

ISSN 1999-6837 (Print)

ISSN 1999-6837 (Online)

**ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ АГРАРНЫЙ**  
***ВЕСТНИК***

---

[www.vestnik.dalgau.ru](http://www.vestnik.dalgau.ru)

**Выпуск 2 (58)**

**Благовещенск 2021**





**Тихончук П.В.** – председатель редакционного совета, главный редактор, д-р с.-х. наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ

**Редакция:**

**Овчинникова О.Ф.** – ответственный секретарь,

ст. преподаватель кафедры экономики АПК ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

**Черных Е.И.** – редактор;

**Сысоенко В.В.** – переводчик, ст. преподаватель кафедры гуманитарных дисциплин ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

**Борденюк Д.В.** – специалист по информационным ресурсам, ведущий программист центра информатизации учебного процесса ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

**Редакционный совет:**

**Асеева Т.А.**, д-р с.-х. наук, чл.-корр. РАН, директор ФГБНУ ДВ НИИСХ;

**Владимиров Л.Н.**, д-р биол. наук, профессор, чл.-корр. РАН, Заслуженный деятель науки РФ и РС(Я), директор ФГБНУ Якутский НИИСХ, им. М.Г. Сафронова;

**Емельянов А.Н.**, канд с.-х. наук, ст. науч. сотр., директор ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»;

**Гизеевски Зигмунт**, д-р наук (PhD), профессор, Польская академия наук, Научно-исследовательская станция Института воспроизводства животных и исследований пищевых продуктов в Попельно, Республика Польша;

**Игота Хиромаса**, д-р наук (PhD), доцент, руководитель лаборатории охотоведения, Университет Ракуно Гакуэн, г. Эбецу, префектура Хоккайдо, Япония;

**Клыкков А.Г.**, д-р биол. наук, профессор, член-корр. РАН, зав. отделом селекции и биотехнологии с.-х. культур, ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»;

**Комин А.Э.**, канд.с.-х. наук, доцент, ректор ФГБОУ ВО Приморская ГСХА;

**Ли Хунпэн**, д-р с.-х. наук, ст. науч. сотр., Хейлунцзянская академия сельскохозяйственных наук, г. Харбин, КНР;

**Панасюк А.Н.**, д-р техн. наук, доцент, чл.-корр. РАН;

**Остякова М.Е.**, д-р биол. наук, доцент, директор ФГБНУ ДальЗНИВИ;

**Синеговская В.Т.**, д-р с.-х. наук, профессор, академик РАН, Заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник лаборатории физиологии растений ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои;

**Хан Тианфу**, д-р наук (PhD), профессор, Китайская академия сельскохозяйственных наук, Институт растениеводства, КНР

**Редакционная коллегия:**

**Бумбар И.В.**, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры транспортно-энергетических средств и механизации АПК ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

**Захарова Е.Б.**, д-р с.-х. наук, доцент кафедры общего земледелия и растениеводства ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

**Ким И.Н.**, канд. техн. наук, доцент, проректор по научной работе и инновационным технологиям ФГБОУ ВО Приморская ГСХА;

**Ключникова Н.Ф.**, д-р с.-х. наук, заместитель директора по научной работе ФГБНУ ДВ НИИСХ;

**Краснощёкова Т.А.**, д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры кормления, разведения, зоогигиены и производства продуктов животноводства ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

**Кухаренко Н.С.**, д-р ветеринар. наук, профессор, профессор кафедры патологии, морфологии и физиологии ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

**Миллер Т.В.**, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник отдела микробиологии, вирусологии и иммунологии ФГБНУ ДальЗНИВИ;

**Наумченко Е.Т.**, канд.с.-х. наук, доцент, вед. науч. сотр., заместитель директора по науке ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои;

**Овчинников А.А.**, д-р с.-х. наук, профессор, завкафедрой кафедры кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО ЮУрГАУ;

**Труш Н.В.**, д-р биол. наук, доцент, профессор кафедры биологии и охотоведения ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

**Шарвадзе Р.Л.**, д-р с.-х. наук, профессор, декан факультета ветеринарной медицины и зоотехнии ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

**Шишкин В.В.**, канд.с.-х. наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои ;

**Щитов С.В.**, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры транспортно-энергетических средств и механизации АПК ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ

Учредитель и издатель –  
федеральное государственное  
бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный государственный  
аграрный университет»  
(ФГБОУ ВО  
Дальневосточный ГАУ)

Адрес учредителя и издателя –  
675005, г. Благовещенск,  
Амурской обл.,  
ул.. Политехническая, 86.

Зарегистрирован федеральной службой  
в сфере связи, информационных  
технологий и массовых  
коммуникаций (Роскомнадзор)

Свидетельство о регистрации  
ПИ № ФС 77-78057  
27.03.2020

Подписной индекс  
в Объединенном каталоге  
«ПРЕССА РОССИИ. ГАЗЕТЫ И  
ЖУРНАЛЫ»  
**94054 (полугодовая)**  
Онлайн подписка:  
<https://www.pressa-rf.ru/cat/1/edition/194054/>

Журнал представлен в системе  
Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

Распоряжением  
Высшей аттестационной комиссии  
(ВАК)  
при Министерстве образования и  
науки Российской Федерации  
от 1 декабря 2015 года журнал  
включен в Перечень  
рецензируемых научных  
изданий,  
в которых должны быть  
опубликованы основные  
результаты диссертаций  
на соискание ученой степени  
кандидата наук, на соискание  
ученой степени доктора наук  
(письмо ВАК №13-6518  
от 01.12.2015 г.)  
**(в Перечне ВАК под №891  
по состоянию на 21.04.2021)**

Адрес редакции:  
675005, Амурская обл.  
г. Благовещенск,  
ул. Политехническая, 86, уч.  
корп. 1, каб.301  
Тел. (4162)995147  
Тел./факс (4162)995127  
[www.vestnik.dalgau.ru](http://www.vestnik.dalgau.ru)  
e-mail: DVagrovestnik@dalgau.ru

<p>Ministry of Agriculture of the Russian Federation Far Eastern State Agrarian University</p> <p><b>FAR EASTERN AGRARIAN HERALD</b></p> <p>Scientific and Practical Journal</p> <p>Issued since 2007</p> <p>Issued quarterly</p>	<p><b>№2(58)</b></p> <p><b>April – June 2021</b></p>
<p><b>P.V. Tikhonchuk</b> – Chairman of Drafting Committee, Editor-in-Chief, Dr. Agr. Sci., Professor, Rector of the Far Eastern State Agrarian University</p> <p><b>Editorial office:</b></p> <p><b>O.F. Ovchinnikova</b> – Executive Secretary, Senior Teacher of the Department of Agro-Industrial Complex Economics, Far Eastern State Agrarian University;</p> <p><b>E.I. Chernykh</b> – Editor;</p> <p><b>V.V. Sysoenko</b> – Translator; Senior Teacher of the Department of Humanities, Far Eastern State Agrarian University;</p> <p><b>D.V. Bordenyuk</b> – Information Resources Specialist, Lead Programmer at Information Technology Center of the FESAU;</p> <p><b>Editorial Council:</b></p> <p><b>T.A. Aseeva</b>, Dr. Agr. Sci., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Far Eastern Research Institute of Agriculture;</p> <p><b>L.N. Vladimirov</b>, Dr. Biol. Sci., Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Honoured Scientist of Russia and Sakha Republic (Yakutia), Director of the Yakut Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov;</p> <p><b>A.N. Emelyanov</b>, Cand. Agr. Sci., Senior Researcher, Director of the Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A. K. Chaika;</p> <p><b>Zygmunt Gizejewski</b>, PhD, Professor, Polish Academy of Sciences, Research Station of the Institute of Animal Reproduction and Food Research at Popielno, Republic of Poland;</p> <p><b>Hiromasa Igota</b>, PhD, Associate Professor, Head of the Laboratory of Hunting, Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido, Japan;</p> <p><b>A.G. Klykov</b>, Dr. Biol. Sci., Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Selection and Biotechnology of Agricultural Crops, Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A. K. Chaika;</p> <p><b>A.E. Komin</b>, Cand. Agr. Sci., Assistant Professor, Rector of the Primorskaya State Academy of Agriculture;</p> <p><b>Li Hongpeng</b>, Cand. Agr. Sci., Senior Researcher, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, China;</p> <p><b>A.N. Panasyuk</b>, Dr. Tech. Sci., Associate Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences;</p> <p><b>M.E. Ostyakova</b>, Dr. Biol. Sci., Associate Professor, Director of the Far Eastern Areal Research Veterinary Institute;</p> <p><b>V.T. Sinegovskaya</b>, Dr. Agr. Sci., Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honoured Scientist of Russia, Chief Researcher of the Plant Physiology Laboratory of the All-Russian Research Institute of Soy;</p> <p><b>Tianfu Han</b>, PhD, Professor, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Institute of Crop Science, China;</p> <p><b>Editorial Board:</b></p> <p><b>I.V. Bumber</b>, Dr. Tech. Sci., Professor, Professor of the Department of Transport-Energy Facilities and Mechanization of Agro-Industrial Complex of the FESAU;</p> <p><b>E.B. Zakharova</b>, Dr. Agr. Sci., Associate Professor of the Department of General Agriculture and Plant Growing of the FESAU;</p> <p><b>I.N. Kim</b>, Cand. Tech. Sci., Associate Professor, Pro-rector of the Research Work and Innovative Technologies of the Primorskaya State Academy of Agriculture;</p> <p><b>N.F. Klyuchnikova</b>, Dr. Agr. Sci., Deputy Director of Research of the Far Eastern Research Institute of Agriculture;</p> <p><b>T.A. Krasnoshchyokova</b>, Dr. Agr. Sci., Professor, Professor of the Department of Feeding, Breeding, Zoohygiene and Production of Animal Products of the FESAU;</p> <p><b>N.S. Kukharensko</b>, Dr. Veterinar. Sci., Professor of the Department of Pathology, Morphology and Physiology of the FESAU;</p> <p><b>T.V. Miller</b>, Cand. Biol. Sci., Leading Researcher of the Department of Microbiology, Virology and Immunology of the Far Eastern Areal Research Veterinary Institute;</p> <p><b>E.T. Naumchenko</b>, Cand. Agr. Sci., Associate Professor, Leading Researcher, Deputy Director of Research, Production and Processing of Agricultural Products of the South Ural State Agrarian University;</p> <p><b>N.V. Trush</b>, Dr. Biol. Sci., Associate Professor, Professor of the Department of Biology and Hunting of the FESAU;</p> <p><b>R.L. Sharvadze</b>, Dr. Agr. Sci., Professor, Dean of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the FESAU;</p> <p><b>V.V. Shishkin</b>, Cand. Agr. Sci., Assistant Director of Innovations and Production of the Far Eastern Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture;</p> <p><b>S.V. Shchitov</b>, Dr. Tech. Sci., Professor, Professor of the Department of Transport-Energy Facilities and Mechanization of Agro-Industrial Complex of the FESAU</p>	<p>Founder and Publisher - Far Eastern State Agrarian University</p> <p>Founder and Publisher Address - 675005, g. Blagoveshchensk, Amur Region, street Polytechnic, 86.</p> <p>Registered by Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology, and Mass Media (Roskomnadzor)</p> <p>Registration Certificate ПИ № ФЦ 77-78057 dated March 27, 2020</p> <p>Subscription Indices in the Catalogue “PRESS OF RUSSIA. NEWSPAPERS AND MAGAZINES” 94054 (semi-annual); Online subscription: <a href="https://www.pressa-rf.ru/cat/1/edition/i94054/">https://www.pressa-rf.ru/cat/1/edition/i94054/</a></p> <p>The Journal is presented in the system of Russian Science Citation Index (RSCI) and on the platform of Scientific Electronic Library <a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>.</p> <p>By order of the Higher Attestation Commission (HAC) of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated December 01, 2015: The Journal has been included in the List of Reviewed Scientific Editions, which shall publish the main findings of theses: Ph.D. thesis; doctoral thesis (HAC's Letter № 13-6518 from 01.12.2015) (In the HAC List № 891 for April 21, 2021)</p> <p>Editorial office address: 86, Politekhnikeskaya Str., Bldg.1, Rm. 301 Blagoveshchensk, Amur Region, 675005 Tel. (4162)995147 Tel./fax (4162)995127 <a href="http://www.vestnik.dalgau.ru">www.vestnik.dalgau.ru</a> e-mail: <a href="mailto:DVagrovestnik@dalgau.ru">DVagrovestnik@dalgau.ru</a></p>
<p>Format 60x90/8. Edition 600 copies. Order 39. Signing date 21.06.2021. Publication date 30.06.2021. Free price.</p> <p>Far Eastern State Agrarian University: 86, Politekhnikeskaya str., Blagoveshchensk, Amur Region, 675005</p> <p>Printing house address: 86, Politekhnikeskaya str., Bldg.2, Rm. 2, Blagoveshchensk, Amur Region, 675005</p> <p>ISSN 1999-6837 (Print), 2077-9089 (Online)</p> <p>© Far Eastern State Agrarian University, 2021</p>	



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АГРОНОМИЯ.....</b>	<b>5</b>
<i>Ахалбедашвили Д. В.</i> Оценка зерновой продуктивности гибридов кукурузы в условиях Амурской области.....	5
<i>Зенкина К. В., Асеева Т. А., Ломакина И. В., Рубан З.С.</i> Качество зерна тритикале в условиях Среднего Приамурья.....	14
<i>Иванова Е. П., Яюк Л. Г.</i> К истории возделывания люцерны на Дальнем Востоке (обзорная статья).....	23
<i>Тишкова А. Г.</i> Биологические приемы защиты сои от болезней.....	35
<i>Фандеева Я. Д., Федосова Н.В.</i> Изменчивость селекционно-ценных признаков при отборе исходных форм аборигенных трав.....	43
<b>ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ .....</b>	<b>53</b>
<i>Беляев Д. А., Короткова И. П., Любченко Е. Н., Капралов Д. В., Кожушко А. А.</i> О различии следовых отпечатков водяного оленя <i>hydropotes inermis</i> и сибирской косули <i>capreolus pygargus</i> .....	53
<i>Березина Ю. А., Домский И. А., Кошурникова М. А., Беспятых О. Ю.</i> Стероидогенез у песка в зависимости от возраста и сезона года.....	62
<i>Бурмага А. В., Чубенко А. В.</i> Обоснование инновационного способа получения обогащенных пастовых продуктов .....	68
<i>Игнатович Л.С.</i> Влияние генотипа кур-несушек на усвоение питательных веществ корма и продуктивные качества.....	74
<i>Колесников В. В., Беленюк Н. Н.</i> Определение возраста самцов марала по костным пенькам их рогов.....	82
<i>Курятова Е. В., Груздова О. В., Корнилова А. В.</i> Гистометрические показатели печени при остром и хроническом гастроэнтерите поросят .....	90
<i>Лазаренко Л. В.</i> Противовоспалительные цитокины в патогенезе НПВП - индуцированных поражений пищеварительных желез у животных .....	97
<i>Любченко Е. Н., Короткова И. П., Коротков Е. А.</i> Морфологические показатели половых органов самки амурского тигра .....	105
<i>Максимов Н. И., Лашин А. П.</i> Анализ рациона и сравнительная оценка биохимических показателей крови у молочного скота с различными формами гипокальциемии.....	112
<i>Фёдорова А. О.</i> Реакция гранулоцитарного ростка кроветворения при стрессе и его коррекции .....	119
<b>ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ .....</b>	<b>126</b>
<i>Гуськов Ю. А., Галынский А. А.</i> Определение полной массы грузонесущих прицепов тракторно-транспортного агрегата, снабженного догружающим тягово-сцепным устройством .....	126
<i>Бумбар И. В., Мазур В. В., Кувишинов А.А.</i> Совершенствование технологий и технических средств при возделывании кукурузы на зерно в южной сельскохозяйственной зоне Амурской области.....	131
<i>Епифанцев В. В., Осипов Я. А., Вайтехович Ю. А.</i> Сравнительная оценка качества посева сои различными посевными агрегатами .....	137
<i>Савватеева И. А., Друзянова В. П.</i> Технология производства электроэнергии из биогаза, получаемого от навоза крупного рогатого скота .....	144
<i>Спиридонова А. В., Друзянова В. П.</i> Пиролизная технология в животноводстве .....	152
<i>Шишилов С. А., Шишилов А. Н., Чугаева Н. А.</i> Определение усилия погружения в почву трапецевидного почвозацепа .....	160
<b>Требования к статьям, публикуемым в журнале «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК».....</b>	<b>165</b>

## CONTENTS

<b>AGRONOMY .....</b>	<b>5</b>
<i>Akhalbedashvili, D. V.</i> Assessment of grain productivity of corn hybrids in the conditions of the Amur region .....	5
<i>Zenkina K. V., Aseeva T. A., Lomakina I. V., Ruban Z. S.</i> The quality of triticale grain in the conditions of the Middle Amur region.....	14
<i>Ivanova E. P., Yayuk, L. G.</i> To the history of alfalfa cultivation in the Far East.....	23
<i>Tishkova A. G.</i> Biological methods of protecting soybeans from diseases .....	35
<i>Fandeeva Ya. D., Fedosova N. V.</i> Variability of selectionally valuable characteristics in selection of initial forms of native grasses.....	43
<b>VETERINARY AND ANIMAL BREEDING .....</b>	<b>53</b>
<i>Belyaev D. A., Korotkova I. P., Lyubchenko E. N., Kapralov D. V., Kozhushko A. A.</i> About differences between the traces of the water deer <i>Hydropotes inermis</i> and the siberian roe deer <i>Capreolus pygargus</i> .....	53
<i>Berezina Yu. A., Domskiy I. A., Koshurnikova M.A., Bespyatykh O.Yu.</i> Steroidogenesis of the polar fox depending on age and the season of year .....	62
<i>Burmaga A.V., Chubenko, A.V.</i> Substantiation of an innovative method for obtaining enriched pasta products.....	68
<i>Ignatovich, L.S.</i> The influence of laying hens genotype on nutrient assimilation from feed and productive qualities .....	74
<i>Kolesnikov, V.V., Belenuk, N.N.</i> The age determination of siberian stag males by the bone cuts of their horns.....	82
<i>Kuryatova E.V., Gruzдова, O. V., Kornilova A.V.</i> Histometric parameters of the liver in acute and chronic gastroenteritis of piglets .....	90
<i>Lazarenko, L.V.</i> Proinflammatory cytokines in the pathogenesis of nsaid-induced lesions of the digestive glands in animals.....	97
<i>Lyubchenko E.N., Korotkova I.P., Korotkov E.A.</i> Morphological indicators of the genital organs of a female amur tiger .....	105
<i>Maksimov N.I., Lashin A.P.</i> Diet analysis and comparative assessment of biochemical indicators of blood in dairy cattle with various forms of hypocalcemia.....	112
<i>Fyodorova A.A.</i> Response of blood-forming granulocytic lineage under stress and its correction .....	119
<b>PROCESSES AND MACHINERY OF AGRO-ENGINEERING SYSTEMS .....</b>	<b>126</b>
<i>Guskov Yu.A., Galynskiy A.A.</i> Determination of the total weight of loading trailers of the tractor-transport unit equipped with an additional towing hitching device.....	126
<i>Bumbar I. V., Mazur V. V., Kuvshinov A.A.</i> Improvement of technologies and technical equipment of corn cultivation for grain in the south agricultural zone of the Amur region...	131
<i>Epifantsev V. V., Osipov Ya. A., Vaitekhovich Yu. A.</i> Comparative assessment of the quality of soybean sowing by different sowing aggregates .....	137
<i>Savvateeva I.A., Druzianova V.P.</i> Technology of electricity production from biogas obtained from cattle manure .....	144
<i>Spiridonova A.V., Druzyanova V.P.</i> Pyrolysis technology in animal husbandry .....	152
<i>Shishlov S.A., Shishlov A.N., Chugaeva N.A.</i> Definition of the intrusion force of a trapezoidal grouser in the soil.....	160
<b>The requirements applied to the articles being published in the far eastern agrarian herald .....</b>	<b>165</b>



## АГРОНОМИЯ

## AGRONOMY

УДК 633.15:631.52(571.61)

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-5-13

**ОЦЕНКА ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ****Давид Важаевич Ахалбедашвили***Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск*

**Аннотация.** В статье представлены результаты оценки зерновой продуктивности гибридов кукурузы в условиях Приамурья. Основанием для проведения исследований послужил возрастающий спрос на зерно кукурузы на внутреннем и внешнем рынках. Исследования проводили в 2018–2019 гг. на опытном поле Дальневосточного государственного аграрного университета. Почва лугово-черноземовидная. Гидротермический коэффициент в 2017 г. – 2,8, в 2018 г. – 3,3. Материалом для исследований были 15 гибридов кукурузы, в том числе 4 отечественных. Учетная площадь делянки 20 м<sup>2</sup>. Повторность вариантов трехкратная. В среднем за годы исследований продолжительность вегетационного периода у раннеспелых гибридов кукурузы составляла 99–105 суток, а у среднеранних 105–128 суток. Раннеспелая группа гибридов по высоте уступает среднеранней на 14,8 см. Наибольшую урожайность зерна в раннеспелой группе обеспечили гибриды Вулкан, Дельфин, Матеус и Корифей, прибавка по сравнению с контролем (за контрольный взят стандарт Ладожский 181 МВ) достигла 2,1 т/га, 2,0, 1,8 и 1,7 т/га. Гибриды раннеспелой группы Вулкан, Лимагрейн 30179, Клифтон, Корифей, Дельфин, Матеус и ПР39Г12 (Пионер) по урожайности зерна на 19,8%, 13,2, 7,5, 16,0, 18,9, 16,9 и 10,4% существенно превышают стандарт Ладожский 181 МВ. В среднеранней группе по урожайности зерна выделялся гибрид Ирондель, который превосходил контроль (гибрид Машук) на 28,7%. Гибриды среднеранней группы Делитоп (Syngenta) и Ирондель по урожайности зерна на 12,9% и 28,7% существенно превосходят контроль - Машук, гибрид Фалькон (Syngenta) по продуктивности был таким же, как контроль.

**Ключевые слова:** кукуруза, гибрид, группы спелости, урожайность, хозяйственно ценные признаки.

**ASSESSMENT OF GRAIN PRODUCTIVITY OF CORN HYBRIDS IN THE CONDITIONS OF THE AMUR REGION****D. V. Akhalbedashvili***Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk*

**Abstract.** The article presents the results of assessing the grain productivity of corn hybrids in the Amur region. The research was based on the growing demand for corn grain in the domestic and foreign markets. The research was carried out in 2018 - 2019 on the experimental field of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Far Eastern State Agrarian University". The soil is meadow chernozemic. The hydrothermal coefficient in 2017 was 2.8, and in 2018 - 3.3. The material for the research was 15 corn hybrids, including 4 domestic ones. The

accounting area of the plot is 20 m<sup>2</sup>. The variants are repeated three times. On average, over the years of research, the duration of the growing season for early ripening corn hybrids was 99-105 days, and for mid-early ones, 105 - 128 days. The early ripening group of hybrids is 14.8 cm lower than the middle-early one in height. The highest grain yield in the early ripening group was provided by the hybrids Vulkan, Dolphin, Mateus and Coryphaeus, the increase reached 2.1 t / ha, 2.0, 1.8 and 1.7 t / ha in comparison with the control Ladoga 181 MV. The hybrids of the early ripening group of Vulkan, Limagrain 30179, Clifton, Coryphaeus, Dolphin, Mateus and PR39G12 (Pioneer) significantly exceed the standard of Ladoga 181 MV by 19.8%, 13.2, 7.5, 16.0, 18.9, 16.9 and 10, 4% by grain yield. In terms of grain yield, the hybrid Irondel from the middle-early group was marked out, which exceeded the control hybrid Mashuk by 28.7%. In terms of grain yield the hybrids of the middle-early group Delitop (Syngenta) and Irondel significantly exceed the control by 12.9% and 28.7% - Mashuk. The hybrid Falcon (Syngenta) was the same as the control in productivity.

