестник РУДН». – 2005. – №12. – С. 71-73.
6. Селезнев, С.Б. Особенности топографии сердца у японских перепелов / С.Б. Селезнев, Д.А. Гусев, Г.А. Ветошкина // Научно-теоретический журнал «Морфология», том 155, № 2, Санкт-Петербург, «Эскулап», 2019 – С. 253.
7. Слесаренко, Н.А. Анатомия и гистология птицы / Н.А. Слесаренко, Г.А. Ветошкина, С.Б. Селезнев. – Москва: ООО «Арт-Сервис ЛТД», 2015. – 138 с.
8. Фисинин, В.И. Новые научные и практические подходы в развитии мирового и отечественного птицеводства / В.И. Фисинин // Современная ветеринарная защита в промышленном птицеводстве. – СПб.: МГК, 2004. – С.6-11.
9. Шмитд-Ниельсен К. Размеры животных: почему они так важны? / К. Шмитд-Ниельсен. – М.: Мир, 1987. – 259 с.

## References

1. Bessarabov, B.F. Pticevodstvo i texnologiya proizvodstva yaicz i myasa pticy / B.F. Bessarabov. – Spb: Lan`, 2005. – S.352.
2. Vetoshkina, G.A. Allometricheskoe uravnenie dlya postroeniya teoreticheskoy massy` serdca u Felis Catus / G.A. Vetoshkina, A.A. Nikishov, V.N. Kuz`mina // VII mezhdunar. konf. po veterinarnoj medicine melkix domashnix zhivotny`x. – M.: ROAP, 1999. – S. 76-77.
3. Vetoshkina, G.A. Primenenie allometricheskogo uravneniya dlya postroeniya teoreticheskoy massy` serdca u domashnego krolika G.A. Vetoshkina, A.A. Nikishov, V.N. Kuz`mina // VIII mezhdunar. kongress po problemam veterinarnoj mediciny` melkix domashnix zhivotny`x. – Moskva: ROAP, 2000. – S. 38-39.
4. Vetoshkina, G.A. Primenenie allometricheskogo uravneniya dlya vy`chisleniya teoreticheskoy massy` serdca u Canis Familiaris / G.A. Vetoshkina, A.A. Nikishov // IX Moskovskij mezhdunar. Veterinarny`j kongress. – Moskva: ROAP, 2001. – S. 63.
5. Vetoshkina, G.A. Primenenie uravneniya dlya vy`chisleniya teoreticheskoy massy` serdca domashnix kur / G.A. Vetoshkina, A.A. Nikishov // «Vestnik RUDN». – 2005. – №12. – S. 71-73.
6. Seleznev, S.B. Osobennosti topografii serdca u yaponskix perepelov / S.B. Seleznev, D.A. Gusev, G.A. Vetoshkina // Nauchno-teoreticheskij zhurnal «Morfologiya», tom 155, № 2, Sankt-Peterburg, «E`skulap», 2019 – S. 253.
7. Slesarenko, N.A. Anatomiya i gistologiya pticy / N.A. Slesarenko, G.A. Vetoshkina, S.B. Seleznev. – Moskva: ООО «ArtServis LTD», 2015. – 138 s.
8. Fisinin, V.I. Novy`e nauchny`e i prakticheskie podxody` v razvitiu mirovogo i otechestvennogo pticevodstva / V.I. Fisinin // Sovremennaya veterinarnaya zashhita v promy`shlennom pticevodstve. – Spb.: MGK, 2004. – S.6-11.
9. Shmitd-Niel`sen K. Razmery` zhivotny`x: pochemu oni tak vazhny`? / K. Shmitd-Niel`sen. – M.: Mir, 1987. – 259 s.

**S. B. Seleznev<sup>1</sup>, D. A Gusev<sup>1</sup>, G. A. Vetoshkina<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Peoples' Friendship University of Russia,

<sup>2</sup>Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I.Skryabin  
seleznev1961@mail.ru

## USING ALLOMETRY TO CALCULATE THE ABSOLUTE HEART MASS OF QUAILS

*When using allometric dependencies, theoretically calculate the morphological constants of representatives of animals of the same class, identify interspecific differences and determine which biological parameters do not obey allometric relationships. Consequently, allometric equations allow, on the one hand, to describe a certain general model of the structure and functioning of this animal organism, and on the other, the basis for quantitative deviations of certain animal species from the model. The study was carried out in the experimental research laboratory and vivarium of the Department of Veterinary Medicine of the Agrarian and Technological Institute of the Peoples' Friendship University of Russia in the period from 2017 to 2021. The aim of the study is to develop a linear index of the heart, reflecting the processes of formation of the relationship between its external appearance and structural elements that determine its internal structure of the heart. The article presents the results of scientific studies of the weight indicators of the heart (absolute and relative weight) in Japanese quails in early postembryonic ontogenesis, on the basis of which a new original allometric equation is proposed, which takes into account the age factor. Allometric equations make it possible to estimate and calculate morphological constants for a specific species and organ in a non-standard way. Cognition of the morphological features of the cardiovascular system of quails gives a target purpose for their development, using breeding and selection in the right direction.*