**Key words:** corn, hybrid, ripeness groups, yield, economically valuable signs.

**Введение.** Кукуруза (*Zea mays* subsp. *mays* L.) – широко распространенное культивируемое растение семейства Злаковые (Poaceae), является ценной пищевой, кормовой и технической культурой. Её зерно используют для изготовления муки, крупы, хлопьев, консервов, крахмала, патоки, спирта, комбикормов, лекарства и других нужд [9].

В последние годы ухудшилось обеспечение населения Амурской области продуктами животноводства, как из-за сокращения численности поголовья скота и птицы, так и из-за снижения их продуктивности. Продуктивность животноводства в значительной мере зависит от производства кормов [1]. Увеличить производство кормов в области можно за счет интенсификации полевого кормопроизводства и повышения продуктивности естественных кормовых угодий. Площадь пашни для производства кормов должна составить 30–35% от всей посевной площади, из них 60-65% должны занимать многолетние травы, 20–25% – однолетние культуры, 13–17% – кукуруза, и 1% кормовые корнеплоды и бахчевые [2].

Министерством сельского хозяйства РФ была разработана федеральная научно-техническая программа развития АПК до 2025 года. Планируется ввести в оборот 4 млн. га пашни. Это позволит увеличить объем производства зерна на 1 млн. тонн и

масличных культур на 0,2 млн. тонн [13]. В Приамурье программа ускоренного развития региона до 2024 года предусматривает перевод АПК Амурской области на модель устойчивого развития, увеличение урожайности, посевных площадей и валовых сборов зерновых культур, в том числе кукурузы [11].

Внутренний спрос на кукурузу обусловлен потребностью в расширении кормовой базы для животноводства – зелёная масса, сенаж, сено, жмых, шрот, добавки в комбикорма (более 80% от производимых объемов сои), а также возрастанием потребления сырья для перерабатывающей промышленности, включая пищевую [3, 8, 4].

Стимулом увеличения производства кукурузы является растущий спрос на рынках соседних Азиатско-Тихоокеанских стран. В 2014 г. из Приморья и Амурской области Россия экспортировала в Китай около 26,5 тыс. тонн кукурузы примерно на 4,6 млн., а в прошлом году - 67,5 тыс. тонн на 11,7 млн. долларов [2]. С 2010 года в Амурской области, когда начали возделывать кукурузу на зерно по новой технологии, посевные площади варьировались от 3 до 22 тысяч га. Площадь посева на 2020 год составил 11084 га, валовой сбор 67160 тонн, урожайность 6,06 т/га. Такой разрыв посевных площадей по годам для посева кукурузы обусловлен



спросом, как внутреннем рынке, так и на внешнем. Задумка властей построить в области завод по получению крахмала резко увеличит спрос на эту культуру.

**Цель исследований** – оценка зерновой продуктивности новых перспективных гибридов кукурузы в условиях южной зоны Амурской области.

Условия и методика исследований. Исследования проводили в 2018–2019 гг. на опытном поле Дальневосточного государственного аграрного университета, расположенном в Благовещенском районе Амурской области. Почва лугово-черноземовидная, среднетяжелая. Содержание гумуса (по Тюрину в модификации ЦИНАО) – 3,5–4,2%, нитратного азота, определенного ионометрическим методом (ГОСТ 26951–86) – 37,2–42,7 мг/кг почвы; подвижного фосфора (по Кирсанову в модификации ЦИНАО) – 45–51 мг/кг, калия (по Кирсанову в модификации ЦИНАО) – 153–185 мг/кг почвы; реакция почвенной среды среднекислая (рН КСl 5,0–5,2) (ГОСТ 26483–85). Рельеф опытного участ-

ка – ровный, микрорельеф – слабо выражен.

Период вегетации кукурузы в 2018 г. был более теплым и менее влажным. Температура воздуха в июне оказалась на 0,9° С ниже по сравнению с многолетними данными. В остальные месяцы наблюдалось повышение температуры воздуха на 0,8–2,0° С. Существенное влияние на рост и развитие кукурузы оказывает резкое колебание температуры в ночное и дневное время. Осадков выпало на 50 мм меньше, чем в 2019 году, они распределились более равномерно, основная доля (370 мм) пришлось на самые жаркие месяцы – июнь и июль. Погодные условия во время роста культуры в 2019 г. по температурным показателям были на уровне многолетних данных, с небольшим понижением за этот период на 0,1–0,5°С, а по сумме осадков – выше нормы на 160 мм, основная часть выпала во второй половине лета, что привело к переувлажнению почвы, это затруднило рост и развитие растений кукурузы (табл. 1).

**Таблица 1**

**Погодные условия периода вегетации гибридов кукурузы**

Месяц	Температура воздуха, °С			Осадки, мм		
	(данные ГМС г. Благовещенска)			(данные ГМС с. Садовое)		
	2018 г.	2019 г.	средняя многолетняя	2018 г.	2019 г.	среднее многолетнее
Май	14,4	12,3	12,4	25	67	39
Июнь	17,9	18,3	18,8	188	94	85
Июль	22,3	21,3	21,5	182	247	106
Август	20,1	18,9	19,2	61	105	103
Сентябрь	13,5	13,5	12,4	53	46	66
За период	17,6	16,9	16,8	509	559	399

В 2019 г. погодные условия для выращивания кукурузы были удовлетворительными (ГТК = 2,8). Метеорологические показатели в 2018 г. отличались более резкими колебаниями температуры

и равномерным распределением осадков (ГТК = 3,3).

Метод исследований – полевой опыт. Материалом для исследований послужили 15 гибридов кукурузы, в том числе 4 отечественные, представленные в таблице 2.

Таблица 2

**Скороспелость и происхождение гибридов кукурузы**

Гибрид	Оригинатор	ФАО	Страна производитель
Раннеспелая группа			
Ладожский 181 MB st	ООО НПО «Семеноводство Кубани»	180	Россия
Вулкан	EURLIS SEMENCES	170	Франция
Катерина	ФГБНУ ВНИИ кукурузы	170	Россия
Лимагрейн 30179	LIMAGRAIN EUROPE	170	Франция
Клифтон	KWS SAAT SE	175	Германия
Корифей	KWS SAAT SE	180	Германия
Дельфин	EURLIS SEMENCES	190	Франция
Матеус	KWS SAAT SE	190	Германия
Краснодарский 194	ФГБНУ Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко	190	Россия
ПР39Г12	PIONEER HI-BRED INTERNATIONAL INC.	200	США
Оферта	KWS SAAT SE	200	Германия
Среднеранняя группа			
Машук st	ФГБНУ ВНИИ кукурузы	220	Россия
Делитоп	SYNGENTA CRUP PROTECTION AG	220	Швейцария
Ирондель	SOCIETE RAGT 2N S.A.S.	220	Франция
Фалькон	SYNGENTA CRUP PROTECTION AG	220	Голландия

За стандарт раннеспелой группы по ФАО (условный индекс скороспелости, принятый Food and Agricultural Organization) был взят районированный гибрид Ладожский 181 MB, а среднеранней – Машук отечественного производства.

Подготовка почвы в опыте – общепринятая для области [7]. Срок посева – 25 мая. Способ посева – широкорядный с междурядьями 70 см [6]. Нормы высева – 80 тыс. всхожих зерен на 1 га. Уход за посевами проводили согласно зональным рекомендациям [13]. Уборку – при полном созревании семян в октябре [14]. Учет урожайности с каждой делянки – весовым методом. Площадь посевной делянки 22,5 м<sup>2</sup>, учетной – 20 м<sup>2</sup>. Повторность трехкратная [5]. В опытах проводили фенологические наблюдения и биометрические учеты, по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [10].

Результаты исследований и их обсуждение. Всходы гибридов кукурузы отмечали через 10–12 суток после посева. Формирование 1, 2, 3 листа наблюдали 17–19 июня. Кущение отмечали 27–29 июня, через 21–23 суток после всходов. В это время высота надземной части достигала 30 см. Восьмой лист формировался 6–8 июля, а выход в трубку был 27–30 июля.

После 9–10 листа у растений – 11–13 августа, фиксировали начало выметывания метелки, оно приходилось на 21–24 августа. Затем 29–31 августа наблюдали начало цветения метелки и початка. Начало полной зрелости зерна наблюдали 25–30 сентября. Продолжительность вегетационного периода у раннеспелых гибридов кукурузы составляла 99–105 суток, а в среднеранней группе 105–128 суток. Полное созревание зерна наступало в конце сентября – начале октября.

В раннеспелой группе наиболее высоким был гибрид Лимагрейн 30179 (238), ниже всех растений на 5–34 см вырос гибрид Катерина. Во второй группе по высоте выделялся гибрид Ирондель (256), а самым низким был Фалькон (221). Сравнивая показатели роста растений, можно отметить, что в среднем раннеспелая группа гибридов по высоте уступает среднеранней на 14,8 см.

По массе растения среднеранней группы превосходят раннеспелые на 59–87 г, за исключением гибрида Лимагрейн 30179, масса которого больше, чем у стандарта Машук на 23 г, масса больше 600 г отмечена у гибридов Ирондель, Делитоп, Лимагрейн 30179, Фалькон, а у остальных она варьировала в пределах от 544 до 596 г (табл. 3).



Таблица 3

## Показатели вегетативной части гибридов кукурузы (ср. 2018–2019 гг.)

Гибрид	Растение		Листья		
	высота, см	масса, г	число, шт.	площадь, см <sup>2</sup>	масса, г
Раннеспелая группа					
Ладожский 181 МВ, <i>st</i>	212	569	10	5986	153
Вулкан	213	544	10	6743	161
Катерина	204	575	10	6552	159
Лимагрейн 30179	238	619	10	7079	170
Клифтон	233	537	9	6064	162
Корифей	216	587	10	6303	168
Дельфин	235	566	11	7743	182
Матеус	225	589	9	6031	156
Краснодарский 194	209	588	10	6393	159
ПР39Г12	228	593	10	5965	162
Оферта	215	578	10	5862	163
Среднеранняя группа					
Машук, <i>st</i>	235	596	10	6736	162
Делитоп	230	624	10	6752	170
Ирондель	256	624	10	6752	170
Фалькон	221	607	10	6893	166

Чем больше площадь листьев у растений, тем активнее ими используется солнечный свет и идет фотосинтез, а впоследствии увеличивается продуктивность агроценоза [1]. 80% изучаемых образцов формировали на стебле по 10 листьев, за исключением гибридов Клифтон и Матеус, у которых на стеблях было на один лист меньше, а у гибрида Дельфин на один больше. У девяти гибридов из пятнадцати площадь листьев составляла от 6064 до 6893 см<sup>2</sup>. Наибольшую площадь листьев

формировали гибриды Дельфин - 7743 см<sup>2</sup>, Ирондель - 7703 и Лимагрейн - 7079 см<sup>2</sup>, а наименьшую Оферта и ПР39Г12, соответственно 5862 и 5965 см<sup>2</sup>.

Высота прикрепления початка на стебле зависит от сортовых особенностей гибридов и погодных условий [1]. В среднем за два года изучения высота прикрепления початка на стеблях кукурузы варьировала от 73 до 82 см. Отмечено, что в 2019 г. початки размещались выше на 9 см, в сравнении с 2018 г. (рис. 1).

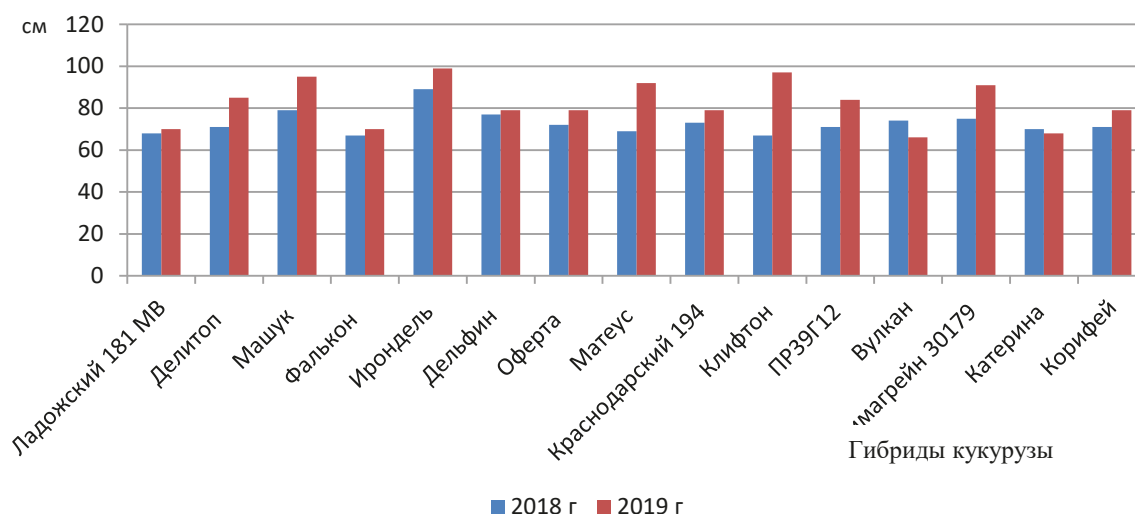


Рис. 1. Высота прикрепления початков на стеблях кукурузы

Для ряда гибридов свойственна закономерность образовывать по два, а у отдельных растений по три початка, но чаще бывает выполнен и дает качественное зерно первый нижний початок, например, у Ирондель, Делитоп.

Наибольшую урожайность зерна в раннеспелой группе обеспечили гибриды Вулкан, Дельфин, Матеус и Корифей, прибавка в сравнении со стандартом Ладожский 181 МВ достигла 2,1 т/га, 2,0, 1,8 и 1,7 т/га соответственно. В среднеранней группе по урожайности зерна выделялся

гибрид Ирондель, который превосходил стандарт Машук на 28,7%. В среднем урожайность гибридов кукурузы раннеспелой группы выше, чем среднеранней на 0,34 т/га.

Раннеспелые гибриды кукурузы Дельфин, Матеус и ПР39Г12 по массе 1000 зерен превосходили стандарт Ладожский 181 МВ на 48 г, 47 и 45 г соответственно. В группе среднеранних гибридов по массе зерен выделялись Делитоп и Ирондель, превышение над контролем Машук составляло 19 г и 67 г (табл. 4).

Таблица 4

## Зерновая продуктивность гибридов кукурузы

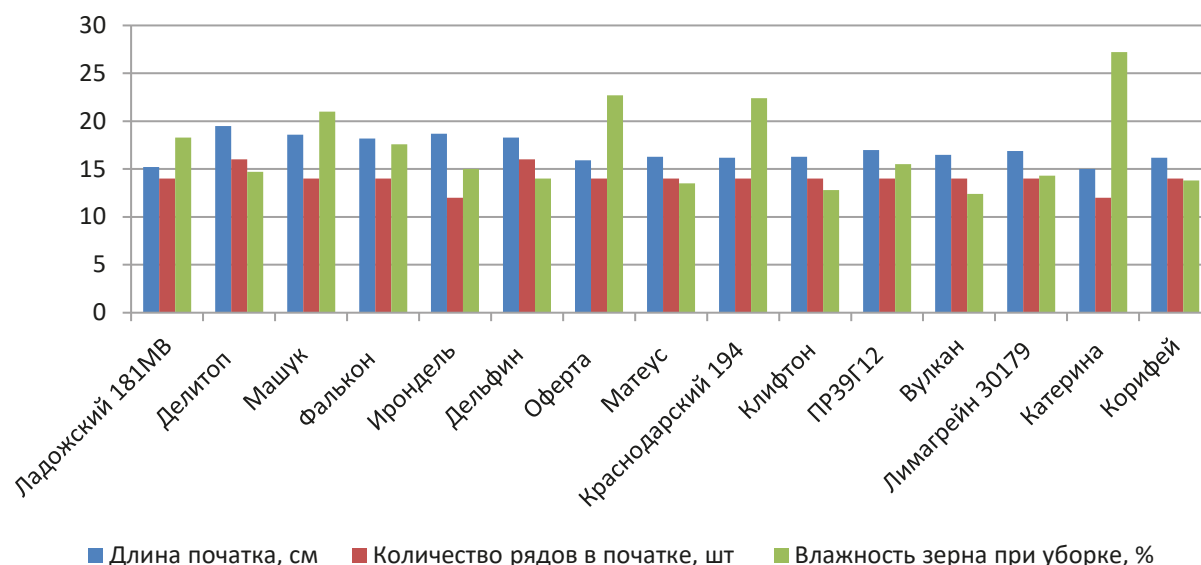
Гибрид	Урожайность зерна, т/га			Масса 1000 зерен, г (средняя)
	2018 г.	2019 г.	средняя	
Раннеспелая группа				
Ладожский 181 МВ, <i>st</i>	10,4	10,8	10,6	190
Вулкан	12,5	12,9	12,7	218
Катерина	9,4	9,6	9,5	190
Лимагрейн 30179	10,9	13,1	12,0	218
Клифтон	11,6	11,2	11,4	226
Корифей	11,5	13,2	12,3	231
Дельфин	12,4	12,8	12,6	238
Матеус	12,2	12,6	12,4	237
Краснодарский 194	10,8	11,0	10,9	201
ПР39Г12	12,0	11,4	11,7	235
Оферта	11,5	10,1	10,8	204
НСР <sub>05</sub> , т/га	0,70	0,82		
Среднеранняя группа				
Машук, <i>st</i>	11,2	11,0	10,1	204
Делитоп	11,6	11,2	11,4	223
Ирондель	12,8	13,2	13,0	271
Фалькон	10,5	10,1	10,3	200
НСР <sub>05</sub> , т/га	0,63	0,79		

По результатам проведенных исследований гибриды раннеспелой группы Вулкан, Лимагрейн 30179, Клифтон, Корифей, Дельфин, Матеус и ПР39Г12 по урожайности превосходили стандарт Ладожский 181 МВ на 7,5-19,8%. В среднеранней группе выделились гибриды Делитоп и Ирондель, урожайность выше, чем у стандарта Машук на 12,9% и 28,7% соответственно.

Более длинные початки формировали, в результате проведенных иссле-

дований, гибриды среднеранней группы Делитоп - 20,6 см и Машук - 20,1 см, а у раннеспелых наибольшую длину початка отмечали у гибрида Лимагрейн 30179 - 19,1 см. Количество рядов зерен в початках этих гибридов достигало 14. При созревании у гибридов кукурузы наблюдается снижение влажности зерна, длины початка и увеличение массы зерен. Крупные зерна были у гибрида Ирондель, и их влажность достигала 13,5 %. Низкая влажность зерен отмечена у сорта Вулкан - 11,1 % (рис. 2).





**Рис. 2. Показатели початков кукурузы (среднее за 2018–2019 гг.)**

**Заключение.** Таким образом, продолжительность вегетационного периода у раннеспелых сортов кукурузы достигала 99–105 суток, а у среднеранних 105–128 суток. Растения раннеспелой группы по высоте на 14,8 см уступали среднеранней, а по массе на 59–87 г. Наибольшая площадь листьев формировалась у гибридов Дельфин, Ирондель и Лимагрейн, а наименьшая – у Оферты и ПР39Г12.

По урожайности зерна в раннеспелой группе выделились гибриды Вулкан, Дельфин, Матеус и Корифей. Они существенно превосходили стандарт Ладожский 181 МВ - на 19,8%, 18,9 и 16,0%.

В среднеранней группе наиболее урожайными были гибриды Ирондель и Делитоп (Syngenta). Они существенно превосходили стандарт гибрида Машук – на 28,7% и 12,9%.

### Список литературы

1. Ахалбедашвили, Д. В. Способы посева, формирующие высокопродуктивные агроценозы гибридов кукурузы (*Zea mays* L.) на зерно в условиях Приамурья / Д. В. Ахалбедашвили // Кормопроизводство. – 2017. – №1. – С. 54. - ISBN 978-5-9642-0396-4.
2. Ахалбедашвили, Д. В. / Влияние биологического препарата ЭМ-Био на рост, развитие и продуктивность кукурузы / Д. В. Ахалбедашвили // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: матер. всерос. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 17 апр. 2019 г.). В 2 ч. Ч.1. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2019. – С. 28.
3. Бабков, М. А. Неотложная задача кукурузоводов / М. А. Бабков // Кукуруза и сорго. –1988. - № 3. - С. 2-5. ISSN 1996-4377.
4. Гриднев, Н. И. Безгербицидная технология выращивания кукурузы / Н. И. Гриднев // Защита растений. – 1990. – № 6. – С. 19–20.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с, ил.
6. Епифанцев, В. В. Оптимальный способ посева новых гибридов кукурузы для формирования максимальной урожайности зерна в условиях Приамурья / В. В. Епифанцев, Д. В. Ахалбедашвили // Российская наука в современном мире: сборник статей VIII междунар.

науч.-практ. конф. (Москва, 30 декабря 2017 г.). Ч.1. – Москва : НИЦ «Актуальность РФ», 2017. – С. 6–7.

7. Епифанцев, В. В. Адаптивная технология возделывания кукурузы на зерно в условиях Амурской области / В. В. Епифанцев, Д. В. Ахалбедашвили // Агропромышленный комплекс: Проблемы и перспективы развития : матер. всерос. науч.-практ. -конф. (г. Благовещенск, 11 апреля 2018 г.). В 2 ч. Ч.1. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2018. – С. 76–80.

8. Земледелие / Г. И. Баздырев, В. Г. Лошаков, А. И. Пупонин [и др.], под ред. А. И. Пупониной. – Москва : КолосС, 2002. – 552 с.

9. Земледелие : практикум / И. П. Васильев, А. М. Туликов, Г. И. Баздырев [и др.] – Москва : ИНФРА-М, 2013. – 424 с.

10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры). – Вып. 2. – Москва [б. и.], 1989. – 194 с.

11. Программа ускоренного развития региона до 2024 года. – URL: <https://www.amurobl.ru/posts/news/v-priamure-razrabotana-programma-uskorenno-go-razvitiya>, (дата обращения 09.11.2020).

12. Система земледелия Амурской области : производственно-практический справочник / под общ. ред. П. В. Тихончука. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2016. – 431 с.

13. Федеральная научно-техническая программа развития АПК до 2025 года. – URL: <http://government.ru/docs/29004/> (дата обращения 09.11.2020).

14. Bumbar, I. V. Optimization of agrotechnical terms of harvesting of crops, design and operating parameters of crop – harvesting machines under conditions of the Amur region Russian / I. V. Bumbar, V. V. Epifantsev, O. V. Shchegorets, V. T. Sinegovskaya, E. E. Kuznetsov, A. A. Kuvshinov, I. A. Kapustina // Federation Plant Archives Journal (ISSN: 0972-5210). – 2018. – Vol. 18(№2). – PP. 2567-2572.

## References

1. Akhalbedashvili, D. V. Sposoby poseva formiruyushchie vysokoproduktivnye agrotse-nozy gibridov kukuruzy (Zea mays L.) na zerno v usloviyakh Priamur'ya, (Sowing methods forming highly productive agrocenoses of corn hybrids (Zea mais L.) for grain in the Amur region), Kormoproizvodstvo, 2017, No 1, P. 54, ISBN 978-5-9642-0396-4.

2. Akhalbedashvili, D. V. Vliyanie biologicheskogo preparata EM-Bio na rost, razvitie i produktivnost' kukuruzy (Influence of the biological preparation EM-Bio on the growth, development and productivity of corn), Agropromyshlennyy kompleks: problemy i perspektivy razvitiya, mater. vseros. nauch.-prakt. konf. (Blagoveshchensk, 17 apr. 2019 g.), V 2 ch. Ch.1, Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'nevostochnogo gos. agrarnogo un-ta, 2019, P. 28.

3. Babkov, M. A. Neotlozhnaya zadacha kukuruzovodov (An urgent task for corn growers), Kukuruza i sorgo, 1988, No 3, PP. 2-5, ISSN: 1996-4377.

4. Gridnev, N. I. Bezgerbitsidnaya tekhnologiya vyrashchivaniya kukuruzy (Herbicide-free corn cultivation technology), Zashchita rastenii, 1990, No 6, PP. 19–20.

5. Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) (Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results), 5-e izd., dop. i pererab., Moskva, Agropromizdat, 1985, 351 p, il.

6. Epifantsev, V. V., Akhalbedashvili, D.V. Optimal'nyi sposob poseva novykh gibridov kukuruzy dlya formirovaniya maksimal'noi urozhainosti zerna v usloviyakh Priamur'ya (The optimal way of sowing new corn hybrids for the formation of maximum grain yield in the Amur re-

gion), Rossiiskaya nauka v sovremennom mire: sbornik statei VIII mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Moskva, 30 dekabrya 2017 g.), Ch.1, Moskva, NITs «Aktual'nost' RF», 2017, PP. 6–7.

7. Epifantsev, V.V., Akhalbedashvili, D.V. Adaptivnaya tekhnologiya vozdeystviya kukuruzy na zerno v usloviyakh Amurskoi oblasti (Adaptive technology for the cultivation of corn for grain in the conditions of the Amur region), Agropromyshlennyy kompleks: Problemy i perspektivy razvitiya, mater. vsenos. nauch.-prakt. konf. (Blagoveshchensk, 11 aprelya 2018), V 2 ch. Ch.1, Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'nevostochnogo gos. agrarnogo un-ta, 2018, PP. 76–80.

8. Zemledelie (Agriculture), G.I. Bazdyrev, V.G. Loshakov, A.I. Puponin [i dr.], pod red. A.I. Puponina, Moskva, KolosS, 2002, 552 p.

9. Zemledelie: praktikum (Agriculture: workshop), I.P. Vasil'ev, A.M. Tulikov, G.I. Bazdyrev [i dr.], Moskva, INFRA-M, 2013, 424 p.

10. Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury) (Methodology of the State variety testing of agricultural crops (cereals, legumes, corn and fodder crops)), Iss. 2, Moskva [b. i.], 1989, 194 p.

11. Programma uskorenno razvitiya regiona do 2024 g. (The program for the accelerated development of the region until 2024), URL: <https://www.amurobl.ru/posts/news/v-priamure-razrabotana-programma-uskorenno-razvitiya>, (accessed data 09.11.2020).

12. Sistema zemledeliya Amurskoi oblasti: proizvodstvenno-prakticheskii spravochnik (The farming system of the Amur region: production and practical reference book), pod obshch. red. d-ra s.-kh. nauk, prof. P.V. Tikhonchuka, Blagoveshchensk, Blagoveshchensk, izd-vo Dal'nevostochnogo GAU, 2016, 431 p.

13. Federal'naya nauchno-tekhnicheskaya programma razvitiya APK do 2025 goda (Federal scientific and technical program for the development of the agro-industrial complex until 2025), URL: <http://government.ru/docs/29004/> (accessed data 09.11. 2020).

14. Bumbar, I. V., Epifantsev, V. V., Shchegorets, O. V., Sinigovskaya, V. T., Kuznetsov, E. E., Kuvshinov, A. A., Kapustina, I. A. Optimization of agrotechnical terms of harvesting of crops, design and operating parameters of crop-harvesting machines under conditions of the Amur region, Russian Federation, Federation Plant Archives Journal (ISSN: 0972-5210), 2018, Vol. 18(No 2), PP. 2567–2572.

© Ахалбедашвили Д. В., 2021

### **Информация об авторах**

*Ахалбедашвили Давид Важаевич., канд. с.-х. наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, nikormov@mail.ru, г. Благовещенск, Амурская область, Россия.*

### **Information about authors**

*David V. Akhalbedashvili, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnikeskaya, Blagoveshchensk, Amur region, Russia; 675005; e-mail: nikormov@mail.ru.*



УДК 633.1(571.61)

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-14-22

## КАЧЕСТВО ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРИАМУРЬЯ

**Кристина Владимировна Зенкина, Татьяна Александровна Асеева,**

**Ирина Викторовна Ломакина, Зинаида Сергеевна Рубан**

*Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, г. Хабаровск*

**Аннотация.** Опыты выполнены в период 2015–2020 гг. в Дальневосточном научно-исследовательском институте сельского хозяйства (Хабаровский край). В среднем за годы исследований урожайность коллекционных образцов ярового тритикале составила 2,3–3,3 т/га. По урожайности зерна выделены образцы AC Certa, Лана, Дагво, Золотой гребешок, Ульяна, Узор, Лотос, Мыкола, Виктория, Ровня, Sandio, превышающие стандартный сорт Укро на 0,2–0,7 т/га. Содержание белка в зерне существенно изменялось по годам – от 11,1 до 18,1 % со средним значением по опыту 14,1 %. Отмечены образцы AC Certa, Дагво, Скорый, Золотой гребешок с высоким содержанием белка в зерне – 14,7–15,5 %, превышающие стандартный сорт Укро на 0,1–0,7 %. У образцов Дагво, Кобзар, Лосиновске, Sandio содержание лизина превысило стандартный сорт Укро на 100–139 мг/% и составило 500–539 мг/%. Рассчитаны коэффициенты корреляции между урожайностью, содержанием белка и лизина в зерне коллекционных образцов ярового тритикале и гидротермическими коэффициентами за период апрель–август. Высокие положительные значения коэффициентов корреляции ( $r=0,93–0,99$ ) свидетельствуют о существенном влиянии совокупности метеорологических факторов окружающей среды на формирование урожайности и качества зерна ярового тритикале в условиях Среднего Приамурья.

**Ключевые слова:** яровое тритикале, урожайность, содержание белка в зерне, содержание лизина в зерне, гидротермический коэффициент, среднее Приамурье.

## THE QUALITY OF TRITICALE GRAIN IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE AMUR REGION

**Kristina V. Zenkina, T. A. Aseeva, I. V. Lomakina, Z. S. Ruban**

*Far Eastern Agricultural Research Institute, Khabarovsk*

**Abstract.** The experiments were carried out in the period of 2015 to 2020 at the Far Eastern Research Institute of Agriculture (Khabarovsk Krai). Over the years of research the yield of collection samples of spring-planted triticale was on average 2.3–3.3 t/ha. According to the grain yield, the samples of AC Certa, Lana, Dagvo, Zolotoy grebeshok, Ulyana, Uzor, Lotos, Mykola, Victoria, Rovnya, Sandio, which exceed the standard variety Ukro by 0.2–0.7 t/ha were distinguished. The grain protein content varied significantly over the years – from 11.1 to 18.1 % with an experiment average value of 14.1 %. The samples of AC Certa, Dagvo, Skoriy, Zolotoy grebeshok with a high grain protein content of 14.7–15.5 %, exceeding the standard variety Ukro by 0.1–0.7 % were noted. On average, over the years of research, the lysine content of samples Dagvo, Kobzar, Losinovske, Sandio exceeded the standard variety Ukro by 100–139 mg/% and amounted to 500–539 mg/%. The correlation coefficients between the yield, the protein and lysine content in the grain of the collection samples of spring triticale and the hydrothermal index for the period from April to

August were calculated. High positive values of the correlation coefficients ( $r=0.93-0.99$ ) indicate a significant influence of the combination of meteorological environmental factors on the formation of yield and grain quality of spring triticale in the conditions of the Middle Amur region.

**Key words:** spring triticale, yield, grain protein content, grain lysine content, hydrothermal index, middle Amur region.

Важнейшая задача растениеводства – получение высокого урожая качественной продукции сельскохозяйственных культур [17]. Тритикале – культура гибридного происхождения, полученная путем скрещивания пшеницы с рожью [1]. Зерно тритикале характеризуется высокими питательными достоинствами, используется для кормления сельскохозяйственных животных, а также в хлебопекарной и кондитерской промышленности, для производства спирта и крахмала [11, 13].

Формирование высокого урожая является результатом устойчивости к изменяющимся экологическим условиям в процессе вегетации [4]. На высоком агротехническом фоне урожайность современных сортов тритикале достигает 8,0 т/га [2]. Наибольшее влияние на урожайность тритикале оказывает гидротермический коэффициент (ГТК) за вегетационный период: избыток осадков в период колошения-созревания свидетельствует о негативном влиянии влаги в период созревания генеративных органов и приводит к череззернице [5]. Увеличение количества белка и улучшение его аминокислотного состава у зерновых культур в настоящее время является одной из важнейших задач селекции [18]. Для зерна тритикале характерно высокое содержание белка и незаменимых аминокислот, особенно лизина [3]. На накопление протеина, помимо генотипа и применяемых элементов агротехники [14, 15], в значительной степени оказывают влияние погодные условия в период вегетации [10].

Одной из страховых культур является тритикале, которое, благодаря высокой производительности и неприхотливости к условиям роста и развития его выращивания на значительных площадях

может способствовать существенному росту производства продовольственного зерна [16]. Изучение ценных хозяйственных отменок сортов тритикале, исходя из почвенно-климатических условий каждого региона даёт возможность повысить урожайность и улучшить качество зерна [9]. Условия Среднего Приамурья отличаются от других регионов муссонным характером климата с перепадами среднесуточных температур воздуха и избыточным увлажнением в летний период, что существенно влияет на формирование урожайности и качества зерна колосовых культур.

В связи с этим, цель исследований – определить важнейшие показатели качества зерна тритикале в зависимости от условий Среднего Приамурья.

**Материалы и методы.** Полевые и лабораторные исследования проведены в 2015-2020 гг. на базе Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства (г. Хабаровск). В качестве объекта исследований использовали 21 коллекционный образец ярового тритикале различного происхождения. Стандарт – сорт Укро, районированный в Дальневосточном регионе.

Почва – тяжелосуглинистая. Содержание гумуса до 4 %, гидролитическая кислотность – 8–12 мг-экв. /100 г почвы, рН сол. < 4,5, обеспеченность подвижным фосфором – низкая, обменным калием – высокая. Агротехника – общепринятая. Посев образцов проведен сеялкой «ССФК-7М». Норма высева – 5,5 млн всхожих зерен на гектар. Повторность – трехкратная. Площадь делянок – 4 м<sup>2</sup>. Размещение – рендомизировано. Уборка проведена комбайном «Хеге-125». Содержание белка (%) определялось по методи-

ке Й. Кьельдаля (модификация) согласно ГОСТ 10846-91 [6]. Количество лизина (мг/%) – по методу А.С. Мусийко и А.Ф. Сысоеву в соответствии с ГОСТ 13496.21-15 [7]. Все учеты и наблюдения проведены в соответствии с методиками полевого дела [8] и Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [12].

Агрометеоусловия существенно отличались по годам, что позволило с высоким уровнем достоверности изучить влияние климатических факторов на про-

цессы белкового обмена растений. Гидротермический коэффициент апреля-августа составил: ГТК=3,0 (2015 г), ГТК=2,7 (2016 г), ГТК=2,0 (2017 г), ГТК=2,0 (2018 г), ГТК=2,7 (2019 г), ГТК=2,0 (2020 г). Среднемноголетнее значение ГТК=2,2 (рис.). Наиболее благоприятными для формирования высокой урожайности тритикале были 2017, 2019 гг., для накопления белка в зерне – 2015, 2016, 2018 гг., для образования лизина в зерне – 2020 г.

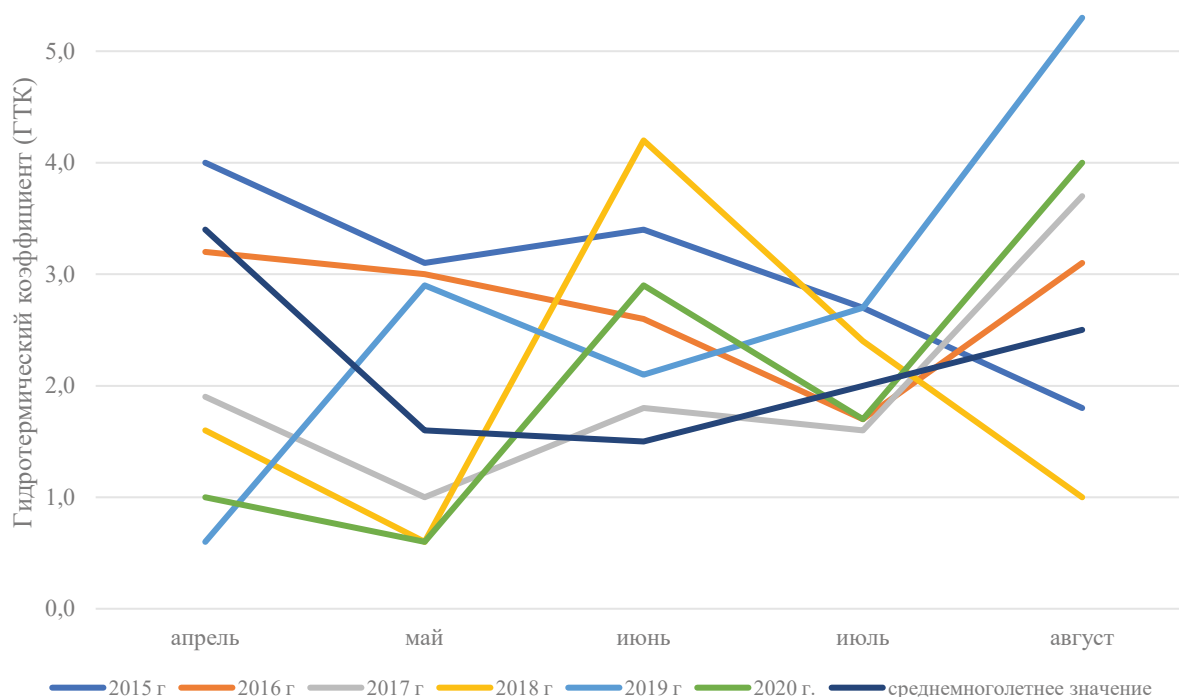


Рис. – Метеорологические условия в период исследований (2015-2020 гг.)

**Результаты и обсуждения.** В гидро-термических условиях Среднего Приамурья урожайность коллекционных образцов ярового тритикале изменялась от 1,1 до 7,0 т/га (табл. 1). Сильная изменчивость урожайности по годам и по сортам свидетельствует о высокой зависимости данного показателя от сортовых особен-

ностей и условий выращивания. Средняя урожайность образцов ярового тритикале составила 2,3-3,3 т/га. Выделены высокоурожайные сорта ярового тритикале Виктория, АС Certa, Sandio, Узор, Лана, Ровня, Дагво, Мыкола, Золотой гребешок, Лотос, Ульяна, превышающие стандартный сорт Укро на 0,2–0,7 т/га.



Таблица 1

## Урожайность и качество зерна образцов тритикале (2015-2020 гг.)

№ ВПР	Сорт	Содержание в зерне						Урожайность зерна, т/га		
		белок, %			лизин, мг/%					
		min	max	X	min	max	X	min	max	X
3644	Укро	12,3	15,9	14,6	332	561	400	1,4	4,2	2,6
3592	АС Certa	12,4	16,1	14,7	309	420	372	1,7	7,0	3,3
3630	Лана	12,4	16,8	14,4	258	520	390	1,6	5,4	3,2
3645	Дагво	11,9	18,1	14,7	288	621	530	1,1	5,3	2,8
3676	Скорый	13,9	16,9	15,5	282	572	397	1,9	3,4	2,3
3677	Золотой гребешок	11,9	16,5	14,7	282	758	455	1,6	4,8	3,0
3887	Ульяна	11,9	15,4	13,8	345	592	417	1,7	4,3	2,9
3888	Узор	11,9	15,4	13,6	351	620	435	1,7	5,8	3,1
3889	Лотос	12,4	16,3	14,3	364	664	480	1,7	4,5	2,8
3890	Мыкола	11,1	15,6	13,6	323	540	407	1,6	4,8	2,7
3892	Коровай харківський	11,9	15,2	13,6	332	640	436	1,6	3,9	2,5
3895	Ярило	11,8	15,4	13,6	340	670	444	1,8	3,7	2,5
3907	ЗГ 186	11,9	15,3	13,8	327	582	431	1,6	3,5	2,4
3916	Память Мережко	11,8	15,3	13,7	335	631	455	1,8	3,5	2,3
3922	Виктория	12,4	14,8	13,6	282	608	379	2,2	3,1	2,7
3935	Ровня	12,6	14,5	13,6	299	673	399	1,4	4,5	2,7
3958	Кобзар	12,9	15,4	14,2	352	678	539	1,4	3,8	2,4
3959	Лосиновске	11,9	16,4	14,3	368	754	500	1,5	4,1	2,4
3960	Згурировский	12,5	15,5	14,4	296	716	458	1,6	3,2	2,3
3961	Обериг харьковский	12,9	14,7	14,2	304	539	388	1,1	3,2	2,4
3986	Tleridal	12,6	17,1	14,3	289	675	449	1,5	3,6	2,4
3988	Sandio	12,6	14,7	14,0	342	741	503	1,7	4,5	2,7

Содержание белка в зерне – один из самых важных параметров его качества. В зерне ярового тритикале в среднем по опыту оно составило 14,1%. В благоприятных условиях у большинства сортов содержание белка в зерне составило более 15 %. У образцов АС Certa, Дагво, Скорый, Золотой гребешок наблюдалось повышенное содержание белка в зерне, превышение над стандартом составило 0,1–0,7 %. У сорта Дагво различия между минимальным и максимальным значениями достигало 6,2 %. Сильная изменчивость накопления белка в зерне коллекционных образцов тритикале по годам (от 11,1 до 18,1 %) свидетельствует о высокой зависимости

от метеорологических условий окружающей среды.

Лизин – важная и незаменимая аминокислота. Выявлено, что все изученные образцы отличались высоким содержанием лизина в зерне. В благоприятные годы количество лизина в зерне образцов Дагво, Кобзар, Коровай харківський, Золотой гребешок, Tleridal, Ровня, Узор, Лотос, Ярило, Память Мережко, Згурировский, Виктория, Лосиновске, Sandio составило более 600 мг/%. Выделены высоколизинные образцы Дагво, Кобзар, Лосиновске, Sandio, содержание незаменимой аминокислоты лизина у данных образцов превы-

сило стандартный сорт Укро на 100–139 мг/% и составило более 500 мг/%.

Установлено, что на формирование урожайности зерна ярового тритикале и его качественных показателей в агроэкологических условиях Среднего Приамурья оказывает комплексное влияние сочетание гидротермических факторов окружающей среды: соотношение среднесуточных температур воздуха и количества выпавших осадков. Коэффициенты

корреляции (r) между урожайностью коллекционных образцов ярового тритикале и гидротермическими коэффициентами за период апрель-август составили 0,97–0,99, что характеризует данный показатель как сильно изменчивый в зависимости от метеорологических условий в период вегетации растений. Также отмечена высокая зависимость накопления белка в зерне ярового тритикале от условий выращивания (табл. 2).

Таблица 2

**Взаимосвязь содержания белка в зерне коллекционных образцов ярового тритикале с гидротермическим коэффициентом за период апрель-август ( $p < 0,05$ )**

№ ВИР	Сорт	Коэффициент корреляции (r) между содержанием белка в зерне и гидротермическим коэффициентом (ГТК)				
		апрель	май	июнь	июль	Август
3644	Укро	0,99	0,95	0,97	0,91	0,92
3592	АС Certa	0,99	0,95	0,97	0,91	0,92
3630	Лана	0,99	0,95	0,97	0,92	0,93
3645	Дагво	0,99	0,96	0,97	0,93	0,92
3676	Скорый	0,99	0,96	0,97	0,92	0,94
3677	Золотой гребешок	0,99	0,96	0,97	0,92	0,92
3887	Ульяна	0,99	0,95	0,97	0,89	0,92
3888	Узор	0,99	0,95	0,97	0,88	0,91
3889	Лотос	0,99	0,95	0,97	0,90	0,92
3890	Мыкола	0,98	0,93	0,97	0,90	0,91
3892	Коровай харківський	0,99	0,95	0,97	0,88	0,91
3895	Ярило	0,98	0,94	0,97	0,87	0,90
3907	ЗГ 186	0,99	0,95	0,97	0,90	0,92
3916	Память Мережко	0,99	0,94	0,97	0,88	0,92
3922	Виктория	0,98	0,94	0,97	0,88	0,91
3935	Ровня	0,98	0,95	0,97	0,89	0,92
3958	Кобзар	0,99	0,95	0,97	0,90	0,92
3959	Лосиновске	0,99	0,96	0,97	0,89	0,91
3960	Згуривский	0,99	0,96	0,97	0,90	0,92
3961	Обериг харьковский	0,98	0,95	0,97	0,90	0,92
3986	Tleridal	0,99	0,95	0,97	0,89	0,92
3988	Sandio	0,98	0,95	0,97	0,90	0,92

Содержание лизина в зерне определяется влагой и теплом в период активной вегетации растений. Высокие положительные коэффициенты корреляции между содержанием лизина в зерне коллекционных образцов ярового тритикале и гидротермическими коэффициентами за апрель-август ( $r=0,99$ ) указывают на влияние комплекса факторов внешней среды на формирование показателей качества зерна тритикале в агрофитоценозах Среднего Приамурья.

**Заключение.** Выделены образцы ярового тритикале с высокой урожайностью зерна – Ровня, Ульяна, АС Certa, Виктория, Лана, Дагво, Лотос, Золотой

гребешок, Мыкола, Узор, Sandio; с высоким содержанием белка в зерне – АС Certa, Дагво, Скорый, Золотой гребешок; с высоким содержанием лизина в зерне – Дагво, Кобзар, Лосиновске, Sandio. Установлено существенное влияние гидротермических условий в период апрель-август на формирование урожайности и качества зерна у коллекционных образцов ярового тритикале в почвенно-климатических условиях Среднего Приамурья. Уровень ГТК за апрель-август в пределах и выше среднемноголетних значений (2,0-3,0) является наиболее благоприятным для культуры тритикале в условиях Среднего Приамурья.

### Список литературы

1. Абделькави, Р. Н. Особенности формирования качества зерна яровой тритикале в контрастных погодно-климатических условиях / Р. Н. Абделькави, А. А. Соловьев // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 2. – С. 3–7.
2. Акимова, О. И. Яровая тритикале в степной зоне республики Хакасия / О. И. Акимова, В. И. Кадычегова, А. С. Грудинин // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. – 2020. – № 1. – С. 6–12.
3. Босиева, О. И. Содержание белка и аминокислотный состав зерна тритикале / О. И. Босиева, Е. А. Плиева, Г. Ф. Джиеова // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 48. – № 2. – С. 102–104.
4. Бояркин, Е. В. Оценка селекционного материала ярового тритикале / Е. В. Бояркин, А. Д. Тетеревская, С. В. Юрченко // Вестник ИРГСХА. – 2017. – № 78. – С. 7–13.
5. Горянина, Т. А. Влияние климатических условий на урожайность озимого тритикале в условиях глобального потепления климата / Т. А. Горянина // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 8. – С. 12–16.
6. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка / Межгосударственный стандарт. – Москва: Стандартинформ, 2009.
7. ГОСТ 13496.21-15. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения лизина и триптофана / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Москва: Стандартинформ, 2016.
8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. Досчанов, Ж. С. Ценные хозяйственные отметки и показатели качества зерна тритикале / Ж. С. Досчанов, С. К. Бабоев // Universium: химия и биология. – 2020. – № 3. – С. 15–17.
10. Ермоленко, О. И. Проявление технологических качеств зерна яровой тритикале у разных генотипов по запасным белкам / О. И. Ермоленко, И. В. Груздев, А. Ж. Турбаев, Л. П. Колмыкова, Н. Л. Кузнецова, А. А. Соловьев // Биотехнология в растениеводстве, живот-



новодстве и сельскохозяйственной микробиологии : матер. всеросс. конф. (27–29 октября 2020 г.). – Москва, 2020. – С. 99–101.

11. Мельникова, О. В. Биологическая урожайность и качества зерна сортов яровой пшеницы, ячменя, овса и тритикале в условиях юго-запада центрального региона России / О. В. Мельникова, В. Е. Ториков, М. П. Наумова, Н. В. Милехина, О. А. Зайцева, И. А. Сальникова, Е. М. Евгеш // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 5. – С. 20–26.

12. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Москва : Колос, 1989. – Вып. 2. – 267 с.

13. Пилипенко, Ж. С. Результаты изучения исходного материала для селекции ярового тритикале / Ж. С. Пилипенко // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2015. – № 51. – С. 302–308.

14. Рожков, А. А. Влияние способов посева и норм высева на изменение показателей качества зерна растений тритикале ярового / А. А. Рожков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 1. – С. 37–40.

15. Серажетдинов, И. В. Формирование содержания белка и его валового сбора в зерне озимой тритикале / И. В. Серажетдинов // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – Т. 1. – С. 140–143.

16. Сидельникова, Н. А. Возделывание тритикале в условиях Белгородской области / Н. А. Сидельникова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2020. – № 4. – С. 170–177.

17. Турбаев, А. Ж. Сравнительное изучение сортообразцов яровой тритикале по показателям качества зерна / А. Ж. Турбаев, Н. Х. Сергалиев, А. А. Соловьев // Известия ТСХА. – 2019. – Вып. 1. – С. 19–33.

18. Фатуллаев, П. У. Изучение сортов ячменя на качество зерна в условиях Нахичеванской автономной республики Азербайджана / П. У. Фатуллаев // Бюллетень науки и практики. – 2019. – Т. 5. – № 6. – С. 145–152.

## References

1. Abdel’kavi, R. N., Solov’ev, A. A. Osobennosti formirovaniya kachestva zerna yarovoi tritikale v kontrastnykh pogodno-klimaticheskikh usloviyakh (Features of the formation of grain quality in spring triticale in contrasting weather and climatic conditions), *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, 2020, No 2, PP. 3-7.

2. Akimova, O. I., Kadychegova V. I., Grudin A. S. Yarovaya tritikale v stepnoi zone respubliki Khakasiya, (Spring triticale in the steppe zone of the Republic of Khakassia), *Vestnik Buryatskoi gosudarstvennoi el’skokhozyaistvennoi akademii im. V.R. Filippova*, 2020, No 1, PP. 6-12.

3. Bosieva, O.I., Plieva, E.A., Dzhioeva, G.F. Soderzhanie belka i aminokislotnyi sostav zerna tritikale (Protein content and amino acid composition of triticale grain), *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2011, T. 48, No 2, PP. 102-104.

4. Boyarkin, E.V., Teterevskaya, A.D., Yurchenko, S.V. Otsenka selektsionnogo materiala yarovogo tritikale (Evaluation of breeding material for spring triticale), *Vestnik IrGSKhA*, 2017, No 78, PP. 7-13.

5. Goryanina, T.A. Vliyanie klimaticheskikh uslovii na urozhainost’ ozimogo tritikale v usloviyakh global’nogo potepleniya klimata (The influence of climatic conditions on the yield

of winter triticale in the context of global warming), *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*, 2015, No 8, PP. 12-16.

6. GOST 10846-91. Zerno i produkty ego pererabotki. Metod opredeleniya belka (GOST 10846-91. Grain and its' processing products. Protein determination method), *Mezhgosudarstvennyi standart*, Moskva, Standartinform, 2009.

7. GOST 13496.21-15. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya lizina i triptofana (GOST 13496.21-15. Feed, compound feed, compound feed raw materials. Methods for the determination of lysine and tryptophan), *Mezhgosudarstvennyi sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii*, Moskva, Standartinform, 2016.

8. Dospekhov, B. A. *Metodika polevogo opyta* (Field experiment technique), Moskva, Agropromizdat, 1985, 351 p.

9. Doschanov, Zh. S., Baboev, S. K. Tsennyye khozyaistvennyye otmetki i pokazateli kachestva zerna tritikale (Valuable economic marks and quality indicators of triticale grain), *Universum: khimiya i biologiya*, 2020, No 3, PP. 15-17.

10. Ermolenko, O. I. Proyavlenie tekhnologicheskikh kachestv zerna yarovoi tritikale u raznykh genotipov po zapasnym belkam (Manifestation of technological qualities of spring triticale grain in different genotypes by the protein content), O. I. Ermolenko, I. V. Gruzdev, A. Zh. Turbaev, L. P. Kolmykova, N. L. Kuznetsova, A.A. Solov'ev, *Biotekhnologiya v rastenievodstve, zhivotnovodstve i sel'skokhozyaistvennoi mikrobiologii: mater. vseross. konf. (27-29 oktyabrya 2020 g.)*, Moskva, 2020, PP. 99-101.

11. Mel'nikova, O. V. Biologicheskaya urozhainost' i kachestva zerna sortov yarovoi pshenitsy, yachmenya, ovsa i tritikale v usloviyakh yugo-zapada tsentral'nogo regiona Rossii (Biological yield and grain quality of spring wheat, barley, oats and triticale varieties in the south-west of the central region of Russia), O. V. Mel'nikova, V. E. Torikov, M. P. Naumova, N. V. Milekhina, O. A. Zaitseva, I. A. Sal'nikova, E. M. Evgesh, *Vestnik Bryanskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2020, No 5, PP. 20-26.

12. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (Methodology for state variety testing of agricultural crops), Moskva, Kolos, 1989, Vyp. 2, 267 p.

13. Pilipenko, Zh. S. Rezul'taty izucheniya iskhodnogo materiala dlya selektsii yarovogo tritikale (The results of the study of the source material for the selection of spring triticale), *Zemledelie i selektsiya v Belarusi*, 2015, No 51, PP. 302-308.

14. Rozhkov, A. A. Vliyanie sposobov poseva i norm vyseva na izmenenie pokazatelei kachestva zerna rastenii tritikale yarovogo (The influence of sowing methods and seeding rates on the change in grain quality indicators of spring triticale plants), *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2014, No 1, PP. 37-40.

15. Serazhetdinov, I. V. Formirovanie soderzhaniya belka i ego valovogo sbora v zerne ozimoi tritikale (Formation of the protein content and its gross yield in the grain of winter triticale), *Vestnik Nizhegorodskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2012, T. 1., PP. 140-143.

16. Sidel'nikova, N. A. Vozdelyvanie tritikale v usloviyakh Belgorodskoi oblasti (Cultivation of triticale in the Belgorod region), *Innovatsii v APK: problemy i perspektivy*, 2020, No 4, PP. 170-177.

17. Turbaev, A. Zh., Sergaliev, N. Kh., Solov'ev, A. A. Sravnitel'noe izuchenie sortoo-braztsov yarovoi tritikale po pokazatelyam kachestva zerna (Comparative study of varieties of spring triticale in terms of grain quality), *Izvestiya TSKhA*, 2019, Vyp. 1., PP. 19-33.

18. Fatullaev, P. U. Izuchenie sortov yachmenya na kachestvo zerna v usloviyakh Nakhichevanskoi avtonomnoi respubliky Azerbaidzhana (Study of barley varieties for grain quality in the conditions of the Nakhichevan Autonomous Republic of Azerbaijan), Byulleten' nauki i praktiki, 2019, T. 5, No 6, PP. 145–152.

© Зенкина К. В., Асеева Т. А., Ломакина И. В., Рубан З. С., 2021

### **Информация об авторах**

**Зенкина Кристина Владимировна**, младший научный сотрудник Лаборатории селекции зерновых колосовых культур; ХФИЦ ДВО РАН обособленное подразделение Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства; ул. К. Маркса, д. 107, г. Хабаровск, e-mail: polosataya-zebra@mail.ru;

**Асеева Татьяна Александровна**, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства; ХФИЦ ДВО РАН обособленное подразделение Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства; ул. К. Маркса, д. 107, г. Хабаровск, e-mail: aseeva59@mail.ru;

**Ломакина Ирина Викторовна**, старший научный сотрудник отдела селекции зерновых культур; ХФИЦ ДВО РАН обособленное подразделение Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства; ул. К. Маркса, д. 107, г. Хабаровск, e-mail: dvniish\_delo@mail.ru;

**Рубан Зинаида Сергеевна**, старший научный сотрудник отдела селекции зерновых культур; ХФИЦ ДВО РАН обособленное подразделение Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства; ул. К. Маркса, д. 107, г. Хабаровск, e-mail: dvniish\_delo@mail.ru.

### **Information about authors**

**Kristina V. Zenkina**, Junior Researcher, Cereals Breeding Laboratories, KhFRC FEB RAS Far Eastern Agricultural Research Institute, K. Marksa, 107, Khabarovsk, e-mail: polosataya-zebra@mail.ru;

**Tatiana A. Aseeva**, Doctor Agricultural Sciences, Corresponding Member of the RAS, Chief Researcher, Far Eastern Agricultural Research Institute, KhFRC FEB RAS Far Eastern Agricultural Research Institute, K. Marksa, 107, Khabarovsk, aseeva59@mail.ru;

**Irina V. Lomakina**, Researcher, Cereal Breeding Department, KhFRC FEB RAS Far Eastern Agricultural Research Institute, K. Marksa, 107, Khabarovsk, e-mail: dvniish\_delo@mail.ru;

**Zinaida S. Ruban**, Researcher, Cereal Breeding Department, KhFRC FEB RAS Far Eastern Agricultural Research Institute, K. Marksa, 107, Khabarovsk, e-mail: dvniish\_delo@mail.ru.



УДК 633.31 (571.6)

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-23-34

## К ИСТОРИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЮЦЕРНЫ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ (обзорная статья)

**Елена Павловна Иванова, Любовь Григорьевна Яюк**

*Сахалинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,  
г. Южно-Сахалинск*

**Аннотация.** История возделывания люцерны на Дальнем Востоке доказывает не только возможность, но и перспективность ее выращивания и расширения посевных площадей под этой «королевой» кормовых культур. Приведенный в статье материал по истории возделывания люцерны, а также собственные результаты исследований с люцерной изменчивой, проведенные нами в Приморской ГСХА, а также совместно с ПримНИИСХ в период с 1997 по 2020 гг., дают нам основание утверждать, что люцерна, как одна из древнейших культур мирового земледелия, не имеет себе равных среди бобовых трав по кормовым достоинствам. Люцерна – высокоурожайная, долголетняя, улучшающая плодородие почвы, оказывающая оздоравливающее воздействие на агроэкосистему, культура должна занять достойное место в кормопроизводстве Дальнего Востока. Современные сорта люцерны отличаются высокой продуктивностью, зимостойкостью, менее требовательны к термическим и эдафическим факторам среды жизнеобитания, устойчивы к повышенной кислотности почвы и можно подобрать сорта люцерны, соответствующие почвенно-климатическим условиям нашего региона, для конкретного места выращивания. Сорта с высокой потенциальной продуктивностью и устойчивостью к различным стрессам обеспечат повышение урожая, улучшение качества урожая, ресурсо- и энергоэкономичность производства кормов. При соблюдении технологических приемов возделывания люцерны можно создать высокопродуктивный, длительного пользования травостой, обеспечивающий животных кормами высокого качества.

**Ключевые слова:** люцерна, Дальний Восток, история, ученые, возделывание, сорт.

## TO THE HISTORY OF ALFALFA CULTIVATION IN THE FAR EAST (overview article)

**E. P. Ivanova, L. G. Yayuk**

*Sakhalin Research Institute of Agriculture, Yuzhno-Sakhalinsk*

**Abstract.** The history of alfalfa (*Medicago*) cultivation in the Far East proves the possibility and the perceptiveness of growing alfalfa and expanding the acreage under this “queen” of forage crops. The material presented in the article and our results of research of *Medicago varia* (from 1997 to 2020), carried out in the Primorskaya State Academy of Agriculture with the Primorye Research Institute of Agriculture, give reason to consider the alfalfa as superior to other legumes in terms of fodder merits. Alfalfa is a high-yielding, long-term crop that increases soil fertility and heals the whole agro-ecosystem. This is one of the oldest crops in world agriculture, which should take its rightful place in the fodder production of the Far East. It should be noted that modern alfalfa varieties are distinguished by higher productivity, winter hardiness, less demanding on thermal and edaphic factors of the living environment, resistant to increased soil acidity, i.e. it is quite realistic to select alfalfa varieties that correspond to the soil and climatic conditions of our

region, differentiated for a specific place of cultivation. Varieties that combine high potential productivity with resistance to various stresses are able to provide an increase in the size and quality of the crop, resource and energy efficiency, environmentally friendly production of feed while maintaining optimal environmental parameters. If the technological methods of alfalfa cultivation are observed, it is possible to create highly productive, durable herbage that provides animals with an excellent quality feed. The creation of pasture and hayfields with a high content of leguminous crops is an important area of modern forage production, which significantly increases its efficiency and competitiveness.

**Key words:** alfalfa, the Far East, history, scientists, cultivation, variety.

По комплексу природно-климатических условий Дальний Восток не имеет себе аналогов ни в одном другом регионе России. Это самая холодная и трудная для жизни человека зона обитания РФ, о которой известный учёный А. П. Капица писал: «Вряд ли найдётся в стране, да и в мире, ещё один район с таким разнообразием условий существования живой и мертвой природы, с такими сложными условиями развития народного хозяйства. Дальний Восток – это район неограниченных потенциальных возможностей». Особенности муссонного климата побережья Тихого океана и его влияния на возделывание сельскохозяйственных культур и технологию выращивания давно известны в Китае, Вьетнаме, Японии, Индонезии. Дальневосточники начали освоение территории и земельных ресурсов всего около 180 лет назад.

Первыми землепользователями в регионе были старообрядцы и казаки, выносливость, трудолюбие и крепкий дух которых послужили отправной вехой начала развития дальневосточного природопользования.

Необходимость обеспечения местного населения продовольствием послужила началом проведения опытнической работы в земледелии Дальнего Востока. Дальневосточный регион России заселяли уроженцы западных областей России и Украины, они привозили с собой семена различных культур, но в муссонном климате они не давали устойчивых урожаев. Еще в начальный период опытнической работы на Дальнем Востоке (1908-1924 гг.) опытами на Никольск-Уссурийском

и Амурском полях установлен значительный эффект от внесения навозных удобрений, а в случае их недостатка рекомендовалось использование посевов люцерны, клевера, волоснеца, костреца безостого [47]. Испытаниями, произведёнными на Уссурийской опытной станции с 1926 по 1930 гг., для южных районов Уссурийской области показаны посевы люцерны желтой, в центральной части с неустойчивым снежным покровом с успехом может производиться посев люцерны желтой в смеси с тимофеевкой или американским пыреем [17].

Селекционная работа с многолетними травами в зоне Дальнего Востока началась в 30-х годах. В эти годы были созданы и районированы сорта люцерны Амурская 33, Амурская синяя (Амурская опытная станция) [26].

В 40-х годах колхозам Приморского края рекомендованы кормовые севообороты с клевером красным, люцерной синегрибридной и желтой [3]. Даются рекомендации по семеноводству люцерны [1, 2].

В 50-е годы, сравнительно благоприятный период для высокопродуктивной науки Дальнего Востока, проведены большие исследования по разработке систем земледелия (в Хабаровском и Приморском краях, Амурской области). Следует отметить особый вклад А. Г. Воложенина в защиту травопольной системы, необоснованно уничтоженной в 1960-е годы. Воложенин А. Г. открыто выступил в её защиту и доказал жизнеспособность травопольной системы в экстремальных условиях дальневосточного земледелия [47].

Настоящим «ренессансом» для люцерны на Дальнем Востоке, особенно в Приморском крае и Амурской области, стали 80-е годы, когда на неё возлагались особые надежды, она широко пропагандировалась и внедрялась. В «Системах ведения сельского хозяйства Дальнего Востока» говорится о наибольшей перспективности люцерны на легких дренированных почвах прибрежных районов Приморья, в Амурской области, Хабаровском крае – о возделывании люцерны сортов Марусинская 425, Амурская синяя, Камалинская 930, так как все сорта клевера вымерзают [40].

Люцерна в условиях Приморского края даёт хорошие урожаи, её посевы расширяются, люцерна и костреч рекомендуются для полного перезалужения культурных пастбищ. За счёт поливов, внесения минеральных удобрений можно обеспечить 2–3-х кратное скашивание люцерны и довести урожайность зеленой массы до 230–250 ц/га [16]. При высокой агротехнике и в благоприятных условиях один посев люцерны может использоваться 4–10 лет и более. Результатами исследований ПримНИИСХ (Аванесовой Л. Д., Воложениной О. А., Дубковой О. С.) и ПСХИ (Кошкаревой В. И.) показано, что люцерна даёт высокие урожаи [35, 47]. Как наиболее зимостойкая бобовая культура, люцерна предпочтительна для степной и прибрежной зон, клевер – для лесостепной и таёжной зон. Люцерна в Приморье даёт минимум 2 укоса с общим урожаем зеленой массы 250–350 ц/га. Высевают её с костречом под посев покровной культуры [18, 46].

В Приморском и Хабаровском краях люцерна превосходит клевер красный по урожайности более чем в 1,5 раза. Без полива за два укоса она даёт урожай зеленой массы в Хабаровском крае 350–400 ц/га, в Приморском крае – 400–450 ц/га [36, 39]. Как отмечает А. К. Чайка, с ростом уровня земледелия в Приморье создаётся реальная возможность успешного возделывания люцерны [49]. Однако решающим фактором, сдерживающим культуру люцерны, как в Приморье, так и на всем Дальнем Востоке, является нестабильная по годам семенная продуктивность, для

изменения такой ситуации требуется проведение селекционной и агротехнической работы [25]. В создании прочной кормовой базы люцерне, как высокобелковой культуре, должно принадлежать важное место среди многолетних трав. Значительное расширение её посевов увеличит производство высокопитательных кормов, повысит продуктивность сенокосно-пастбищных угодий [10].

Исследования в Приморской ГСХА проводятся с 1979 года и направлены на разработку зональной технологии возделывания люцерны. Доказаны высокие урожайные и продуктивные качества люцерны, возможность проведения 2–3 укосов за вегетационный период, высокая зимостойкость, возможность использования в качестве культуры-фитомелиоранта, положительное её влияние на плодородие почвы и т.д. [13, 20–24, 27, 28, 32]. За счет высокого содержания питательных веществ люцерны, как никакой другой корм, повышает плодовитость и репродуктивность скота [28].

В условиях Амурской области наибольшее распространение из бобовых трав получили клевер луговой и люцерна [14, 38]. Исследованиями, проведенными в 60–70-х годах Крутовым П. И., Моревой А. Н., Лисиной К. И., Чепелевым Р. Ф., в полевых севооборотах на Амурской сельскохозяйственной опытной станции было установлено, что наиболее высокие урожаи сена обеспечивают сложные травосмеси люцерны, тимopheевки, пырейника и клевера лугового в смеси с тимopheевкой.

Многолетними исследованиями, проведенными во ВНИИ сои и на опытном поле ДальГАУ, выявлена высокая эффективность норм высева бобовых (клевера лугового, люцерны) как в чистом виде, так и в смеси со злаковыми травами с продуктивностью 4–6 тыс. к. ед./га. На суходольных пастбищах без орошения наиболее устойчивой среди бобовых оказалась люцерна пестрогибридная. При пастбищном использовании целесообразно подсеивать в травостой люцерну через 5 лет пользования (клевер луговой – через два года). В злаковом травостое люцерна

(долгожитель среди многолетних бобовых трав) хорошо сохраняется [15].

Клевер луговой и люцерна дают высокую продуктивность зелёной массы, но семенная продуктивность – низкая, особенно в годы с повышенной влажностью, когда люцерна и клевер «израстают», не завязывая бобов [47].

В настоящее время 72 % посевных площадей Амурской области занято соей. Как утверждают учёные В. Т. Синеговская и Т. М. Слободяник, необходимо перестроить структуру кормового клина и многолетние травы должны занимать 45–50 % площади [37]. Немаловажную роль в этом может играть люцерна. Беркаль И. В. отмечает значительное увеличение урожая и чистого энергетического дохода трёх-четырёх-компонентных смесей трав (два злака + люцерна, два злака + люцерна + клевер) [9]. Показано использование люцерно-кострецовой травосмеси [7]. Установлено, что смесь костреца безостого 18,2 кг/га и люцерны 9,6 кг/га обеспечивает сбалансированные качественные корма [6, 8].

Первая попытка возделывания люцерны на острове Сахалин была сделана в 1957 году Черным В. А. По его данным, урожай зелёной массы люцерны в чистом посеве составил 83 ц/га – это в 2 раза превысило урожай клевера лугового. В 1966 году Б. Г. Бутовский продолжил работу и подтвердил возможность произрастания люцерны на острове. Далее работа с люцерной была прекращена вплоть до 1980 года.

С 1980 года изучение люцерны в условиях Сахалинской области было возобновлено [12]. В структуре посевов кормовых культур Сахалинской области люцерна занимала 0,6 % или 200 га в 1980 году с постепенным увеличением к 1985 году до 1,8 % или 700 га [42]. Результаты шестилетних исследований Сахалинского филиала ДальНИИСХ показали, что продуктивность люцерны характеризовалась стабильным ростом и на шестом году жизни составила 117 ц/га сухого вещества против 24 ц/га у клевера. В ОПХ «Тимирязевское» Сахалинского филиала ДальНИИСХ продуктивность люцерны в среднем за 6 лет жизни в сумме за 2 укоса

составила 342 ц/га зелёной массы. Обеспеченность кормовой единицы люцерны переваримым протеином достигает 252 г, тогда как у клевера – 174 г. Возделывание люцерны позволит не только улучшить качество кормов, но и в силу её продуктивного долголетия – получать их длительный период [43]. Важнейшая задача – правильный выбор сортов для муссонного климата. Хорошо зарекомендовали себя сорта люцерны синегибридной: Тамбовчанка, Вега, сорт Павловская (пестрая), обеспечивающие хорошую урожайность, с высоким содержанием обменной энергии и переваримого протеина в 1 к.ед. Но люцерна произрастает на почвах, нуждающихся в известковании, а это дополнительные материальные затраты [50].

Исследования, проведенные в Якутии [4], показали, что большинство сортов люцерны, интродуцируемых из районов традиционного люцерносеяния, здесь вымерзают. В 1975–1980 гг. в Якутском НИИСХ на мерзлотной пойменной почве изучалась травосмесь с люцерной синегибридной сорта Омская 8893. В первый же год люцерна вымерзла [5], тогда как в Приморье сохранность этого сорта была 100 % [27]. В «Зональной системе земледелия Якутской АССР», опубликованной в 1982 году приводится перспективная технология возделывания люцерны на семена (рекомендуемый посев – первая половина июля с нормой высева 5–6 кг/га) [19]. До 1985 года в Якутии не было районированных сортов люцерны. При анализе данных по интродукции люцерны на мерзлотные почвы Якутии и Магаданской области с 1930 по 1985 гг., отмечается, что первым сортом люцерны гарантированной зимостойкости в условиях Центральной Якутии стал сорт Якутская жёлтая (авторы – селекционеры ЯНИИСХ Соромотина А. А., Яковлев А. С.), районированный с 1989 года [29, 45]. Выведены сорта люцерны изменчивой, рекомендуемые для возделывания в экстремальных условиях Якутии [11]. Кроме сорта люцерны Якутская жёлтая, выведены ещё два ультразимостойких сорта – люцерны изменчивой Сюлинская и люцерны серповидной Дар Вилюя (Институт биологических проблем криолито-



зоны сибирского отделения РАН (ИБПК АН РС (Я).

В условиях Якутии показано, что люцерна Якутская жёлтая и Сюлинская значительно превосходят другие сорта по урожайности кормовой массы и семян, зимостойкости. В среднем за 1985–1995 годы урожайность зеленой массы у Якутской местной была 217 ц/га, у Сюлинской – 207 ц/га, а семян – 0,64 и 1,42 ц/га соответственно, они ежегодно обеспечивали гарантированный урожай семян [30]. В 2010 г. на государственное сортоиспытание передан сорт люцерны Мяндинская (автор – селекционер Якутского НИИСХ Сивцева Валентина Ивановна), продуктивное долголетие 7 и более лет [34], однако сорт не прошел испытания и не районирован. В ИБПК АН РС (Я) биотехнологическими методами впервые созданы и выявлены ценные генетические формы люцерны, позволяющие увеличить семенную продуктивность растений. Несмотря на научные достижения, в кормопроизводстве республики Саха в настоящее время наблюдается спад [31].