**Key words:** quails, heart, absolute heart mass, relative heart mass, allometric equation.

## Морфофункциональные и иммунологические показатели при желудочно-кишечных болезнях утят

УДК 619:616.33.34

DOI: 10.32935/2221-7312-2021-47-1-60-64

Фан Ван Кхай<sup>1</sup>, Ю. А. Ватников<sup>1</sup>, Е. М. Ленченко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов,

<sup>2</sup>Московский государственный университет пищевых производств

vatnikov@yandex.ru

*При специализации производства и концентрации поголовья сельскохозяйственных животных на ограниченных площадях в условиях искусственного микроклимата, наиболее распространёнными являются болезни органов пищеварения, клинически проявляющиеся диареей, дегидратацией, токсемией, показатели летальности в промышленном птицеводстве от указанных заболеваний достигают 38,4–71,3%, в этой связи приоритетной задачей является изучение морфофункциональных и иммунологических показателей при желудочно-кишечных болезнях птиц, что и определило актуальность исследований. Работа выполнена в период с 2016 по 2020 гг. в департаменте «Ветеринарная медицина» Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов и кафедре «Ветеринарная медицина» Института ветеринарии, ветеринарно-санитарной экспертизы и агробезопасности Московского государственного университета пищевых производств, клинические исследования проводили в птицеводческих хозяйствах Вьетнама в период с 2016–2018 гг., лабораторные исследования в лаборатории отдела диагностики бактериальных болезней Национального института ветеринарных исследований «НИВИ», г. Ханой («National institute of veterinary research», «NIVR», Hanoi). Морфофункциональные показатели при желудочно-кишечных болезнях утят: наиболее часто выявлялись признаки эзофагита, катарально-геморрагического гастроэнтероколита, кутикулита, гиперплазии селезенки, закупорки кишечника, диареи, дегидратации, токсемии, поражения суставов. Выявляли признаки застойной гиперемии, макрофагальной реакции, гиперплазии и плазмочитарной трансформации лимфоцитов, повышения проницаемости сосудов микроциркуляторного русла, лимфоидно-клеточной инфильтрации рыхлой волокнистой соединительной ткани, периваскулярного отека тканей, диссеминированного тромбоза, пролиферации лимфоцитов. Биохимические показатели характеризовались снижением общего белка и глюкозы. Наблюдалось повышение мочевины и щелочной фосфатазы. Установлено нарушение водно-электролитного баланса. Динамика изменений иммунологических показателей птиц при желудочно-кишечных болезнях характеризовалась снижением лизоцимной активности ( $19,1 \pm 0,4 \dots 21,1 \pm 0,33\%$ ) и бактерицидной активности ( $56,8 \pm 0,8 \dots 63,3 \pm 0,3\%$ ) сыворотки крови. Наблюдалось снижение фагоцитарной активности лейкоцитов ( $55,4 \pm 1,65 \dots 57,1 \pm 1,33\%$ ); индекс фагоцитоза ( $2,72 \pm 0,24 \dots 2,86 \pm 0,24\%$ ).*

**Ключевые слова:** бактерии, дифференциальные признаки, птица, утята.

### Введение

При специализации производства и концентрации поголовья сельскохозяйственных животных на ограниченных площадях в условиях искусственного микроклимата, по многочисленным данным литературы, наиболее распространёнными являются болезни органов пищеварения, клинически проявляющиеся диареей, дегидратацией, токсемией [1, 2, 4, 6]. В общей структуре патологии животных раннего постнатального периода, указанные заболевания составляют от 28 до 65%, показатели летальности в промышленном птицеводстве достигают 38,4–71,3% [2, 3, 6]. При заболеваниях органов пищеварения, особенно после длительного применения химиотерапевтических средств развиваются дисбактериозы: изменение соотношения и состава микроорганизмов нарушается в сторону увеличения количества факультативно-анаэробной или остаточной микрофлоры [5]. Для разработки эффективных методов и способов диагностики и профилактики болезней органов пищеварения приоритетной задачей является изучение морфофункциональных и иммунологиче-

ских показателей при желудочно-кишечных болезнях птиц, что и определило актуальность исследований.

**Цель работы** — изучить морфофункциональные и иммунологические показатели при желудочно-кишечных болезнях утят.

### Материал и методы исследования

Объектом исследования являлись птица семейства Утиные породы «Хиет», «Ваи», 5–30-суточного постинкубационного онтогенеза ( $n=300$ ). Диагноз на наличие болезней устанавливали на основании клинических и патологоанатомических исследований с учетом эпизоотологических данных общепринятыми методами. Для определения гематологических и биохимических показателей птиц по принципу аналогов разделили на группы: контроль – клинически здоровые птицы ( $n=150$ ); опыт — клинические проявления болезни птицы ( $n=150$ ). Динамику изменений гематологических и биохимических показателей крови и сыворотки крови животных определяли на анализаторе крови «Mindray BS 400i» («Mindray», China).

Экспериментальные данные подвергали статистической обработке общепринятым методом, с использованием программы «Statistika» для Microsoft Excel 2007.

### Результаты исследования и их обсуждение

При развитии клинических признаков диареи, дегидратации и токсемии утят до 6-недельного возраста выявляли патологические процессы в роговой части клюва и воспалительный процесс ротовой полости и глотки, а также развитие гиперплазии желез и эзофагит. В верхней части шеи, непосредственно под гортанью иногда наблюдали опухоли зоба, постепенно увеличивающиеся в объеме до величины лесного ореха, на ощупь опухоли были твердые, наполненные фибринозными массами. Из ротовой полости выделялась слизь, при обследовании области зоба отчетливо прощупывалась флюктуирующая жидкость. Как правило, патологические процессы развивались на всем протяжении желудочно-кишечного тракта, нередко в виде катарально-геморрагического воспаления и множественных кровоизлияний. Слизистая оболочка железистого желудка была отечной, содержимое в органах пищеварительного тракта, как правило, с частицами непереваримого корма. Множественные кровоизлияния различной формы и величины, располагающиеся по складкам кутикулы, а также трещины и эрозии выявляли и в мышечном желудке. При развитии признаков кутикулита содержимое желудка было окрашено в темный цвет, кутикула мускульного желудка была окрашена в темно-коричневый цвет.

Отмечали развитие признаков закупорки кишечника. Птица была угнетена, часто бьет хвостом, помет плотный, имеет светло-желтую и серую окраску, иногда увлажненный, увеличен в объеме или отделение помета полностью отсутствовало. Вокруг клоаки грязное оперение за счет выделяющегося экссудата, клоачное кольцо гиперемированное, отечное. Помет разжиженный или водянистый, окрашен в зеленый, коричневый, желтый цвет, иногда с примесью крови. При развитии клинических признаков диареи, дегидратации и токсемии нередко наблюдались поражения суставов, мускулатура крыльев, ног была уплотненной, под кожей суставов формировались гранулемы.

Биохимические показатели характеризовались снижением общего белка, г/л: опыт —  $48,7 \pm 7,2$ , контроль —  $53,0 \pm 2,1$  и глюкозы, ммоль/л: опыт —  $9,5 \pm 0,01$ , контроль —  $13,2 \pm 0,7$ . Наблюдалось повышение мочевины, ммоль/л: опыт —  $1,06 \pm 0,04$ , контроль —  $1,60 \pm 0,12$ ; щелочной фосфатазы, ед/л: опыт —  $108,6 \pm 6,1$ , контроль —  $101,0 \pm 2,7$ . Установлено нарушения водно-электролитного баланса: снижение содержания калия, ммоль/л: опыт —  $1,28 \pm 0,02$ , контроль —  $2,58 \pm 0,03$ ; натрия, ммоль/л: опыт —  $134,7 \pm 0,69$ ,

контроль —  $124,3 \pm 1,14$  и магния, ммоль/л: опыт —  $0,67 \pm 0,01$ , контроль —  $1,03 \pm 0,01$ . В свете современных данных концентрация ионов натрия в содержимом кишечника при прогрессирующей диарее резко меняется, так, в двенадцатиперстном отделе указанные показатели такие же как и в плазме крови. В тощей кишке содержание натрия снижается постепенно, и в подвздошной доходит до  $130$  ммоль/л. Указанная динамика таких изменений происходит за счет активного извлечения натрия и снижения проницаемости слизистой оболочки кишечника. В этой связи происходит нарушение диффузии натрия и воды обратно в просвет толстой кишки. При секреторной диарее потеря калия увеличивается. В результате ионообмена хлор/бикарбонаты концентрация  $\text{HCO}_3^-$  повышается по мере продвижения химуса к дистальным отделам тонкой кишки, концентрация  $\text{Cl}^-$  в связи с его активным всасыванием уменьшается в дистальном направлении и составляет  $60-70$  ммоль/л.