В 1977–1978 гг. в Хабаровском крае изучено 80 образцов люцерны (Франция, Чехословакия, Парагвай, Литовская ССР, Красноярский край, Пензенская и Омская обл.), выделены образцы для селекционного использования с высокой урожайностью, высокой зимостойкостью [33]. В условиях Камчатской области из бобовых трав наиболее приспособлены к местным условиям клевер красный, гибридный, ползучий [41, 44], люцерна не получила распространения.

Современное состояние кормопроизводства Дальневосточного региона характеризуется как экстенсивное. Во всех субъектах Дальневосточного федерального округа продолжается устойчивое снижение площади кормовых угодий. Исследовательская работа по кормопроизводству ведется в шести институтах, которыми накоплен научный материал, убеждающий о реальной возможности увеличения урожайности, повышения протеиновой обеспеченности кормов и снижении энергозатрат на их производство. Увеличение видового и сортового разнообразия трав, совершенствование

структуры посевов кормовых культур – эффективный метод повышения устойчивости кормопроизводства [48].

В данной статье осуществлена попытка проведения краткого исторического экскурса возделывания люцерны в дальневосточном земледелии. История возделывания люцерны на Дальнем Востоке доказывает не только возможность, но и перспективность выращивания люцерны и расширения посевных площадей под этой по-настоящему «королевой» кормовых культур. Приведенный в статье материал по истории возделывания люцерны, а также собственные результаты исследований с люцерной изменчивой в период с 1997 по 2020 гг., проведенные нами в Приморской ГСХА, а также совместно с ПримНИИСХ, дают основание утверждать, что люцерна как одна из древнейших культур мирового земледелия, не имеющая себе равных среди бобовых трав по кормовым достоинствам, высокоурожайная, долголетняя, увеличивающая плодородие почвы, оздоравливающая агроэкосистему должна занять достойное место в кормопроизводстве Дальнего Востока. Следует также подчеркнуть, что современные сорта люцерны отличаются более высокой продуктивностью, зимостойкостью, менее требовательны к термическим и эдафическим факторам среды жизнеобитания, устойчивы к повышенной кислотности почвы, то есть вполне реально подобрать сорта люцерны, соответствующие почвенно-климатическим условиям нашего региона, дифференцированно для конкретного места выращивания. Сорта с высокой потенциальной продуктивностью и устойчивостью к различным стрессам обеспечат увеличение урожая и его качества, ресурсо- и энергоэкономичность производства кормов. При соблюдении технологических приемов возделывания люцерны можно создать высокопродуктивный, длительного пользования травостой, обеспечивающий животных кормами непременно отличного качества. Кормовые угодья с высоким содержанием бобовых культур значительно повысят эффективность и конкурентоспособность современного кормопроизводства.

### Список литературы

1. Агроправила основных сельскохозяйственных культур по колхозам Приморского края на 1940 г. / Прим. краев. зем. отдел. – Владивосток, 1940. – 152 с.
2. Агроправила для колхозов Приморского края / Прим. краев. зем. отдел. – Владивосток : Примкрайиздат, 1945. – 239 с.
3. Агротехника сельскохозяйственных культур в Приморском крае / Прим. краев. упр-ние сельск. х-ва. – Владивосток, 1949. – 271 с.
4. Архипова, А.А. Зимостойкость люцерны в Центральной Якутии / А.А. Архипова, А.С. Яковлев // Биологические проблемы Севера. VI Симпозиум. Вып. 4. Якутск, 1974. – С. 79–81.
5. Басыгысова, А. П. Влияние орошения и удобрений на продуктивное долголетие сеяной травосмеси / А. П. Басыгысова // Селекция и возделывание кормовых культур на Дальнем Востоке : сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние, Новосибирск, 1982. – С. 56–60.
6. Беркаль, И. В. Изучение старовозрастных травостоев из многолетних трав коостреца безостого и люцерны / И. В. Беркаль // Адаптивные технологии в растениеводстве Амурской области : сб. науч. тр. Даль ГАУ. – Благовещенск : Изд-во ДальГАУ, 2012. – Вып.8. – С.47–51.
7. Беркаль, И. В. Использование многолетних трав из люцерно-коострецовой смеси на пашне в южной зоне Амурской области / И. В. Беркаль // Дальневосточный аграрный вестник, 2007. – Вып. 4. – С. 22–24.
8. Беркаль, И.В. Сеяные многолетние травы в южной зоне Амурской области / И.В. Беркаль // Вестник Красноярского ГАУ. - 2015. – №11 (110). – С. 177-183.
9. Беркаль, И. В. Создание сеяных травостоев на пашне и их многоукосное использование в условиях южной зоны Амурской области: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х наук: 06.01.09 /Беркаль Ирина Васильевна ; Дальневосточный гос. аграрный ун-т.– Благовещенск, 1999.–21 с.
10. Воложенина, О. А. Влияние сроков скашивания на продуктивное долголетие люцерны / О. А. Воложенина, О. С. Дубкова // Вопросы технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Приморском крае : сб.н. тр. // РАСХН. Сиб. отд-ние, ПримНИ-ИСХ. – Новосибирск, 1991. – С. 53–61.
11. Денисов, Г. В. Влияние способа посева на продуктивность люцерны изменчивой в условиях Центральной Якутии / Г. В. Денисов, Л. Г. Атласова // Кормопроизводство. – 2008. – № 6. – С. 5–6.
12. Дряхлов, Л. М. Система кормопроизводства Сахалинской области и перспективы её развития / Л. М. Дряхлов, А. И. Хрушков / Производство кормов на индустриальной основе / Научно-техн. бюллетень. Сиб. отд-ние ВАСХНИЛ, 1982. – Вып. 37, 38. – С. 16–20.
13. Емельянов, А. Н. Влияние известкования и минеральных удобрений на продуктивность, питательную и энергетическую ценность люцерны в условиях Приморского края / А. Н. Емельянов, Е. П. Иванова // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 6. – С. 17–20.
14. Емельянов, А. П. Зональная технология возделывания основных кормовых культур в Амурской области / А. П. Емельянов, Т. М. Слободяник. – Новосибирск, 1989. – С. 14–16.
15. Емельянов, А. П. Создание сеяных бобовых многолетних трав на пашне и их интенсивное использование в условиях южной зоны Приамурья /А.П. Емельянов // Дальневосточный аграрный вестник. – 2008. – Вып. 3(7). – С. 64–69.
16. Забава, А. К. Перспективы кормопроизводства Приморского края. Производство кормов на индустриальной основе / А. К. Забава // Научно-техн. бюллетень. Сиб. отд-ние ВАСХНИЛ, 1982. – Вып. 37, 38. – С. 10–14.

17. Захаркин, Ф. Г. Севооборот. Агротехника полевых культур Уссурийской области / Ф. Г. Захаркин. – Уссур. областн. гос. селекц. станция. – Хабаровск, Дальгиз, 1938. – С. 3–9.
18. Зелёный конвейер Приморского края : рекомендации / сост. О. А. Воложенина, под ред. А. К. Чайки. – Новосибирск, Сиб. отд-ние ВАСХНИЛ, 1987. – 38 с.
19. Зональная система земледелия Якутской АССР / ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние. Якут. НИИСХ. – Новосибирск, 1982. – 284 с.
20. Иванова, Е. П. Влияние способа посева на развитие и продуктивность люцерны при долголетнем использовании в условиях Приморского края / Е. П. Иванова // Вестник АГАУ. – 2015. – № 9 (131). – С. 23–26.
21. Иванова, Е. П. Динамика структурного состава почвы под люцерной в многолетнем цикле / Е. П. Иванова // Земледелие. – 2012. – № 1. – С. 18–19.
22. Иванова, Е. П. Продуктивность люцерны изменчивой в одновидовых посевах и травосмесях при многоукосном использовании в условиях Приморского края / Е. П. Иванова, А. Н. Емельянов // Кормопроизводство. – 2009. – № 5. – С. 6–9.
23. Иванова, Е. П. Урожайность и качество люцерны изменчивой в одновидовых посевах и травосмесях / Е. П. Иванова // АгроXXI. – 2012. – № 7-9. – С. 36–38.
24. Ivanova, E. P. The role of defecate and microbial nitrogen-fixing preparations in the formation of alfalfa variety yield in the conditions of the south of Primorsky Krai [Electronic resource] // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Vol. 547, is. 1. – Article 12008.
25. Интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Приморье / [сост. А.К. Чайка]. – Владивосток : Дальневост. кн. изд-во, 1988. – 183 с.
26. Конечный, В. М. Селекция и семеноводство многолетних трав на Дальнем Востоке / Селекция и возделывание кормовых культур на Дальнем Востоке: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние, Новосибирск, 1982. – С. 3–10.
27. Кошкарева, В. И. Агробиологическое изучение люцерны в Приморском крае / В. И. Кошкарева, В. А. Кожевников // Актуальные проблемы кормопроизводства в Приморском крае. – Уссурийск: ПСХИ, 1984. – С. 34–38.
28. Ли, Джу Сам. О возможности производства люцерны в Приморском крае / Ли Джу Сам, А. А. Демин, А. А. Федоров // Резервы увеличения производства продукции растениеводства в Приморском крае : сб. науч. тр. / МСХ и продовольствия РФ, ПГСХА. – Уссурийск, 1997. – С. 48–56.
29. Осипова, В. В. Биологические и агротехнические основы возделывания люцерны в зоне вечной мерзлоты: на примере Республики Саха (Якутия): автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд с.-х. наук: 06.01.01, Валентина Валентиновна Осипова, Институт северного луговодства АН РАН, Якутск, 2000, 24 с.
30. Осипова, В. В. Продуктивность люцерны серповидной и люцерны изменчивой в условиях Якутии / В. В. Осипова, Н. Н. Лазарев // Известия ТСХА, 2010. – Вып. 1. – С. 50–58.
31. Павлова, С. А. Кормопроизводство в Республике Саха (Якутия): состояние и перспективы / С. А. Павлова, Е. С. Пестерева, Г. Е. Захарова // Кормопроизводство. – 2018. – № 5. – С. 5–9.
32. Путинцева, Е. П. Эффективность возделывания люцерны в Приморском крае / Е. П. Путинцева // Перспективы сотрудничества российских аграрных учебных заведений со странами Азиатско-Тихоокеанского региона : материалы междунар. регион. науч. конф. / МСХ РФ, Примор. ГСХА. – Уссурийск : ПГСХА, 1999. – С. 171.
33. Сафонов, В. И. Оценка образцов люцерны в Хабаровском крае / В. И. Сафонов // Селекция и возделывание кормовых культур на Дальнем Востоке : сб. науч.тр. /ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние, Новосибирск, 1982. – С. 21–24.

34. Сивцева, В. И. Результаты селекционной работы по многолетним травам в Якутском НИИСХ / В. И. Сивцева // Дальневосточный аграрный вестник. – 2014. – № 3. – С. 34–36.
35. Сидоренко, П. К. Пути интенсификации кормопроизводства в Приморском крае / П. К. Сидоренко // Актуальные проблемы кормопроизводства в Приморском крае : сб. науч. тр. – Уссурийск : ПСХИ, 1984. – С. 3–7.
36. Сидоренко, П. К. Культуры для зеленого конвейера / П. К. Сидоренко, В. Х. Рыженко // Актуальные проблемы кормопроизводства в Приморском крае: сб. науч. тр. – Уссурийск : ПСХИ, 1984. – С. 7–15.
37. Синеговская, В. Т. Возделывание кормовых культур в Амурской области / В. Т. Синеговская, Т. М. Слободяник // Кормопроизводство. – 2012. – № 12. – С. 28–29.
38. Система ведения сельского хозяйства Амурской области / ВАСХНИЛ, Сиб. отделение, ВНИИ сои, Новосибирск, 1986. – 293 с.
39. Система ведения сельского хозяйства в Приморском крае на 1986-1990 гг. : рекомендации / под. ред. А. К. Чайки. ВАСХНИЛ, Сиб. отделение, ПримНИИСХ, Новосибирск, 1987. – 326 с.
40. Система ведения сельского хозяйства Дальнего Востока / под ред. Г. Т. Казьмина и др. – ДальНИИСХ. – Хабаровск : Хабар. кн. изд-во, 1979. – 281 с.
41. Система ведения агропромышленного производства в Камчатской области / РАСХН ДВНМЦ, Камчат. НИИСХ. – Петропавловск-Камчатский, 2005. – 200 с.
42. Система ведения сельского хозяйства Сахалинской области. Раздел. 1. Зональная система земледелия / ВАСХНИЛ, Сиб. отделение. Сах. фил. ДальНИИСХ. – Новосибирск, 1982. – 246 с.
43. Система земледелия Сахалинской области : рекомендации / ВАСХНИЛ, Сиб. отделение. Сах. фил. ДальНИИСХ. – Новосибирск, 1989. – 252 с.
44. Система ведения сельского хозяйства Камчатской области / ВАСХНИЛ, Сиб. отделение, Камчатск. с.-х. оп. станция, Петропавловск-Камчатский : ДВ кн. изд-во, 1986. – 128 с.
45. Соромотина, А. А. Технология возделывания люцерны изменчивой в Центральной Якутии: метод. рекомендации / А. А. Соромотина // РАСХН. Сиб. отделение НПО «Якутское» Якутский НИИСХ. – Новосибирск, 1993. – 29 с.
46. Технология возделывания основных сельскохозяйственных культур в Приморском крае: рекомендации / сост. Л. Д. Аванесова, О. А. Воложенина, А. И. Живчиков [и др.] – Новосибирск, Сиб. отделение ВАСХНИЛ, 1986. – 190 с.
47. Чайка, А. К. Аграрная наука на Дальнем Востоке в 1908-2007 гг. / А. К. Чайка, А. П. Ващенко. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – 136 с.
48. Чайка, А. К. Кормопроизводство Дальнего Востока и научно-практические основы его развития / А. К. Чайка, А. Н. Емельянов // Земледелие. – 2009. – № 6. – С. 6–9.
49. Чайка, А. К. Перспективные кормовые культуры и сорта / А. К. Чайка, С. П. Литвинюк, Т. В. Афолина // Вопросы технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Приморском крае: сб. науч. тр. // РАСХН. Сиб. отделение, ПримНИИСХ. – Новосибирск, 1991. – С. 80–84.
50. Чувилина, В. А. Состояние кормопроизводства на Сахалине: проблемы и перспективы развития // Международный научно-исследовательский журнал (International Research Journal). – 2016. – № 11(53). – С. 57–60.



### References

1. Agropравила osnovnykh sel'skokhozyaistvennykh kul'tur po kolhozam Primorskogo kraia na 1940g, (Agricultural Regulations of the Main Agricultural Crops for the Collective Farms of the Primorsky Region at 1940.) Prim. kraev. zem. Otdel, Vladivostok, 1940, 152 p.
2. Agropравила dlya kolhozov Primorskogo kraia (Agricultural Regulations for the Collective Farms of the Primorsky Region), Prim. kraev. zem. Otdel, Vladivostok, Primkraiizdat, 1945, 239 p.
3. Agrotekhnika sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v Primorskom krae (Agricultural Technology of Crops in Primorskiy Region), Prim. kraev. upr. nie sel'sk. h-va, Vladivostok, 1949, 271 p.
4. Arkhipova, A. A., Yakovlev, A.S. Zimostoikost' lyucerni v Centralnoi Yakutii (Winter Hardiness of Medicago in Central Yakutia), Biologicheskie problemy Severa, VI Simpozium, Vip. 4., Yakutsk, 1974, PP. 79–81.
5. Basygysova, A. P. Vliyanie orosheniya i udobrenii na produktivnoe dolgoletie seyanoi travosmesi (Influence of Irrigation and Fertilization on the Productive Longevity of the Sown Grass Mixture), Selekcija i vozdelывание kormovykh kul'tur na Dal'nem Vostoke, sb. nauch.tr., VASKhNIL, Sib. otd-nie, Novosibirsk, 1982, PP. 56–60.
6. Berkal', I. V. Izuchenie starovozrastnykh travostoev iz mnogoletnikh trav kostretsa bezostogo i lyucerni (Study of Old-growth Herbage from Perennial Grasses of Bromus inermis and Medicago), Adaptivnye tekhnologii v rastenievodstve Amurskoi oblasti, sb. nauch. tr., Dal'GAU, Blagoveschensk, Dal'GAU, 2012, Vyp. 8, PP. 47–51.
7. Berkal', I. V. Ispolzovanie mnogoletnikh trav iz lyucerno-kostrecovoi smesi na pashne v yuzhnoi zone Amurskoi oblasti (The Use of Perennial Grasses from the Mixture of Medicago and Bromus on Arable Land in the Southern Zone of the Amur Region), Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik, 2007, Vyp. 4, PP. 22–24.
8. Berkal', I. V. Seyanie mnogoletnie travy v yuzhnoi zone Amurskoi oblasti (Sown Perennial Grasses in the Southern Zone of the Amur Oblast), Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, Krasnoyarsk, 2015, No 11 (110), PP. 177–183.
9. Berkal', I. V. Sozdanie seyanykh travostoev na pashne i ikh mnogoukosnoe ispol'zovanie v usloviyakh yuzhnoi zony Amurskoi oblasti (Creation of Sown Grass Stands on Arable Land and their Multi-cut Use in the Southern Zone of the Amur Region), avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. s.-kh nauk, 06.01.09, Berkal' Irina Vasil'evna, Dal'nevostochnyi gos. agrarnyi un-t, Blagoveshchensk, 1999, 21 p.
10. Volozhenina, O. A., Dubkova, O. S. Vliyanie srokov skashivaniya na produktivnoe dolgoletie lyutserny (Influence of Mowing Time on Productive Longevity of Medicago), Voprosy tekhnologii vozdelывaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v Primorskom krae, sb.n. tr. RASKhN. Sib. otd-nie, PrimNIISKh, Novosibirsk, 1991, PP. 53–61.
11. Denisov, G. V., Atlasova, L. G. Vliyanie sposoba poseva na produktivnost' lyucerni izmenchivoi v usloviyakh Centralnoi Yakutii (Influence of the Sowing Method on the Productivity of Medicago varia in the Conditions of Central Yakutia), Kormoproizvodstvo, 2008, No 6, PP. 5–6.
12. Dryakhlov, L. M., Khrushkov, A. I. Sistema kormoproizvodstva Sakhalinskoi oblasti i perspektivy ee razvitiya (The Feed Production System of the Sakhalin Region and the Prospects for its Development), Proizvodstvo kormov na industrialnoi osnove, Nauchno-tehn. byulleten', Sib. otd-nie, VASKhNIL, 1982, Vyp. 37, 38, PP. 16–20.
13. Emelyanov, A. N., Ivanova, E. P. Vliyanie izvestkovaniya i mineralnykh udobrenii na produktivnost', pitatelnyuyu i energeticheskuyu cennost' lyucerni v usloviyakh Primorskogo kraia (Influence of Liming and Mineral Fertilizers on Productivity, Nutritional and Energy Value

of Medicago in the Conditions of Primorsky Region), Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2008, No 6, PP. 17–20.

14. Emelyanov, A. P., Slobodyanik T. M. Zonal'naya tekhnologiya vozdel'yvaniya osnovnykh kormovykh kul'tur v Amurskoi oblasti (Zonal Technology for the Cultivation of the Main Forage Crops in the Amur Region), Novosibirsk, 1989, PP. 14–16.

15. Emelyanov, A. P. Sozdanie seyanykh bobovykh mnogoletnikh trav na pashne i ikh intensivnoe ispol'zovanie v usloviyakh yuzhnoi zony Priamur'ya (Creation of Seeded Legumes of Perennial Grasses on Arable Land and their Intensive Use in the Southern Zone of the Amur Region) Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik, 2008, Vyp. 3 (7), PP. 64–69.

16. Zabava, A. K. Perspektivy kormoproizvodstva Primorskogo kraia (Prospects for Feed Production in Primorsky Region), Proizvodstvo kormov na industrial'noi osnove, Nauchno-tehn. byulleten', Sib. otd.-nie VASKhNIL, 1982, Vyp. 37, 38, PP. 10–14.

17. Zakharkin, F. G. Sevooborot (Crop Rotation), Agrotekhnika polevukh kul'tur Ussuriiskoi oblasti, Ussur. oblastn. gos. selekts. stantsiya, Habarovsk, Dalgiz, 1938, PP. 3–9.

18. Zelenyi konveier Primorskogo kraia: rekomendatsii (Green Forage Chain of Primorsky Region: Recommendations), sost. Volozhenina O. A., pod red. A. K. Chaiki, Sib. otd.-nie VASKhNIL, Novosibirsk, 1987, 38 p.

19. Zonal'naya sistema zemledeliya Yakutskoi ASSR (Zonal Farming System of the Yakut ASSR), VASKhNIL, Sib. Otd.-e. Yakut. NIISKh, Novosibirsk, 1982, 284 p.

20. Ivanova, E. P. Vliyanie sposoba poseva na razvitie i produktivnost' lyucerni pri dolgoletnem ispol'zovanii v usloviyakh Primorskogo kraia (The Influence of the Sowing Method on the Development and Productivity of Medicago During Long-term Use in the Conditions of Primorsky Region), Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2015, No 9 (131), PP. 23–26.

21. Ivanova, E. P. Dinamika strukturnogo sostava pochvy pod lyucernoii v mnogoletnem tsikle (Dynamics of the Structural Composition of Soils under Medicago in the Long-term Cycle), Zemledelie, 2012, No 1, PP. 18–19.

22. Ivanova, E. P., Emelyanov A. N. Produktivnost' lyucerni izmenchivoi v odnovidovykh posevakh i travosmesyakh pri mnogokosnom ispol'zovanii v usloviyakh Primorskogo kraia (Productivity of Medicago Varia in Single-species Crops and Grass Mixtures with Multi-cut Use in the Primorsky Region), Kormoproizvodstvo, 2009, No 5, PP. 6–9.

23. Ivanova, E. P. Urozhainost' i kachestvo lyucerni izmenchivoi v odnovidovykh posevakh i travosmesyakh (Yield and Quality of Medicago Varia in Single-species Crops and Grass Mixtures), AgroXXI, 2012, No 7–9, PP. 36–38.

24. Ivanova, E. P. The role of defecate and microbial nitrogen-fixing preparations in the formation of alfalfa variety yield in the conditions of the south of Primorsky Krai [Electronic resource], IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 2020, Vol. 547, is. 1, Article 12008 doi:10.1088/1755-1315/547/1/012008.

25. Intensivnye tekhnologii vozdel'yvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v Primor'e (Intensive Technologies of Cultivation of Crops in Primorye), sost. A. K. Chaika, Vladivostok, Dalnevost. kn. Izd-vo, 1988, 183 p.

26. Konechnyi, V. M. Seleksiya i semenovodstvo mnogoletnikh trav na Dal'nem Vostoke (Breeding and Seed Production of Perennial Grasses in the Far East), Seleksiya i vozdelivanie kormovykh kul'tur na Dal'nem Vostoke, sb. nauch.tr., VASKhNIL, Sib. otd.-nie, Novosibirsk, 1982, PP. 3–10.

27. Koshkareva, V. I., Kozhevnikov, V. A. Agrobiologicheskoe izuchenie lyucerni v Primorskom krae (Agrobiological Study of Medicago in the Primorsky Region), Aktualnye problemy kormoproizvodstva v Primorskom krae, Ussuriisk, PSKhI, 1984, PP. 34–38.