Динамика изменений иммунологических показателей птиц при желудочно-кишечных болезнях характеризовалась снижением лизоцимной активности ( $19,1 \pm 0,4 \dots 21,1 \pm 0,33\%$ ) и бактерицидной активности ( $56,8 \pm 0,8 \dots 63,3 \pm 0,3\%$ ) сыворотки крови. Наблюдалось снижение фагоцитарной активности лейкоцитов ( $55,4 \pm 1,65 \dots 57,1 \pm 1,33\%$ ); индекс фагоцитоза ( $2,72 \pm 0,24 \dots 2,86 \pm 0,24\%$ ).

При патологоанатомическом вскрытии полость перикарда заполнена серозным или серозно-фибринозный экссудатом, на эпикарде выявляли наложения фибрина и сращение эпикарда с перикардом, сердце увеличено в объеме, миокард дряблый, серо-красного цвета. В легких выявлялись очаги уплотнения серо-красного цвета, просветы альвеол и бронхиол заполнены трансудатом; при развитии аэросаккулита в воздухоносных мешках обнаруживали серозный экссудат с примесью хлопьев фибрина. Слизистая оболочка желудочно-кишечного тракта была набухшая, гиперемированная, отмечали кровоизлияния и мелкие эрозии, серозный отек, признаки катарально-геморрагического гастроэнтерита. Печень коричневого цвета с зеленоватым оттенком, под капсулой и в толще паренхимы нередко отмечали мелкие очажки некроза серо-желтого цвета, центральные вены и внутريدольковые капилляры были расширенными и заполнены кровью. Слизистая оболочка желчного пузыря была набухшая, гиперемированная, с точечными кровоизлияниями, орган был растянут и заполнен желчью с примесью фибрина и сгустков крови. Селезенка была увеличена, гиперемированная, на разрезе органа выявлялось повышенное кровенаполнение пульпы.

Результаты собственных исследований и анализ аналогичной литературы позволяет констатировать, что у птиц наиболее часто регистрируют болезни органов пищеварения [2, 4, 5, 6]. Причем, из числа патоген-

ных микроорганизмов бактерии *S. typhimurium* были основной причиной болезни органов пищеварения нескольких сотен птиц, наиболее часто наблюдались некротизирующие поражения печени и селезенки [7]. Из 90 проб патматериала утят было выделено 10 (11,11%) штаммов бактерий рода *Salmonella* [9, 14]. Из 291 проб патматериала утят сальмонеллы были выделены в 28,9% случаев, в том числе *S. thompson* – 66,67%, *S. paratyphi C* — 7,15%, *S. enteritidis* — 9,52%, *S. hadar* — 8,33%, *S. virginia* — 5,95%, *S. typhimurium* — 2,38% [8, 11]. Из числа исследованных 400 проб 40 утиных хозяйств, сальмонеллы были обнаружены в 20,75% случаев, в том числе *S. typhimurium* — 61,45%, *S. enteritidis* — 8,43%, *S. hadar* — 6,02%, *S. indiana* — 4,51%, *S. give* — 1,2% [12]. При бактериологической идентификации 344 проб, распространенность возбудителей сальмонеллеза утят составила 15,4% [10]. Контаминация микроорганизмами, в том числе и патогенными энтеробактериями наблюдается на всех этапах технологии выращивания и получения продукции птицеводства. Из 627 исследованных проб содержания слепой кишки; тушек; охлажденного мяса, замороженного мяса птицы преобладающими серотипами были *S. typhimurium* (15,34%) и *S. enteritidis* (69,84%) [10, 16]. Установлено, что при желудочно-кишечных болезнях птиц количество энтеробактерий (КОЕ Ig/г) слепых отростков кишечника составляло 4,19±0,15...6,88±0,21 (опыт), 3,21±0,13...5,76±0,19 (контроль); индекс колонизации у 10-суточных птиц — 0,766; 20-суточных — 0,797; 30-суточных — 0,837 [3].

Для раскрытия патогенетических аспектов распространения болезней органов пищеварения и снижения уровня контаминации пищевых производств целесообразным является раскрытие механизма снижения естественных показателей организма птицы. Инактивация тимуса и бursы Фабрициуса приводит к снижению резистентности организма на 14–15 условных единиц резистентности по сравнению с контролем, значение показателя клиренса (Cl) находились в пределах от 3,61 ± 1,56 до 4,56 ± 0,95 мл/ч [6]. Компонентами иммунной системы у птиц являются иммуноглобулины классов IgG, IgA, IgM. Основную массу сывороточных иммуноглобулинов (70–90%) составляют иммуноглобулины G (IgG). Циркулирующие лимфоциты несут на своей поверхности 5,4% IgG, обладающие способностью фиксироваться на

эпителиальных клетках пищеварительного тракта, что обуславливает защиту от проникновения вирусов и бактерий через эпителиальные барьеры [2, 5].

Для снижения распространения заболеваний органов пищеварения птиц превентивными являются эпизоотологический мониторинг патологий и изыскания средств борьбы на основе разработки ускоренных способов индикации микроорганизмов, в частности, иммунохроматографических тестов, характеризующихся высокой производительностью, чувствительностью и селективностью [13, 15, 17, 18, 20]. Перспективным является способность конкурентного замещения смеси органических кислот и микрофлоры кишечника клинически здоровых птиц для предотвращения инфицирования сальмонеллами цыплят [19]. Из числа дезинфицирующих средств рекомендуется препарат «Теотропин Р+», бактерицидная активность которого являлась эффективной в концентрации 0,125% по отношению к патогенным микроорганизмам [1].

#### Выводы

Морфофункциональные показатели при желудочно-кишечных болезнях утят: наиболее часто выявлялись в виде перикардита, аэросаккулита, катарально-геморрагического гастроэнтероколита, перигепатита, воспаление яичников, гиперплазии селезенки. Выявляли признаки застойной гиперемии, макрофагальной реакции, гиперплазии и плазмощитарной трансформации лимфоцитов, повышения проницаемости сосудов микроциркуляторного русла, лимфоидно-клеточной инфильтрации рыхлой волокнистой соединительной ткани, периваскулярного отека тканей, диссеминированного тромбоза, пролиферации лимфоцитов.

Динамика гематологических и биохимических изменений характеризовалась повышением общего количества лейкоцитов, эозинофилов, псевдоэозинофилов, лимфоцитов моноцитов, снижением общего белка и глюкозы. Установлено повышение мочевины и щелочной фосфатазы, нарушение водно-электролитного баланса: снижение содержания калия, натрия и магния.

Динамика изменений иммунологических показателей характеризовалась снижением лизоцимной активности и бактерицидной активности сыворотки крови. Наблюдали снижение фагоцитарной активности лейкоцитов; индекс фагоцитоза.

#### Литература

1. Джавадов, Э.Д. Изучение эффективности препарата теотропин Р+ в отношении основных возбудителей бактериальных болезней птиц / Э.Д. Джавадов, О.Ф. Хохлачев, О.Б. Новикова, Н.В. Тарлавин, В.В. Веретенников // Международный вестник ветеринарии. – 2020. – № 3. – с. 76-82.
2. Джавадов, Э.Д. Мониторинг генов антибиотикорезистентности патогенных микроорганизмов, выделенных от сельскохозяйственной птицы / Э.Д. Джавадов, М.Д. Кононина, В.П. Терлецкий, С.В. Шепеткина, О.Б. Новикова // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. – 2017. – № 4 (6). – С. 24-29.
3. Ленченко, Е.М. Индикация факторов вирулентности энтеробактерий / Е.М. Ленченко, А.Н. Антонова // Ветеринария. – 2015. – № 10. – С. 26-30.