28. Li, Dzhu Sam, Demin, A.A., Fedorov, A.A. O vozmozhnosti proizvodstva lyucerni v Primorskom krae (About the Possibility of Medicago Production in the Primorsky Region), Rezervy uvelicheniya proizvodstva produktsii rasteniyevodstva v Primorskom krae, sb. nauch. tr., MSKh i prodovol'stviya RF, PGSKhA, Ussuriisk, 1997, PP. 48–56.
29. Osipova, V. V. Biologicheskie i agrotekhnicheskie osnovy vozdelivaniya lyucerni v zone vечноi merzloty: na primere Respubliki Saha (Yakutiya) (Biological and Agrotechnical Basis of Medicago Cultivation in the Permafrost Zone: the Example of the Republic of Sakha (Yakutia)), avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. s.-kh. nauk: 06.01.01, Valentina Valentinovna Osipova, Institut severnogo lugovodstva AN RAN, Yakutsk, 2000, 24 p.
30. Osipova, V. V., Lazarev, N. N. Produktivnost' lyucerni serpovidnoi i lyucerni izmenchivoi v usloviyah Yakutii (Productivity of Medicago Falcata and Medicago Varia in Yakutia), Izvestiya TSKhA, 2010, Vyp. 1, PP. 50–58.
31. Pavlova, S. A., Pestereva, E. S., Zakharova, G. E. Kormoproizvodstvo v Respublike Saha (Yakutiya): sostoyanie i perspektivy (Feed Production in the Republic of Sakha: State and Prospects), Kormoproizvodstvo, 2018, No5, PP. 5–9.
32. Putintseva, E. P. Effektivnost' vozdelivaniya lyucerni v Primorskom krae (The Efficiency of Medicago Cultivation in the Primorsky Region), Perspektivy sotrudnichestva Rossiiskikh agrarnykh uchebnykh zavedenii so stranami Aziatsko-Tihookeanskogo regiona, materialy mezhdunar. region. nauch. konf., MSKh RF, Primor. GSKhA, Ussuriisk, PGSKhA, 1999, P. 171.
33. Safonov, V. I. Otsenka obraztsov lyucerni v Habarovskom krae (Assessment of Medicago Samples in the Khabarovsk Region), Seleksiya i vozdelivanie kormovykh kul'tur na Dal'nem Vostoke, sb. nauch. tr., VASKhNIL, Sib. otd-nie, Novosibirsk, 1982, PP. 21–24.
34. Sivtseva, V. I. Rezultaty selektsionnoi raboty po mnogoletnim travam v Yakutskom NIISKh (The Results of Selection Work on Perennial Grasses in the Yakutsk Research Institute of Agriculture), Vestnik Dal'nevostochnogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2014, No 3, PP. 34–36.
35. Sidorenko, P. K. Puti intensivifikatsii kormoproizvodstva v Primorskom krae (Ways to Intensify Feed Production in the Primorsky Region), Aktual'nye problemy kormoproizvodstva v Primorskom krae, sb. nauch. tr., Ussuriisk, PSKhI, 1984, PP. 3–7.
36. Sidorenko, P. K., Ryzhenko, V. H. Kul'tury dlya zelenogo konveiera (Cultures for Green Forage Chain), Aktual'nye problemy kormoproizvodstva v Primorskom krae, sb. nauch. tr., Ussuriisk, PSHI, 1984, PP.7–15.
37. Sinegovskaya, V. T., Slobodyanik T. M. Vozdelivanie kormovykh kul'tur v Amurskoi oblasti (Cultivation of Forage Crops in the Amur Region), Kormoproizvodstvo, 2012, No 12, PP. 28–29.
38. Sistema vedeniya sel'skogo hozyaistva Amurskoi oblasti (Agricultural System of the Amur Region), VASKhNIL, Sib. otd-nie, VNII soi, Novosibirsk, 1986, 293 p.
39. Sistema vedeniya sel'skogo hozyaistva v Primorskom krae na 1986–1990 gg. : rekomendatsii (Agricultural System of the Primorsky Region at 1986–1990: Recommendations), pod. red. A.K. Chaiki, VASKhNIL, Sib.otd-nie, PrimNIISKh, Novosibirsk, 1987, 326 p.
40. Sistema vedeniya sel'skogo hozyaistva Dal'nego Vostoka (Agricultural System of the Far East), pod red. G.T. Kaz'mina i dr., DalNIISKh, Habarovsk, Habar. kn. izd-vo, 1979, 281 p.
41. Sistema vedeniya agropromyshlennogo proizvodstva v Kamchatskoi oblasti (The System of Agro-industrial Production in the Kamchatka Region), RASKhN DV NMTs, Kamchat. NIISKh, Petropavlovsk-Kamchatskii, 2005, 200 p.
42. Sistema vedeniya sel'skogo khozyaistva Sakhalinskoi oblasti. Razdel. 1. Zonal'naya sistema zemledeliya (Agricultural system of the Sakhalin Region. Section. 1. Zonal Farming System), VASKhNIL, Sib.otd-nie. Sah. fil. DalNIISKh, Novosibirsk, 1982, 246 p.

43. Sistema zemledeliya Sakhalinskoi oblasti: rekomendatsii (Farming System of the Sakhalin Region: recommendations), VASKhNIL, Sib. otd-nie, Sah. fil. DalNIISKh, Novosibirsk, 1989, 252 p.
44. Sistema vedeniya sel'skogo hozyaistva Kamchatskoi oblasti (Agricultural System of the Kamchatka Region), VASKhNIL, Sib. otd-nie, Kamchatsk. s.-kh. op. Stantsiya, Petropavlovsk-Kamchatskii, DV kn. izd-vo, 1986, 128 p.
45. Soromotina, A. A. Tekhnologiya vozdel'yvaniya lyucerni izmenchivoi v Centralnoi Yakutii: metod. rekomendatsii (Technology of Cultivation of Medicago Varia in Central Yakutia: Method. Recommendations), RASKhN. Sib. otd-nie NPO «Yakutskoe», Yakutskii NIISKh, Novosibirsk, 1993, 29 p.
46. Tehnologiya vozdel'yvaniya osnovnykh sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v Primorskom krae: rekomendatsii (Cultivation Technology of Major Agricultural Crops in the Primorsky Region: recommendations), sost. L. D. Avanesova, O. A. Volozenina, A. I. Zhivchikov i dr., Sib. otd-nie VASKhNIL, Novosibirsk, 1986, 190 p.
47. Chaika, A. K., Vaschenko, A. P. Agrarnaya nauka na Dal'nem Vostoke v 1908–2007 gg. (Agricultural Science in the Far East in 1908–2007), Vladivostok, Dalnauka, 2007, 136 p.
48. Chaika, A. K., Emelyanov, A. N. Kormoproizvodstvo Dal'nego Vostoka i nauchno-prakticheskie osnovy ego razvitiya (Fodder Production in the Far East and Scientific and Practical Basis of its Development), Zemledelie, 2009, No 6, PP. 6–9.
49. Chaika, A. K., Litvinyuk, S. P., Afonina, T. V. Perspektivnye kormovye kul'tury i sorta (Promising Forage Crops and Species), Voprosy tekhnologii vozdel'yvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v Primorskom krae, sb.n. tr., RASKhN, Sib. otd-nie, PrimNIISKh, Novosibirsk, 1991, PP. 80–84.
50. Chuvilina, V.A. Sostoyanie kormoproizvodstva na Sahaline: problemy i perspektivy razvitiya (The State of Feed Production on Sakhalin: Problems and Development Prospects), Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii jurnal, 2016, No 11(53), PP. 57–60.

© Иванова Е. П., Яюк Л. Г., 2021

#### **Информация об авторах**

**Иванова Елена Павловна**, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. группы кормопроизводства, ФГБНУ «Сахалинский НИИСХ», г. Южно-Сахалинск,  
e-mail: kirena2010@yandex.ru;

**Яюк Любовь Григорьевна**, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. группы плодоводства, ФГБНУ «Сахалинский НИИСХ», г. Южно-Сахалинск, e-mail: sakhnii\_sakhalin@mail.ru.

#### **Information about the authors**

**Elena P. Ivanova**, Cand. Agr. Sci., Senior Researcher of the of the Feed Production Group; Sakhalin Research Institute of Agriculture, Yuzhno-Sakhalinsk, Sakhalin Region, Russia; e-mail: kirena2010@yandex.ru;

**Lyubov G. Yayuk**, Cand. Agr. Sci., Senior Researcher of the Fruit Growing Group; Sakhalin Research Institute of Agriculture, Yuzhno-Sakhalinsk, Sakhalin Region, Russia; e-mail: sakhnii\_sakhalin@mail.ru.



УДК 632.937:633.34

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-35-42

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ЗАЩИТЫ СОИ ОТ БОЛЕЗНЕЙ

**Анна Геннадьевна Тишкова**

*Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, г. Хабаровск*

**Аннотация.** Особая роль в мире и в Дальневосточном регионе, в частности, отводится сое в связи с необходимостью производства полноценных по белку продуктов питания для населения и кормов для животноводства. Но для получения устойчивых высоких урожаев данной культуры необходимо защищать посевы от комплекса заболеваний, который приводит к потере 15-35 % зерна. Приоритетным направлениям в адаптивной технологии возделывания сои становится биологический метод. Поэтому целью исследований являлось разработать технологию применения биологических средств защиты сои, обеспечивающие снижение пораженности болезнями, повышение продуктивности для получения экологически безопасной продукции. Исследования проводились в 2017-2018 гг. в зерно-соевом севообороте отдела селекции и семеноводства полевых культур ДВ НИИСХ. Объектами исследования служили: районированный сорт сои Батя; химические протравители зерна ТМТД, ВСК и Максим, КС; биосредства – Иммуноцитифит, ТАБ; Циркон, Р; Бисолбисан, Ж и Биосил, ВЭ; жидкое листовое удобрение Нутри-Файт, РК с кондиционером воды Спартан, а также химический фунгицид Оптим, КЭ. Наибольшую фунгицидную активность против корневых гнилей проявили: Циркон, Р и Максим, КС; против септориоза – Циркон, Р и Нутри-Файт, РК с кондиционером воды Спартан; против пероноспороза – Циркон, Р; Нутри-Файт, РК со Спартаном и Иммуноцитифит, ТАБ. Достоверный прирост урожайности сои, по отношению к контролю, получен при обработке семян и вегетирующих растений при использовании Циркона, Р и Нутри-Файт, РК с кондиционером воды Спартан находился в пределах 43,1–44,1 ц/га.

**Ключевые слова:** соя, биологические средства защиты, корневые гнили, septoria glycines, peronospora manshurica, продуктивность.

## BIOLOGICAL METHODS OF PROTECTING SOYBEANS FROM DISEASES

**Anna G. Tishkova**

*Far Eastern Agricultural Research Institute, Khabarovsk*

**Abstract.** A special role in the world and in the Far Eastern region, in particular, is assigned to soy in connection with the need to produce high-quality protein food for the population and animal feed. But to obtain stable high yields of this crop, it is necessary to protect the crops from a complex of diseases that leads to the loss of 15-35 % of grain. The biological method is becoming a priority in the adaptive technology of soybean cultivation. Therefore, the purpose of the research was to develop a technology for the use of biological means of protecting soybeans, which reduce the incidence of diseases and increase productivity to obtain environmentally safe products. The research was carried out in 2017 – 2018 in the crop rotation (grain crop, soybean) of the Department of Selection and Seed Production of Field Crops of the Far Eastern Research Institute of Agriculture. The objects of the study were the zoned soybean variety Batya, a chemical grain mordants – TMTD (concentrate of water suspension) and Maxim (suspension concentrate); biological agents – Immunocytophyte (tablets); Zircon (solution); Bisolbisan (liq-

uid) and Biosil (water emulsion); liquid leaf fertilizer Nutri-Phait, PK with water softener Spartan, as well as the chemical fungicide Optimo (emulsion concentrate). The greatest fungicidal activity against root rot was shown by Zircon (solution) and Maxim (suspension concentrate); against Septoria – Zircon (solution) and Nutri-Phite, PK with water conditioner Spartan; against Peronosporosis – Zircon (solution); Nutri-Phait, PK with water softener Spartan and Immunocytophyte (tablets). In relation to the control variant, when Zircon (solution) and Nutri-Phite, PK with water softener Spartan were applied in the treatment of seeds and vegetative plants a significant increase in the soybeans yield were 860 and 960 kg/ha respectively.

**Key words:** soybean, biological protection products, root rot, septoria glycines, peronospora manshurica, productivity.

**Введение.** Соя – самая распространенная зернобобовая культура, выращиваемая на всех континентах земного шара. Основными производителями зерна сои являются США, Бразилия и Аргентина [8]. В России основным регионом, где выращивают сою, является Дальний Восток.

Такой мировой интерес в сое обусловлен уникальным химическим составом ее зерна и зеленой массы, повышенным содержанием жира и полноценного протеина. Сорты селекции Дальневосточного НИИСХ содержат от 35,6 до 40,2 % белка и от 11,1 до 16,8 % масла.

Лимитирующим фактором получения устойчивых высоких урожаев данной культуры, в условиях Хабаровского края, является высокий уровень развития фитопатогенов в период вегетации, поэтому необходимо защищать посевы от заболеваний, которые ежегодно приводят к потере почти трети урожая, а в годы избыточного увлажнения могут превышать 50 % [5].

Все более интересным и перспективным направлением для исследователей становится биологический метод защиты растений, который подразумевает использование биопрепаратов и ростостимулирующих средств. Данные препараты обеспечивают повышение устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружающей среды, ускорение роста и развития растений, повышение урожая на 20–30 %, экономически выгодны и не оказывают негативного воздействия на окружающую среду [2,9,10].

Повышение адаптивных и иммунных свойств растений – важнейший элемент

фитосанитарных приемов в агротехнологии сои. Поэтому особую актуальность приобретают исследования, направленные на разработку экологически безопасных и экономически выгодных приемов [4] защиты растений препаратами на биологической основе, а также удобрительно-стимулирующими средствами.

**Цель исследований** – разработать эффективные способы применения экологически безопасных средств защиты растений, обеспечивающих снижение уровня развития болезней, повышение продуктивности сои и получения экологически безопасной сельскохозяйственной продукции.

Для достижения цели были поставлены задачи исследований:

1. Провести испытания различных биосредств в качестве биофунгицидов и иммуностимуляторов.

2. Определить влияние испытываемых препаратов на иммунный статус растений сои и выявить наиболее эффективные технологии их применения, позволяющих снизить уровень развития болезней и повысить продуктивность культуры.

**Условия, материалы и методы исследования.** Исследования проведены в 2017–2018 гг. в зерно-соевом севообороте, согласно методике [3]. Агрохимические показатели опытного участка следующие: тип почвы – лугово-бурая, тяжелосуглинистая, содержание органического вещества (по ГОСТ 26213-91) – 4,8%; содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) – 4,3/100 г; содержание обменного калия – 20 мг/100 г.

Объектами исследования являлись различные средства защиты, такие как ТМТД, ВСК (действующее вещество (далее д. в.): тирам, 400 г/л), Максим, КС (д. в. – флудиоксонил, 25 г/л); Иммуноцитифит, ТАБ (д. в. – этиловый эфир арахидоновой кислоты, 20 г/кг); Циркон, Р (д. в.: гидроксикоричная кислота 0,1 г/л); Биосил, ВЭ (д. в.: тритерпеновая кислота 100 г/л); Бисолбисан, Ж (д. в. – штамм ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13, 100 млн. КОЕ/мл), жидкое листовое удобрение Нутри-Файт, РК (содержание элементов питания: фосфор 28 % ( $P_2O_5$  в форме фосфита =  $PO_3$ ) и калий 26 % ( $K_2O$ )) с кондиционером воды Спартан, Оптима, КЭ (д. в.: пираклостробин, 200 г/л); разрешенный к использованию в Хабаровском крае сорт сои Батя.

Обработанные семена сои высевали в оптимальные сроки (третья декада мая) с нормой высева 70 кг/га (300 тыс. растений/га) в хорошо разделанную, физически спелую почву. Заделку семян проводили на глубину 3–4 см на грядах шириной 140 см. Варианты опыта размещали рендомизированно, в четырёхкратной повторности, площадь учетной делянки составляла 50 м<sup>2</sup>. Агротехнические приемы возделывания осуществлялись согласно общепринятой технологии возделывания культуры.

Препараты применяли для смачивания семян перед посевом и опрыскивания растений в период роста. Для протравливания готовили рабочий раствор из расчета 10 литров на 1 тонну, для опрыскивания – 300 литров на гектар согласно схеме опыта. За эталонный вариант принимали обработку семян химическим протравителем ТМТД, ВСК - 6 л/т. В контроле обработку семян проводили водой за сутки до посева.

#### Схема опыта

Контрольный вариант (увлажнение семян водой – 10 л/т);

Эталонный вариант (протравливание семян ТМТД, ВСК 6 л/т);

Вариант 3 (протравливание семян Максим, КС 2 л/т);

Вариант 4 (протравливание семян Циркон, Р 40 мл/т; обработка вегетирую-

щих растений в фазу цветения Циркон, Р 10 мл/га);

Вариант 5 (протравливание семян Иммуноцитифит, ТАБ 1 таблетка/т; обработка вегетирующих растений в фазу цветения Иммуноцитифит, ТАБ 1 таблетка/га);

Вариант 6 (протравливание семян ТМТД, ВСК 6 л/т; обработка вегетирующих растений в фазы 4-6 тройчатых листьев и цветения Нутри-Файт, РК 0,75 л/га с кондиционером Спартан 0,1 л/га);

Вариант 7 (протравливание семян Бисолбисан, Ж 2 л/т; обработка вегетирующих растений в фазы 1-2 тройчатых листьев и цветения Бисолбисан, Ж 2 - л/га);

Вариант 8 (протравливание семян ТМТД, ВСК 6 л/т; обработка вегетирующих растений при появлении признаков болезни Оптима, КЭ 0,5 л/га);

Вариант 9 (протравливание семян Биосил, 20 мл/т; обработка вегетирующих растений в фазу цветения Биосил, 20 мл/га).

Фитосанитарный мониторинг болезней проводили согласно действующим методикам [1,6]. Учет урожайности проводили путем уборки всех учетных делянок вручную с последующим анализом снопов в лаборатории. Обработку полученных результатов опыта осуществляли по методике Б. А. Доспехова [3].

Климатические ресурсы вегетационного периода в Хабаровском крае характеризуются высокой дневной температурой воздуха (22-30 °С), большим количеством осадков и высокой относительной влажностью воздуха (70-90 %). Такие гидро-термические условия благоприятны для развития фитопатогенов.

В годы проведения исследований гидрологические условия резко различались по количеству осадков в августе. В 2017 году в этот период выпало осадков в 1,5 раза выше нормы, а август 2018 года характеризовался недостаточным количеством осадков (в 2,5 раза ниже нормы). Остальные месяцы вегетационного периода незначительно отличались от среднегодовых значений (рис. 1). Температурный режим в годы исследований незначительно отличался от среднегодовых значений (рис.2).

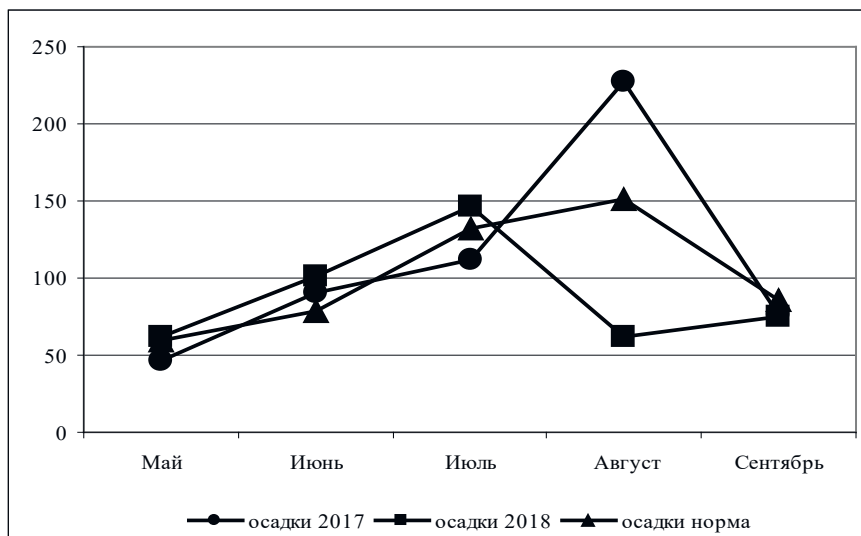


Рис. 1. Среднемесячное количество осадков в период вегетации, мм

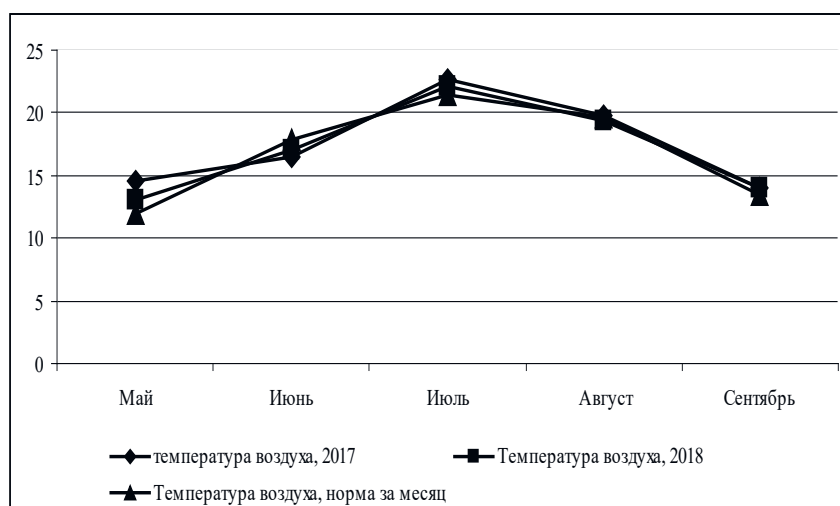
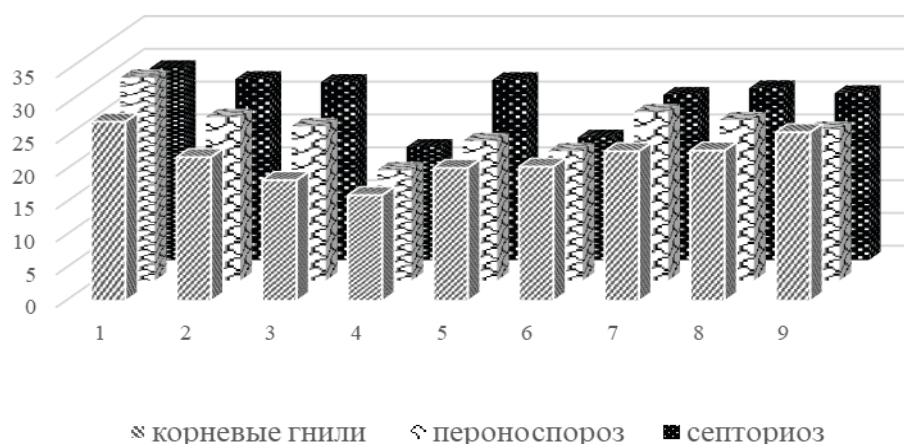


Рис. 2. Температурный режим вегетационного периода, °C.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Основными фитопатогенами сои в годы исследования были корневые гнили, представленные, в основном, грибами родов *Fusarium*, *Rhizoctonia solani* Kuehn., *Ascochyta sojicicola* Abr. и др.; листовые инфекции: септориоз (ржавая пятнистость), вызываемая гри-

бом *Septoria glycines* Hemmi. и пероноспороз (ложная мучнистая роса) *Peronospora manshurica* (Naum). Средний, за два года, уровень развития корневых гнилей, без обработок, составлял 27,3 %, септориоза – 29,2 %, пероноспороза – 30,9 %.





**Рис. 3. Интенсивность развития заболеваний сои в зависимости от применяемых препаратов**

Наибольшую фунгицидную активность против корневых гнилей проявили: биологический препарат Циркон, Р и химические протравители Максим, КС и ТМТД, ВСК. Развитие заболевания при применении этих препаратов снизилось на 11,2; 8,9 и 5,4 %, по отношению к варианту без обработки, соответственно.