4. Ленченко, Е.М. Характеристика токсигенности энтеробактерий, выделенных при желудочно-кишечных болезнях сельскохозяйственных животных / Е.М. Ленченко, Е.А. Мансурова, А.В. Моторыгин // *Сельскохозяйственная биология*. – 2014. – № 2. – С. 94-104.
5. Мансурова, Е.А. Динамика изменений гематологических показателей при желудочно-кишечных болезнях животных / Е.А. Мансурова, Е.М. Ленченко // *Аграрная наука*. – 2011. – №6. – С. 30-32.
6. Сухинин, А.А. Метод коли-клиренса (сообщение 2). Измерение степени иммуносупрессии организма / Сухинин А.А., Виноходова М.В. // *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. – 2014. - № 3. – С. 219-224.
7. Alley, M.R. An epidemic of salmonellosis caused by *Salmonella typhimurium* DT160 in wild birds and humans in New Zealand / M.R. Alley, J.H. Connolly, S.G. Fenwick, G.F. Mackereth, M.J. Leyland, L.E. Rogers, M. Haycock, C. Nicol, C.E. Reed // *New Zealand Veterinary Journal*. – 2002. – Vol. 50(5). – P. 170-176.
8. Panigrahy, B. Zoonotic diseases in psittacine birds: apparent increased occurrence of chlamydiosis (psittacosis), salmonellosis, and giardiasis / B. Panigrahy, J.E. Grimes, M.I. Rideout, R.B. Simpson, L.C. Grumbles // *J Am Vet Med Assoc*. – 1979. – Vol. 175(4). – P. 359-361.
9. Tizard Ian. Salmonellosis in wild birds / *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*. – 2004. – Vol. 13(2). – P. 50-66.
10. Tu, L.T. High levels of contamination and antimicrobial-resistant non-typhoidal *Salmonella* serovars on pig and poultry farms in the Mekong Delta of Vietnam / L.T. Tu, N.V. Hoang, N.V. Cuong, J. Campbell, J.E. Bryant, N.T. United, B.T. Kiet, C. Thompson, D.T. Duy, V.V. Phat, V.B. Hien, G. Thwaites, S. Baker, J.J. Carrique-Mas // *Epidemiol Infect*. – 2015. – Vol. 143(14). – P. 3074-3086.
11. Omoshaba, E.O. Multidrug-resistant *Salmonellae* isolated in Japanese quails reared in Abeokuta, Nigeria / E.O. Omoshaba, F.O. Olufemi, O.E. Ojo, A.O. Sonibare, M. Agbaje // *Tropical Animal Health and Production*. – 2017. – Vol. 49. – P. 1455-1460.
12. Zhu, Y. Antimicrobial resistance and resistance genes in *Salmonella* strains isolated from broiler chickens along the slaughtering process in China // Y. Zhu, H. Lai, L. Zou, S. Yin, C. Wang, X. Han, X. Xia, K. Hu, L. He, K. Zhou, S. Chen, X. Ao, S. Liu // *International Journal of Food Microbiology*. – 2017. – Vol. 259. – P. 43-51.
13. Jamali, H. Prevalence and antimicrobial resistance of *Listeria*, *Salmonella*, and *Yersinia* species isolates in ducks and geese / H. Jamali, B. Radmehr, S. Ismail // *Poult Sci*. – 2014. – Vol. 93(4). – P. 1023-1030.
14. Hyobi, K. Prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonella* spp. and *Escherichia coli* isolated from ducks in Korea / K. Hyobi, L. Jiyoun, J. Yangho, C. Byungjoon, K. Aeran, C. Nonghoon // *Korean Journal of Veterinary Research*. – 2016. – Vol. 56(2). – P. 91-95.
15. Cao, T.T. Characterization of quinolone resistance in *Salmonella enterica* from farm animals in China / T.T. Cao, G.H. Deng, L.X. Fang, R.S. Yang, J. Sun, Y.H. Liu, X.P. Liao // *J Food Prot*. – 2017. – Vol. 80(10). – P. 1742-1748.
16. Li, B. Prevalence and etiologic agent of *Salmonella* in livestock and poultry meats in Huaian City during 2015-2016 / B. Li, C. Liu, L. Liu, S. Li, N. Fan, H. Hou, J. Jin, Y. Xing // *Wei Sheng Yan Jiu*. – 2018. – Vol. 47(2). – P. 260-300.
17. Ibrahim, H.M. Preparation and evaluation of *Salmonella enteritidis* antigen conjugated with nanogold for screening of poultry flocks / H.M. Ibrahim, R.H. Sayed, W.R. Abdel-Aziz, R.T. Soliman // *Vet World*. – 2017. – Vol. 10(8). – P. 848-853.
18. Minh Hoang N.V. Circulate status and antibiotic resistance rates of *Salmonella* spp. isolated from wild boar, civet and feces ducks in Dak Lak province / N.V. Minh Hoang, N.T. Vinh, J.I. Campbell, S. Baker, N.C. Tu, P.T. Phuong Trang // *Science & Technology Development*. – 2015. – Vol. 18. – P. 85-94.
19. Oliveira, G.H.D. Prevention of salmonella infection by contact using intestinal flora of adult birds and/or a mixture of organic acid / G.H.D. Oliveira, A.B Junior, P.A. Barrow // *Brazilian Journal of Microbiology*. – 2000. – Vol. 31(2). – P. 116-120.
20. Nidaullah, H. Prevalence of *Salmonella* in poultry processing environments in wet markets in Penang and Perlis, Malaysia / H. Nidaullah, N. Abirami, A.K. Shamila-Syuhada, L.O Chuah, H. Nurul, T.P Tan, F.W.Z. Abidin, G. Rusul // *Vet World*. – 2017. – Vol. 10(3). – P. 286-292.

#### References

1. Dzhavadov, E.D. Izuchenie effektivnosti preparata teotropin R+ v otnoshenii osnovny`x vzbuditelej bakterial'ny`x boleznej pticz / E.D. Dzhavadov, O.F. Xoxlachev, O.B. Novikova, N.V. Tarlavin, V.V. Veretennikov // *Mezhdunarodny`j vestnik veterinarii*. – 2020. - №. 3. – s. 76-82.
2. Dzhavadov, E.D. Monitoring genov antibiotikorezistentnosti patogenny`x mikroorganizmov, vy`delenny`x ot sel'skoxozyajstvennoj pticy / E.D. Dzhavadov, M.D. Kononina, V.P. Terleczkij, S.V. Shhepetkina, O.B. Novikova // *Aktual'ny`e voprosy` sel'skoxozyajstvennoj biologii*. – 2017. – № 4 (6). – S. 24-29.
3. Lenchenko, E.M. Indikaciya faktorov virulentnosti e`nterobakterij / E.M. Lenchenko, A.N. Antonova // *Veterinariya*. – 2015. – № 10. – S. 26-30.
4. Lenchenko, E.M. Xarakteristika toksigennosti e`nterobakterij, vy`delenny`x pri zheludochno-kishechny`x boleznyax sel'skoxozyajstvenny`x zhivotny`x / E.M. Lenchenko, E.A. Mansurova, A.V. Motorygin // *Sel'skoxozyajstvennaya biologiya*. – 2014. – № 2. – S. 94-104.
5. Mansurova, E.A. Dinamika izmenenij gematologicheskix pokazatelej pri zheludochno-kishechny`x boleznej zhivotny`x / E.A. Mansurova, E.M. Lenchenko // *Agrarnaya nauka*. – 2011.- №6.- S. 30-32.
6. Suxinin, A.A. Metod koli-klirensa (soobshhenie 2). Izmerenie stepeni immunosupressii organizma / Suxinin A.A., Vinokhodova M.V. // *Voprosy` normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii*. – 2014. - № 3. – S. 219-224.
7. Alley, M.R. An epidemic of salmonellosis caused by *Salmonella typhimurium* DT160 in wild birds and humans in New Zealand / M.R. Alley, J.H. Connolly, S.G. Fenwick, G.F. Mackereth, M.J. Leyland, L.E. Rogers, M. Haycock, C. Nicol, C.E. Reed // *New Zealand Veterinary Journal*. – 2002. – Vol. 50(5). – P. 170-176.

8. Panigrahy, B. Zoonotic diseases in psittacine birds: apparent increased occurrence of chlamydiosis (psittacosis), salmonellosis, and giardiasis / B. Panigrahy, J.E. Grimes, M.I. Rideout, R.B. Simpson, L.C. Grumbles // J Am Vet Med Assoc. – 1979. – Vol. 175(4). – P. 359-361.
9. Tizard Ian. Salmonellosis in wild birds / Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine. – 2004. – Vol. 13(2). – P. 50-66.
10. Tu, L.T. High levels of contamination and antimicrobial-resistant non-typhoidal Salmonella serovars on pig and poultry farms in the Mekong Delta of Vietnam / L.T. Tu, N.V. Hoang, N.V. Cuong, J. Campbell, J.E. Bryant, N.T. United, B.T. Kiet, C. Thompson, D.T. Duy, V.V. Phat, V.B. Hien, G. Thwaites, S. Baker, J.J. Carrique-Mas // Epidemiol Infect. – 2015. – Vol. 143(14). – P. 3074-3086.
11. Omoshaba, E.O. Multidrug-resistant Salmonellae isolated in Japanese quails reared in Abeokuta, Nigeria / E.O. Omoshaba, F.O. Olufemi, O.E. Ojo, A.O. Sonibare, M. Agbaje // Tropical Animal Health and Production. – 2017. – Vol. 49. – P. 1455–1460.
12. Zhu, Y. Antimicrobial resistance and resistance genes in Salmonella strains isolated from broiler chickens along the slaughtering process in China // Y. Zhu, H. Lai, L. Zou, S. Yin, C. Wang, X. Han, X. Xia, K. Hu, L. He, K. Zhou, S. Chen, X. Ao, S. Liu // International Journal of Food Microbiology. – 2017. – Vol. 259. – P. 43-51.
13. Jamali, H. Prevalence and antimicrobial resistance of Listeria, Salmonella, and Yersinia species isolates in ducks and geese / H. Jamali, B. Radmehr, S. Ismail // Poult Sci. – 2014. – Vol. 93(4). – P. 1023-1030.
14. Hyobi, K. Prevalence and antimicrobial resistance of Salmonella spp. and Escherichia coli isolated from ducks in Korea / K. Hyobi, L. Jiyoung, J. Yangho, C. Byungjoon, K. Aeran, C. Nonghoon // Korean Journal of Veterinary Research. – 2016. – Vol. 56(2). – P. 91-95.
15. Cao, T.T. Characterization of quinolone resistance in Salmonella enterica from farm animals in China / T.T. Cao, G.H. Deng, L.X. Fang, R.S. Yang, J. Sun, Y.H. Liu, X.P. Liao // J Food Prot. – 2017. – Vol. 80(10). – P. 1742-1748.
16. Li, B. Prevalence and etiologic agent of Salmonella in livestock and poultry meats in Huai'an City during 2015-2016 / B. Li, C. Liu, L. Liu, S. Li, N. Fan, H. Hou, J. Jin, Y. Xing // Wei Sheng Yan Jiu. – 2018. – Vol. 47(2). – P. 260-300.
17. Ibrahim, H.M. Preparation and evaluation of Salmonella enteritidis antigen conjugated with nanogold for screening of poultry flocks / H.M. Ibrahim, R.H. Sayed, W.R. Abdel-Aziz, R.T. Soliman // Vet World. – 2017. – Vol. 10(8). – P. 848-853.
18. Minh Hoang N.V. Circulate status and antibiotic resistance rates of Salmonella spp. isolated from wild boar, civet and feces ducks in Dak Lak province / N.V. Minh Hoang, N.T. Vinh, J.I. Campbell, S. Baker, N.C. Tu, P.T. Phuong Trang // Science & Technology Development. – 2015. – Vol. 18. – P. 85-94.
19. Oliveira, G.H.D. Prevention of salmonella infection by contact using intestinal flora of adult birds and/or a mixture of organic acid / G.H.D. Oliveira, A.B. Junior, P.A. Barrow // Brazilian Journal of Microbiology. – 2000. – Vol. 31(2). – P. 116-120.
20. Nidaullah, H. Prevalence of Salmonella in poultry processing environments in wet markets in Penang and Perlis, Malaysia / H. Nidaullah, N. Abirami, A.K. Shamila-Syuhada, L.O. Chuah, H. Nurul, T.P. Tan, F.W.Z. Abidin, G. Rusul // Vet World. – 2017. – Vol. 10(3). – P. 286-292.