По отношению к септориозу наибольший фитооздоровительный эффект показали: Циркон, Р и удобрительно-стимулирующее средство Нутри-Файт, РК с кондиционером воды Спартан. Интенсивность развития септориоза снижалась, соответственно, на 12 % и 10,5 %, по сравнению с контролем.

Лучшими защитными свойствами по отношению к пероноспорозу обладали препараты: Циркон, Р; Нутри-Файт, РК со Спартаном и Иммуноцитифит, ТАБ. Данные препараты снижали пораженность листовой поверхности на 14,1; 11,2 и 9,6 %, соответственно, по отношению к контрольному варианту.

Основным показателем, характеризующим влияние изучаемых приемов, является урожайность. Использование биологических средств защиты в технологии производства сои позволило снизить отрицательное воздействие возбудителей болезней различной этиологии.

**Таблица 1**

**Элементы продуктивности и урожайность сои сорта Батя при применении различных схем защиты (среднее за 2017–2018 гг.)**

Вариант	Количество бобов на 1 растении, штук	Масса семян, г		Биологическая урожайность, ц/га
		с растения	1000 штук	
1. Контрольный вариант	22,1	11,5	182,3	34,5
2. Эталонный вариант (ТМТД, ВСК 6 л/т)	24,1	12,5	191,1	37,0
3. Максим, КС	23,4	12,1	185,8	36,1
4. Циркон, Р	28,6	14,7	206,6	44,1
5. Иммуноцитифит, ТАБ	24,0	12,4	192,6	38,6
6. Спартан + Нутри-Файт, РК	26,9	14,2	204,8	43,1
7. Бисолбисан, Ж	25,6	13,4	198,4	40,4
8. ТМТД, ВСК + Оптим, КЭ	25,3	13,0	195,1	39,8
9. Биосил, ВЭ	26,6	13,9	200,7	41,8
НСР <sub>0,5</sub>	3,9	1,5	10,1	2,8

Обработка семян и растений биологическими препаратами Циркон, Р и Нутри-Файт, РК с кондиционером воды Спартан позволили получить увеличить урожайность на 8,6 и 9,6 ц/га, соответственно, по отношению к контролю. По сравнению с эталонным вариантом, уровень продуктивности, при использовании данных технологий, увеличился на 7,1 и 6,1 ц/га, соответственно.

Положительное влияние на элементы продуктивности оказывали приемы защиты посевов препаратами Биосил, ВЭ и Бисолбисан, Ж (таблица 1).

Применение биологических препаратов снижало уровень развития заболеваний, повышало устойчивость растений к биотическим и абиотическим стрессорам, что в свою очередь привело к увеличению урожайности сои (табл. 2).

Таблица 2

**Корреляционная зависимость интенсивности развития болезней с продуктивными показателями сои сорта Батя**

Интенсивность развития болезней сои, %	Число бобов на одном растении, штук	Масса 1000 семян, г	Урожайность, ц/га
Пероноспороз	-0,85	-0,86	-0,85
Септориоз	-0,64	-0,45	-0,65
Корневые гнили	-0,22	-0,1	-0,25

Статистический анализ позволил обнаружить обратные сильные корреляции между признаками: интенсивностью развития пероноспороза и количеством бобов на растении, уровнем урожайности и массой 1000 семян. Между степенью развития септориоза и продуктивными показателями установлена средняя обратная связь. Несущественная обратная связь присутствует между развитием корневых гнилей и урожайными качествами.

**Выводы.** Применение биологических препаратов в технологии защиты посевов сои от болезней позволило снизить интенсивность развития, в среднем, корневых гнилей на 6,4 %, септориоза – на 8,4 %, пероноспороза – на 9,6 %. Наиболее эффективными в борьбе с возбудителями заболеваний были схемы защиты: с

предпосевным протравливанием семян и опрыскиванием вегетирующих растений Цирконом, Р и обработка вегетирующих растений удобрительно-стимулирующим препаратом Нутри-Файт, РК с кондиционером воды Спартан.

Уровень урожайности при использовании препаратов Циркон, Р и Нутри-Файт, РК со Спартан повысился на 8,6 и 9,6 ц/га, по отношению к контрольному варианту, соответственно.

Корреляционный анализ полученных данных выявил обратные сильные, средние и слабые корреляции между признаками: интенсивностью развития заболеваний и количеством бобов на растении, урожайностью и массой 1000 зерен.

### Список литературы

1. Гаврилов, А. А. Фитосанитарная диагностика болезней растений: Учебное пособие / А. А. Гаврилов, А. П. Шутко, А. Г. Марюхина. – Ставрополь : Изд-во Ст ГАУ «Аргус», 2004. – 76 с.
2. Головина, Е. В. Эффективность экологически безопасных агроприемов при возделывании сои / Е. В. Головина, В. И. Зотиков, С. Н. Агаркова, В. В. Гришечкин // Земледелие. – 2015. – № 4. – С. 21–23.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Дридигер, В. К. Влияние технологии возделывания сельскохозяйственных культур на их урожайность и экономическую эффективность в севообороте / В. К. Дридигер, Е. А. Кацаев, Р. С. Стукалов [и др.] // Земледелие. – 2015. – № 7. – С. 20–23.
5. Золотарева, Е. В. Перспективы применения регуляторов роста на сое в Хабаровском крае / Е. В. Золотарева, В. В. Логачев // Достижения науки и техники в АПК. – 2010. – № 6. – С. 47–48.
6. Руководство по проведению обследований сельскохозяйственных культур в Хабаровском крае и информационному обеспечению прогнозов распространения и развития вредителей, болезней и сорняков. – Хабаровск: Хабаровская краевая станция защиты растений, 2000. – 71 с.
7. Тишкова, А. Г. Эффективность средств защиты в повышении устойчивости к абиотическим и биотическим стрессорам сои в Хабаровском крае / А. Г. Тишкова, Т. А. Асеева, Е. В. Золотарева // Дальневосточный аграрный вестник. – 2019. – № 1(49). – С. 20–27.
8. Zeng, W., Field management of Sclerotinia stem rot of soybean using biological control agents / W. Zeng, W. Kirk, J. Hao / Biological Control. – 2012. – Vol. 60, Issue 2. – P. 141–147.
9. Lindsey, A. P. J. Microbial disease management in agriculture: Current status and future prospects / A. P. G. Lindsey, S. Murugan, R. E. Renitta // Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. – 2020. – Vol. 23. – 101468.
10. Pérez-García, A. Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of Bacilli in agriculture / A. Pérez-García, D. Romero, A. Vicente // Current Opinion in Biotechnology. – 2011. – Vol. 22, Issue 2. – P. 187–193.

### References

1. Gavrilov, A. A., Shutko, A. P., Maryukhina, A. G.. Fitosanitarnaya diagnostika boleznei rastenii: Uchebnoe posobie (Phytosanitary diagnostics of plant diseases), Stavropol', Izd-vo St GAU «Argus», 2004, 76 p.
2. Golovina, E. V. Zotikov, V. I., Agarkova, S. N., Grishechkin, V. V. Effektivnost' ekologicheski bezopasnykh agropriemov pri vozdelevanii soi (Efficiency of ecologically safe agricultural practices in soybean cultivation), Zemledelie, 2015, No 4, PP. 21–23.
3. Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta (Methodology of field experience), Moskva, Agropromizdat, 1985, 351 p.

4. Dridiger, V. K. Kashchaev, E. A., Stukalov, R. S. [i dr.] Vliyanie tekhnologii vozdeystviya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur na ikh urozhainost' i ekonomicheskuyu effektivnost' v sevooborote (Influence of technology of cultivation of agricultural crops on their productivity and economic efficiency in crop rotation), Zemledelie, 2015, No 7, PP. 20–23.
5. Zolotareva, E. V., Logachev, V. V. Perspektivy primeneniya regulyatorov rosta na soe v Khabarovskom krae (Prospects for the use of growth regulators on soybeans in the Khabarovsk Territory), Dostizheniya nauki i tekhniki v APK, 2010, No 6, PP. 47-48.
6. Rukovodstvo po provedeniyu obsledovaniy sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v Khabarovskom krae i informatsionnomu obespecheniyu prognozov rasprostraneniya i razvitiya vreditelei, boleznei i sornyakov (Guidelines for conducting surveys of agricultural crops in the Khabarovsk Territory and information support for forecasts of the spread and development of pests, diseases and weeds), Khabarovsk, Khabarovskaya kraevaya stantsiya zashchity rastenii, 2000, 71 p.
7. Tishkova, A. G., Aseeva, T. A., Zolotareva, E. V. Effektivnost' sredstv zashchity v povyshenii ustoychivosti k abioticheskim i bioticheskim stressoram soi v Khabarovskom krae (Effectiveness of protective equipment in increasing resistance to abiotic and biotic stressors of soybeans in the Khabarovsk Territory), Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik, 2019, No 1(49), PP. 20-27.
8. Zeng, W., Kirk, W., Hao, J. Field management of Sclerotinia stem rot of soybean using biological control agents, Biological Control, 2012., Vol. 60, Issue 2, PP. 141-147.
9. Lindsey, A. P. J., Murugan, S., Renitta, R. E. Microbial disease management in agriculture: Current status and future prospects, Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 2020, Vol. 23, 101468.
10. Pérez-García, A., Romero, D., Vicente, A. Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of Bacilli in agriculture, Current Opinion in Biotechnology, 2011, Vol. 22, Issue 2, PP. 187-193.

© Тишкова А. Г., 2021

#### **Информация об авторах**

**Тишкова Анна Геннадьевна.**, младший научный сотрудник, ХФИЦ ДВ РАН ДВ НИИСХ, с. Восточное, Хабаровский край, Хабаровский район, e-mail: Betula2717@mail.ru.

#### **Information about authors**

**Anna G. Tishkova**, Junior Researcher; Far Eastern Agricultural Research Institute; 13, Klubnaya str., Vostochnoye, Khabarovsk, Khabarovsk Krai, Russia; 680521; e-mail: Betula2717@mail.ru



УДК 631.527

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-43-52

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ СЕЛЕКЦИОННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ПРИ ОТБОРЕ ИСХОДНЫХ ФОРМ АБОРИГЕННЫХ ТРАВ

Яна Дмитриевна Фандеева, Наталья Владимировна Федосова

*Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, г. Магадан*

**Аннотация.** В Магаданской области для развития животноводства необходимо укрепление кормовой базы на основе расширенного использования в травосеянии видов и сортов многолетних трав, обладающих высокой фитоценотической устойчивостью и урожайностью, длительным продуктивным долголетием и высокой адаптивной способностью к природно-климатическим условиям Северо-Востока с получением стабильных высокобелковых кормов с низкой себестоимостью. Для решения поставленной задачи на опытном поле ФГБНУ «Магаданского НИИСХ» с 2018 года ведутся исследования по выявлению, изучению и определению параметров критериев отбора хозяйственно ценных образцов кормовых трав: *Arctagrostis latifolia*, *Beckmannia syzigachne* (Steudel) Fern.), *Alopecurus arundinaceus* Poir. (*ventricosus* Pers.), выделенных из природной флоры севера Дальнего Востока для дальнейшего использования в селекционной работе в качестве нового исходного материала. В ходе исследования установлена положительная корреляционная взаимосвязь между абиотическими факторами (сумма активных температур, влажность почвы, количество осадков за период вегетации) и длительностью вегетационного периода многолетних трав ( $r = 0,89-0,92$ ). Определена высокая изменчивость ряда фенотипических признаков аборигенных трав, определяющих кормовую продуктивность: количество генеративных ( $V=34-52\%$ ) и вегетативных ( $42-87\%$ ) побегов на 1 куст, среднего веса 1 побега ( $34-52\%$ ), высота вегетативного яруса в фазу выхода в трубку ( $11-59\%$ ) и в фазу массового выметывания ( $16-35\%$ ), длины 2 и 3 листьев ( $17-39$  и соответственно  $78-123\%$ ). Проведен анализ сопряженности основных хозяйственно важных признаков и свойств, который позволил установить достоверные высокие корреляционные связи урожайности зелёной и сухой массы с различными элементами структуры кормовой продуктивности у селекционных образцов многолетних трав в условиях Магаданской области.

**Ключевые слова:** кормопроизводство, Магаданская область, селекция, отбор, изменчивость, коэффициент вариации.

## VARIABILITY OF SELECTIONALLY VALUABLE CHARACTERISTICS IN SELECTION OF INITIAL FORMS OF NATIVE GRASSES

Ya. D. Fandeeva, N.V. Fedosova

*Magadan Research Institute of Agriculture, Magadan*

**Abstract.** In Magadan region for the development of animal husbandry it is necessary to strengthen the feed base on the basis of the expanded use of species and varieties of perennial grasses in grass sowing, which have high phytocenotic resistance and yield, long productive longevity and high adaptive ability to the natural and climatic conditions of the North-East with the production of stable high-protein feed with low cost. To solve this problem, the experimental field of the Magadan Research Institute of Agriculture has been conducting research since 2018 in order to identify, study and determine the parameters of the criteria for selecting economically valuable samples of forage grasses: *Arctagrostis latifolia*, *Beckmannia syzigachne* (Steudel) Fern., *Alopecurus arundinaceus* Poir. (*ventricosus* Pers.). The listed varieties of forage grasses were marked

out from the natural flora of the Far East north for further use in breeding work as a new source material. In the course of the study, a positive correlation between abiotic factors (the sum of active temperatures, soil moisture, precipitation during the growing season) and the duration of the growing season of perennial grasses ( $r = 0.89-0.92$ ) was established. The high variability of a number of phenotypic characteristics of native grasses that determine forage productivity was determined: the number of generative ( $V=34-52\%$ ) and vegetative ( $42-87\%$ ) sprouts per bush, the average weight of 1 sprout ( $34-52\%$ ), the height of the vegetative layer in the tillering stage ( $11-59\%$ ) and in the mass heading stage ( $16-35\%$ ), the length of 2 and 3 leaves ( $17-39$  and  $78-123\%$  respectively). The analysis of the conjugation of the main economically important features and properties was carried out, which allowed us to establish reliable high correlations of the yield of green and dry mass with various elements of the feed productivity structure in breeding samples of perennial grasses in the conditions of Magadan region.

**Key words:** forage production, Magadan region, breeding, selection, variability, coefficient of variation.

**Введение.** Большая часть кормовых угодий Магаданской области в настоящее время характеризуется низкой продуктивностью вследствие деградации фитоценоза, вызванной отрицательным влиянием климатических факторов на почвенную составляющую северных агроландшафтов, приводящим к абиогенной эрозии, развитию и распространению мерзлотных процессов.

Для решения существующей проблемы в Магаданском НИИ сельского хозяйства ведутся исследования по кормопроизводству, направленные на разработку модели эффективных сортов многолетних трав с повышенной стабильной урожайностью и высоким потенциалом адаптации к биотическим и абиотическим факторам в экстремальных природно-климатических условиях Северо-Востока.

В качестве исходных форм - доноров генетического материала, обеспечивающего наилучшую адаптивность кормовых культур к местным стрессовым условиям, для создания устойчивых и высокопродуктивных сортов используются естественно сложившиеся популяции многолетних злаков субполярных и полярных областей. При изучении генофонда аборигенной флоры приоритетными направлениями являются поиск и выявление надежных источников повышенной экологической пластичности создаваемых сортов, устойчивости к распространенным болезням, вредителям, морозоустойчивости, лежа-

нию в сочетании с быстрым темпом роста и интенсивным накоплением биомассы, оптимальным периодом вегетации и другими признаками.

**Материалы и методы исследования.** Опыт заложен на экспериментальном поле ФБГНУ Магаданского НИИСХ Россельхозакадемии с 2018 года (подзимний посев) широкорядным способом с индивидуальным размещением растений в 3 яруса по 7 делянок в каждом. Площадь делянки 9 м<sup>2</sup>, каждая делянка включает 3 ряда по 30 растений (кустов). Расстояние в ряду – 0,25 м, ширина междурядий – 0,40 м. Расстояние между делянками – 0,90 м, ширина защитных полос между ярусами – 1,20 м.

Исследуемые виды аборигенных трав:

Арктагrostис широколистный (*Arctagrostis latifolia* (R.Brown) Grisebach). Высокопродуктивный (до 55–65 ц/га сена), зимостойкий, долговечный (свыше 20 лет) злак сенокосно-пастбищного назначения. Обеспечивает получение полноценного урожая кормовой массы и семян с третьего года от посева. Растения высотой 65–110 см, неполегающие, вследствие чего травостой пригоден к механизированной уборке. Высокая при регулярных подкормках густота стояния побегов способствует вытеснению сорных и малоценных в кормовом отношении дикорастущих видов. Особую ценность арктагrostис приобретает при семенном использовании, так как

хорошо облиственные (до 50% и выше) побеги остаются зелеными до осенних заморозков, позволяя после уборки урожая семян получить до 20 ц/га кормовой массы, пригодной для использования на сено и зеленую подкормку [1,6,7].

Бекмания восточная (*Beckmannia syzigachne* (Steudal) Fernald). Рано отрастающий весной – в 3-й декаде мая, сенокосно-пастбищный злак, произрастающий в природе в местах повышенного увлажнения. Травостой второго года жизни способен дать пастбищный урожай зеленой массы до 110 ц/га. Высота трехлетнего травостоя в условиях достаточного увлажнения и регулярных подкормок – до 130–150 см, что позволяет проводить механизированную уборку на сено и зеленую подкормку. Урожайность сухой кормовой массы может достигать 40–60 ц/га. Высокая кустистость растений бекмании (60–70 побегов на 1 куст и более при разреженном расположении) обеспечивает урожай семян 3–4 ц/га и выше. Перспективна для залужения сырых и заболоченных участков [1,6,7].

Лисохвост тростниковый (*Alopecurus arundinaceus* Poiret – *ventricosus* Person). Один из наиболее раннеспелых в условиях Магаданской области кормовых злаков сенокосного типа. Укосной спелости достигает в I декаде июля. В естественных условиях предпочитает увлажненные местообитания, выдерживает временное затопление до 1,5 месяцев, что обуславливает его ценность для создания сенокосов на болотистых и переувлажненных участках. При достаточном увлажнении и уровне питания высота растений достигает 120 см, побеги хорошо облиственны – до 50% и выше. Как длиннокорневищный вид с интенсивным побегообразованием способен формировать на 3-й год жизни полноценный сенокосный травостой с преобладанием вегетативных побегов (свыше 60%) и урожайностью сухой массы до 40–45 ц/га. В дальнейшем при регулярных подкормках и ежегодном скашивании быстро разрастается, образуя рыхлые дернины, доминирует в травостое до 20 лет, почти не снижая продуктивности [1,6,7].

Почвы опытного участка характеризуются выраженной микрокомплексно-

стью и пестротой, что определяет существенные различия отдельных участков по агрохимическим характеристикам. Реакция почвенного раствора варьирует от слабокислой (pH=5,52) до близкой к нейтральной (pH=6,00–6,38), содержание подвижных форм калия (K<sub>2</sub>O) колеблется в пределах от 7,83 до 46,35 мг/100 г, фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – от 25,20 до 149,00 мг/100 г.

Агротехника опыта включала обработку гербицидом системного действия «Раундап» (в рекомендованной дозе – 4 л/га), боронование, в фазу полных всходов – внесение минеральных удобрений (N90P60K60). По мере появления сорной растительности проводилась прополка деленок и дорожек.

Исследования в опыте проводились по общепринятым методикам (Методические указания по селекции многолетних трав, 1985; Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами, 1997). Данные учетов и наблюдений обрабатывались методами математической статистики [2,3].

**Результаты исследования.** Повышенная теплообеспеченность в мае 2018 года (в 2,7 раз теплее обычного) и обильное выпадение осадков (в 4,4 раза превысивших среднемноголетнюю норму) способствовало раннему появлению всходов сеяных культур. *Arctagrostis latifolia* развивался медленнее и к концу вегетационного периода достиг лишь фазы начала кущения. В целом более быстрыми темпами развития с тенденцией к колошению в первый год жизни отличалось не более 30% растений *Alopecurus arundinaceus* до 35% – *Beckmannia syzigachne*. Основная часть посевов *Alopecurus arundinaceus* и *Beckmannia syzigachne* достигла фазы развития массового кущения – начала выхода в трубку. Растения *Alopecurus arundinaceus* успели сформировать подземные столоны, увеличив ширину куста к концу вегетации более чем в 2 раза.

Первый индивидуально-семейный позитивный отбор был проведен по критерию зимостойкости, мощности роста и развития, высоты побегов и листовой массы в фазу кущения – выхода в трубку.

Таблица 1

## Статистика отбора

Вид трав	№ делянки	№ селекционного образца	Количество посеянных гнезд, ЦЦЦшт.	Количество взошедших гнезд (2019 г.), шт.	Полевая всхожесть, %	Количество гнезд весной 2020 г., шт.	Зимостойкость, %	Отбор				Количество учетных растений (осень 2020 г.), шт.
								В фазу кущения – выхода в трубку, шт.	% отобранных растений	В фазу цветения - начала созревания, шт.	% отобранных растений	
Арктикосте	2	AL-И1-2018-03	90	40	44,4	49	100	5	10,2	0	0	5
	5	AL-И1-2018-07	90	16	17,8	16	100	1	6,3	0	0	1
	10	AL-И5-2018-02	90	63	70,0	62	98,4	13	21,0	0	0	13
	13	AL-И5-2018-03	90	58	64,4	44	75,9	8	18,2	0	0	8
	15	AL-С3-2018-05	90	61	67,8	46	75,4	4	8,7	0	0	4
	18	AL-С3-2018-01	90	57	63,3	33	57,9	11	33,3	0	0	11
	21	AL-С3-2018-03	90	55	61,1	52	94,6	6	11,5	0	0	6
Лисохвост	Среднее по делянкам			90	50,0	55,5	43,1	6,9	15,6	0	0	6,9
	1	AA-И2-2018-03	90	65	72,2	69	100	8	11,6	0	0	8
	4	AA-И2-2018-04	90	65	72,2	67	100	2	3,0	0	0	2
	7	AA-И2-2018-02	90	61	67,8	60	98,4	0	0,0	X	X	X
	9	AA-И2-2018-05	90	70	77,8	63	90,0	2	3,2	0	0	2
	12	AA-И6-2018-04	90	71	78,9	60	84,5	7	11,7	2	28,6	5
	17	AA-И6-2018-03	90	53	58,9	37	69,8	2	5,4	0	0	2
	20	AA-И6-2018-02	90	68	75,6	47	69,1	2	4,3	0	0	2
	Среднее по делянкам			90	64,7	71,9	57,6	3,3	5,6	0,3	4,8	3,5
	3	BS-И3-2018-01	90	51	56,7	61	100	5	8,2	0	0	5
Бекмания	6	BS-И3-2018-03	90	57	63,3	80	100	2	2,5	0	0	2
	8	BS-И7-2018-05	90	53	58,9	49	92,5	4	8,2	0	0	4
	11	BS-И7-2018-04	90	59	65,6	34	57,6	4	11,8	0	0	4
	14	BS-И7-2018-01	90	79	87,8	76	96,2	9	11,8	0	0	9
	16	BS-И7-2018-03	90	55	61,1	52	94,6	10	19,2	0	0	10
	19	BS-И3-2018-05	90	55	61,1	53	96,4	6	11,3	0	0	6
	Среднее по делянкам			90	58,4	64,9	57,9	91,0	5,7	10,4	0	0
Всего по опыту			1890	1212	64,1	1110	88,1	111	10,5	2	1,8	109



Второй индивидуальный негативный отбор по критерию степени зараженности вредителями и болезнями проведен в фазу цветения – начала созревания.