**Fan Van Khai<sup>1</sup>, Y. A. Vatnikov<sup>1</sup>, E. M. Lenchenko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Peoples' Friendship University of Russia,

<sup>2</sup>Moscow State University of Food Production

vatnikov@yandex.ru

## **MORPHOFUNCTIONAL AND IMMUNOBIOLOGICAL INDICATORS IN GASTROINTESTINAL DISEASES OF DREAMS**

*With the specialization of production and the concentration of livestock of farm animals in limited areas in an artificial microclimate, the most common are diseases of the digestive system, clinically manifested by diarrhea, dehydration, toxemia, mortality rates in industrial poultry farming from these diseases reach 38,4 – 71,3 %, in this regard, the priority task is to study morphofunctional and immunobiological indicators in gastrointestinal diseases of birds, which determined the relevance of research. The work was carried out in the period from 2016 to 2020 in the Department of Veterinary Medicine, Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia and the Department of Veterinary Medicine, Institute of Veterinary Medicine, Veterinary and Sanitary Expertise and Agro-safety, Moscow State University of Food Production, clinical studies were carried out in poultry farms in Vietnam in the period from 2016–2018, laboratory studies in the laboratory of the department of diagnostics of bacterial diseases «National Institute of Veterinary Research», «National institute of veterinary research», Hanoi. Morphofunctional indicators in gastrointestinal diseases of ducklings most often revealed signs of esophagitis, catarrhal-hemorrhagic gastroenterocolitis, cuticulitis, spleen hyperplasia, intestinal obstruction, diarrhea, dehydration, toxemia, and joint damage. Signs of congestive hyperemia, macrophage reaction, hyperplasia and plasmacytic transformation of lymphocytes, increased vascular permeability of the microvasculature, lymphoid-cell infiltration of loose fibrous connective tissue, perivascular tissue edema, disseminated thrombosis, and lymphocyte proliferation were revealed. Biochemical parameters were characterized by a decrease in total protein and glucose. An increase in urea and alkaline phosphatase was observed. A violation of the water-electrolyte balance was found. The dynamics of changes in the immunological parameters of birds with gastrointestinal diseases was characterized by a decrease in lysozyme activity ( $19,1 \pm 0,4 - 21,1 \pm 0,33$  %) and bactericidal activity ( $56,8 \pm 0,8 - 63,3 \pm 0,3$  %) blood serum. A decrease in the phagocytic activity of leukocytes was observed ( $55,4 \pm 1,65 - 57,1 \pm 1,33$  %); phagocytosis index ( $2,72 \pm 0,24 - 2,86 \pm 0,24$  %).*

**Key words:** bacteria, differential characteristics, bird, ducklings.