Более точной оценке зимостойкости исследуемых образцов способствовали нестабильные погодные условия зимнего периода 2019 года. Так, в начале января наблюдался температурный максимум в (-2,1°C), а уже через две декады (24 января) отмечалось снижение до минимальных за весь период значений, при этом в течение месяца разница температур достигла 25°C. В феврале преобладали низкие – в пределах (-23°C) – температуры, постепенное потепление пришло только в третьей декаде (до -3°C). Количество осадков при этом резко колебалось в течение периода – от 144% от нормы в январе до 11% – в феврале. Также значительное влияние на зимостойкость оказала ветровая и водная эрозия почв, вызвавшая повреждение корневой системы части исследуемых образцов. Все абиотические факторы привели к появлению на поверхности почвы плотного ледяного покрова, промерзанию кустов и, как следствие, изреживанию посадок.

Среди видов изучаемых трав наибольшая зимостойкость (табл. 1) отмечена у селекционных образцов *Beckmannia syzigachne* – в среднем на уровне 91%. Наименее устойчивыми к неблагоприятным условиям зимнего периода оказались образцы № 18 у *Arctagrostis latifolia* и №№ 17, 20 у *Alopecurus arundinaceus*

(*ventricosus*), на делянках которых наблюдался наибольший процент повреждений.

Одним из показателей адаптивности растений в местных агроклиматических условиях является своевременное прохождение фаз развития. Погода и уровень увлажнения почвы каждого дня влияют одновременно и на процесс роста и процесс развития, вызывая различный эффект по отношению к каждому из них.

Изучение данных наблюдений сроков наступления фенофаз в условиях Магаданской области выявило дружное, практически одновременное отрастание селекционных образцов аборигенных трав после перезимовки (10–13 июня) вследствие несколько повышенной по сравнению со среднемноголетними значениями температуры при избыточном увлажнении почвы в период всходов.

Дальнейшее развитие растений в большей степени зависело от особенностей вида и абиотических факторов, оказавших значительное влияние на вегетационный период, в частности, наступления фазы выхода в трубку, приведя к её задержке и удлинению протяженности межфазного периода «выход в трубку – начало выметывания», так как в этот период наблюдалась значительная нехватка влаги в почве (рис. 1). На изменение влажности почвы повлияли как весенние запасы влаги, так и количество выпавших в течение вегетационного сезона осадков.

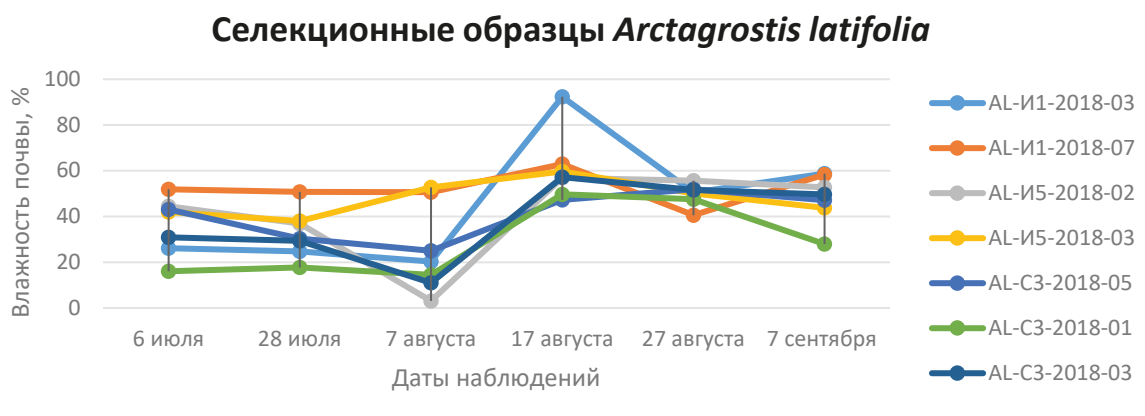
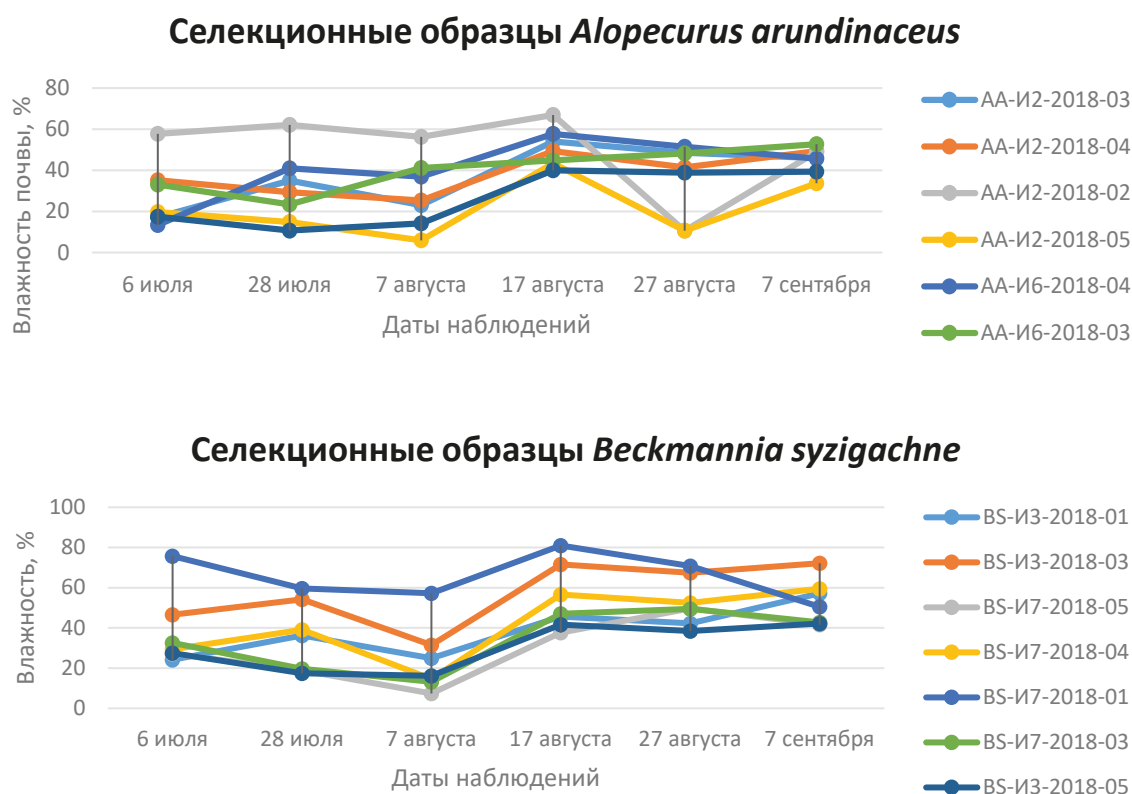


Рис. 1. Динамика влажности почвы в слое 0–10 см.



**Рис. 1 (продолжение). Динамика влажности почвы в слое 0–10 см.**

Наиболее чувствительными из аборигенных трав к нехватке влаги оказались селекционные образцы *Beckmannia syzigachne*, так, межфазный период «выход в трубку – начало выметывания» и фаза выметывания была длиннее на 3–8 дней по сравнению с другими селекционными образцами трав.

Под влиянием подзимнего посева и последующего тщательного ухода за всходами в первый год жизни основная часть наблюдаемых образцов интродуцированных аборигенных трав достигла фаз цветения и созревания уже на второй год, тогда как в условиях естественного произрастания продуцирование семян происходит лишь на третий год от посева. При этом за счет высокой облиственности сформировался хороший травостой с преобладанием вегетативной массы. Генеративность побегов молодых двухлетних растений в среднем колебалась на уровне 24–30 %, лишь у *Beckmannia syzigachne* повышаясь до 58 %. Выделившиеся сортообразцы второго года жизни сфор-

мировали рыхлокустовые, в основном, прямостоячие растения, за исключением *Beckmannia syzigachne*, у которой более половины кустов, достигая фаз цветения – созревания, приобретают полуразвалистую форму. Это важно учитывать при отборе на пригодность к механизированной уборке.

Изучение воздействия климатических факторов на развитие растений выявило высокий уровень положительных корреляций величины периода вегетации с суммой температур выше +5°C ( $r = 0,89 \pm 0,01$ ) и количеством осадков за учетный период ( $r = 0,92 \pm 0,05$ ), что доказывает большое влияние температурно-влажностного режима на продолжительность периода вегетации потомства выделенных из аборигенной флоры образцов.

Анализ данных учета агроклиматических условий установил сильную прямую множественную связь температуры и процента влаги в слое почвы 0–10 см в фазы выметывания и цветения у образцов: *Arctagrostis latifolia* ( $r = 0,62 \pm 0,09$ ),

*Beckmannia syzigachne* ( $r = 0,83 + 0,02$ ) и *Alopecurus arundinaceus* ( $r = 0,57 + 0,16$ ).

По результатам структурного анализа установлено, что травостой селекционных образцов *Alopecurus arundinaceus* отличается от других видов аборигенных трав выравненностью побегов, варьирующих по высоте в пределах: 2,6–12,5 см – генеративные и 4–8,6 см – вегетативные. Раннеспелость и большая побегообразовательная способность *Alopecurus arundinaceus* способствовали интенсивному развитию вегетативной массы двухлетних растений вследствие высокой облиственности побегов (47,5–77,8 %). Выявленные высокие биометрические показатели обусловили активное накопление урожая сухого вещества и зеленой массы, варьировавшего в пределах 54,4–92,3 г и 100,5–177,5 г на 1 куст соответственно.

Селекционные образцы *Beckmannia syzigachne* уступали по показателям высоты побегов, кустистости и облиственности *Alopecurus arundinaceus*, при этом процент генеративности их был выше почти вдвое при достаточно высокой продуктивности зеленой и сухой массы: 107,1 - 188,5 и 47,6 - 88,0 г/куст соответственно.

У *Arctagrostis latifolia* резко выделялись селекционные образцы № 5, 18, 21, которые уступали остальным по всем биоморфологическим признакам, что привело к самой низкой потенциальной продуктивности.

Статистический анализ полученных в результате исследований данных выявил высокую изменчивость ряда признаков, влияющих на величину кормовой массы (табл. 2): количество генеративных ( $V=34-52$  %) и вегетативных (42–87 %) побегов на 1 куст, среднего веса 1 побега (34–52 %), высота вегетативного яруса в фазу выхода в трубку (11–59%) и в фазу массового выметывания (16–35%), длины 2 и 3 листьев (17–39 и соответственно 78–123%). Средний уровень варьирования признаков: высота генеративного яруса в фазу выход в трубку (8–17%) и в фазу массового выметывания (18–23%), высота листового яруса в фазу выход в трубку (13–15%) и в фазу массового выметывания (14–17%), длины 1 и флагового листьев (17–23% и соответственно 22–28%), плотность травостоя (38–44%). Показатель ширины куста в фазу цветения имеет одинаково высокую вариабельность для всех видов трав, составляющую 40 %.

**Таблица 2**

**Коэффициенты вариации элементов кормовой продуктивности потомства селекционных образцов интродуцентов**

Показатели	Коэффициент вариации по видам многолетних трав, %		
	<i>Arctagrostis latifolia</i>	<i>Alopecurus arundinaceus</i>	<i>Beckmannia syzigachne</i>
Общая кустистость	40	34	53
Количество вегетативных побегов на куст	45	42	87
Количество генеративных побегов на куст	52	41	34
Средний вес побега в кусте	51	34	42
Урожай зеленой массы на куст	68	31	34
Ширина куста в фазу цветения	40	40	40
Высота генеративного яруса в фазу выхода в трубку	14	8	17
Высота вегетативного яруса в фазу выхода в трубку	18	11	59
Высота листового яруса в фазу выхода в трубку	15	13	15

Продолжение таблицы 2

Показатели	Коэффициент вариации по видам многолетних трав, %		
	<i>Arctagrostis latifolia</i>	<i>Alopecurus arundinaceus</i>	<i>Beckmannia syzigachne</i>
Высота генеративных побегов в фазу массового выметывания (колошения)	23	18	20
Высота вегетативных побегов в фазу массового выметывания (колошения)	17	16	35
Высота листового яруса в фазу массового выметывания (колошения)	14	15	17
Длина 1 листа	19	23	17
Длина 2 листа	39	20	17
Длина 3 листа	122	78	123
Длина флагового листа	22	28	24

Анализ сопряженности основных хозяйственно важных признаков и свойств позволил установить достоверные высокие корреляционные связи урожайности зелёной массы и сена исследуемых образцов *Arctagrostis latifolia* с элементами структуры кормовой продуктивности (рис. 2): высотой и количеством генеративных побегов в фазу массового цветения ( $r=0,6-0,7$ ), высотой листовой массы ( $r=0,5-0,6$ ); средняя степень связи с высотой вегетативных побегов ( $r=0,3-0,4$ ), длиной 2, 3 и флагового листа ( $r=0,3-0,4$ ).

Урожайность зеленой и сухой массы селекционных образцов *Alopecurus arundinaceus*, как представителя длинно-корневищных злаков с высоким уровнем

побегообразования, имела достоверную высокую отрицательную корреляцию с площадью куста в фазу цветения ( $r=-0,7$ ), и среднюю положительную – с количеством репродуктивных побегов ( $r=0,6$ ), их высотой в разные фазы развития ( $r=0,5$ ), длиной 1, 2, 3 листа ( $r=0,4-0,5$ ).

Ширина куста в фазу цветения, а также количество и высота вегетативных побегов образцов *Beckmannia syzigachne* оказали отрицательное влияние средней степени на урожайность кормовой массы –  $r=-0,4-0,6$  и  $r=-0,3-0,4$  соответственно. Связь продуктивности селекционных образцов *Beckmannia syzigachne* с остальными признаками была недостоверной.

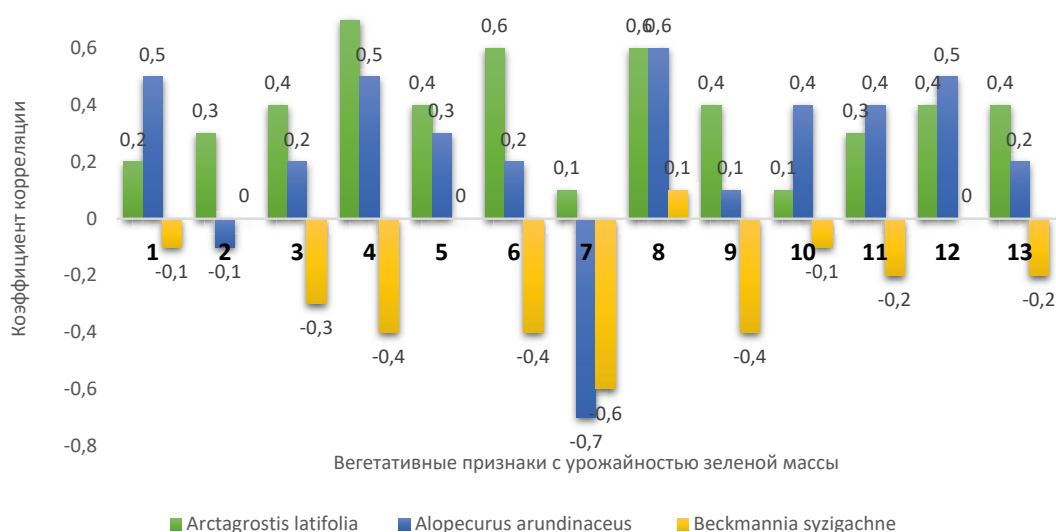
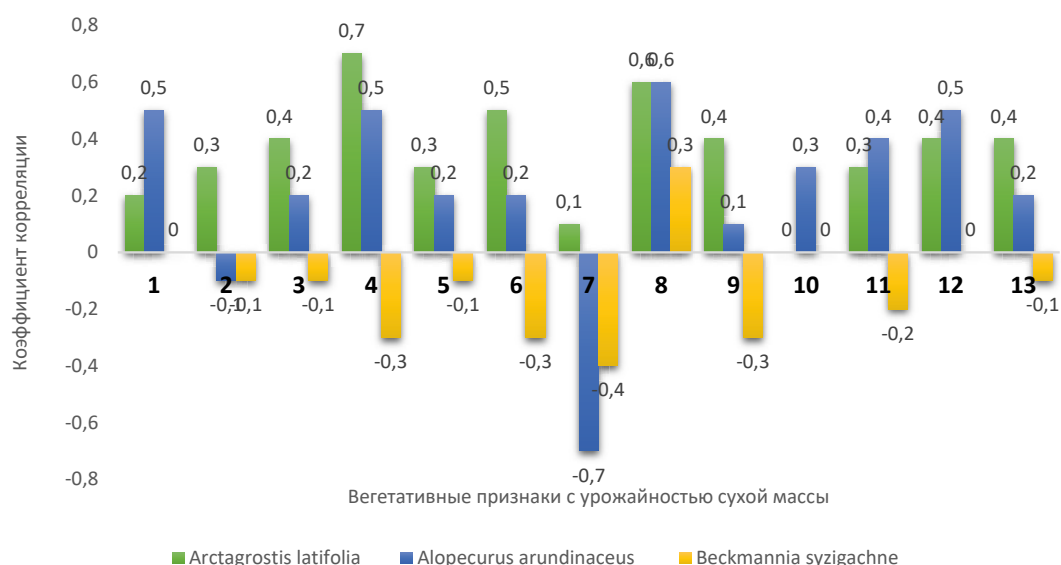


Рис. 2. Коэффициент корреляции кормовой продуктивности с биоморфологическими признаками





**Рис. 2 (продолжение). Коэффициент корреляции кормовой продуктивности с биоморфологическими признаками**

1 – высота генеративных побегов в фазу выметывания; 6 – высота уровня основной массы листьев в фазу цветения; (колошения); 7 – площадь куста в фазу цветения;

2 – высота вегетативных побегов в фазу выметывания 8 – количество генеративных побегов; (колошения); 9 – количество вегетативных побегов;

3 – высота уровня основной массы листьев в фазу 10 – длина 1-го листа; выметывания (колошения); 11- длина 2-го листа;

4 – высота генеративных побегов в фазу цветения; 12 – длина 3-го листа;

5 – высота вегетативных побегов в фазу цветения; 13 – длина флагового листа.

Таким образом, в результате анализа статистических данных хозяйственно ценных признаков потомства интродуцентов аборигенных трав установлена взаимосвязь фенологических фаз вегетации с абиотическими факторами, определены диапазоны варибельности основных се-

лекционных признаков и корреляционные зависимости кормовой продуктивности с биоморфологическими показателями, которые позволяют выделить образцы с более высокими адаптивными свойствами для дальнейшего селекционного процесса.

### Список литературы

Денисов, Г.В. Кормовые культуры в зоне вечной мерзлоты / Г. В. Денисов. – Москва : Россельхозиздат, 1980. – 182 с.

Зайцев, Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г.Н.Зайцев. – Москва : Наука, 1984. – 424 с.

Крамер, Г. Математические методы статистики / Г. Крамер : Мир, 1975. – 648 с.

Методические указания по селекции многолетних трав. – Москва: Всесоюзный научно-исследовательский институт кормов имени В. Р. Вильямса, 1985. – С. 186.

Методические указания по проведению опытов с кормовыми культурами. – Москва, Российская академия сельскохозяйственных наук, 1997. – С. 57–71.

Хохряков, А. П. Флора Магаданской области /А.П. Хохряков. – Москва : Наука, 1985. – 340 с.

Юдина, М. Т. Перспективное направление в луговодстве Севера Дальнего Востока / М.Т. Юдина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015.- №4 (35). – С. 132–133.

### References

Denisov, G. V. Kormovye kul'tury v zone vечноi merzloty (Forage crops in the permafrost zone), Moskva, Rossel'khozizdat, 1980, 182 p.

Zaitsev, G.N. Matematicheskaya statistika v eksperimental'noi botanike (Mathematical statistics in experimental botany), Moskva, Nauka, 1984, 424 p.

Kramer, G. Matematicheskie metody statistiki (Mathematical methods of statistics), Moskva, Mir, 1975, 648 p.

Metodicheskie ukazaniia po selektsii mnogoletnikh trav (Methodological guidelines for the selection of perennial grasses), Moskva, Vsesoyuznyi nauchno-issledovatel'skii institut kormov imeni V.R. Vil'yamsa, 1985, P. 186.

Metodicheskie ukazaniia po provedeniiu opytov s kormovymi kul'turami. (Methodological guidelines for conducting experiments with forage crops), Russian Academy of Agricultural Sciences, Moskva, 1997, PP. 57-71.

Khokhryakov, A.P. Flora Magadanskoi oblasti (Flora of the Magadan region), Moscow, Nauka, 1985, 340 p.

Yudina, M.T. Perspektivnoe napravlenie v lugovodstve Severa Dal'nego Vostoka (Perspective direction in meadow growing in the North of the Far East), International Research Journal, No 4 (35), 2015, PP. 132–133.

© Фандеева Я. Д., Федосова Н. В., 2021

### Информация об авторах

**Фандеева Яна Дмитриевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела фундаментальных, приоритетных прикладных исследований и инновационных разработок, ФГБНУ Магаданский НИИСХ.

**Федосова Наталья Владимировна**, инженер-лаборант I категории отдела фундаментальных, приоритетных прикладных исследований и инновационных разработок, ФГБНУ Магаданский НИИСХ, e-mail: agrarian@maglan.ru.

685000, г. Магадан, ул. Пролетарская 17, ФГБНУ Магаданский НИИСХ.

### Information about authors

**Yana D. Fandeeva**, Candidate of Agricultural Sciences, Researcher of the Department of Fundamental, Priority Applied Research and Innovative Development; Magadan Research Institute of Agriculture; e-mail agrarian@maglan.ru.

**Natalia V. Fedosova**, Engineer-Laboratory of the 1st category of the Department of Fundamental, Priority Applied Research and Innovative Development; Magadan Research Institute of Agriculture; 17, Proletarskaya str., Magadan, Russia; 685000; e-mail agrarian@maglan.ru.

## ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

## VETERINARY AND ANIMAL BREEDING

УДК 599.735

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-53-61

О РАЗЛИЧИИ СЛЕДОВЫХ ОТПЕЧАТКОВ ВОДЯНОГО ОЛЕНЯ *HYDROPOTES INERMIS* И СИБИРСКОЙ КОСУЛИ *CAPREOLUS PYGARGUS*

Дмитрий Анатольевич Беляев, Ирина Павловна Короткова,  
Елена Николаевна Любченко, Дмитрий Валентинович Капралов,  
Александр Анатольевич Кожушко

*Приморская государственная сельскохозяйственная академия, г. Уссурийск*

**Резюме.** В 2019 году на территории Хасанского района Приморского края был обнаружен новый вид для фауны России – водяной олень *Hydropotes inermis* Swinhoe, 1870. Изначально считалось, что он распространен только на самом юге Приморья – в Хасанском районе, затем были получены данные о добыче водяного оленя гораздо севернее, в окрестностях Уссурийска. В настоящее время остро стоит вопрос о способах полевой идентификации водяного оленя, поскольку необходимо выявить его ареал в Приморском крае. В данной статье рассмотрена попытка идентификации следов ног водяного оленя и их отличие от следов косули и кабарги.

**Аннотация.** Млекопитающие – скрытные животные, поэтому их образ жизни часто изучают не путем непосредственного наблюдения, а через изучение следов жизнедеятельности. Следы большинства животных России давно описаны, также имеется большое количество разнообразных определителей и гайдов следов животных. Однако в 2019 г. фауна млекопитающих России пополнилась новым видом копытных – водяным оленем. В настоящее время необходимо оценить распространение этого вида на территории нашей страны. Сбор такой информации поможет детальное описание следов жизнедеятельности водяного оленя. Для этого нужно выявить полевые признаки этого копытного, чтобы охотники, госохотинспекторы, туристы, волонтеры могли точно идентифицировать следы жизнедеятельности и дериваты водяного оленя и отличать их от следов и дериватов других копытных края, прежде всего, сибирской косули и кабарги. Поскольку в полевых условиях зачастую сложно определить видовую принадлежность следов конечностей копытных, нами были использованы конечности самца водяного оленя и сибирской косули для изготовления гипсовых отпечатков следов и последующего снятия промеров следов. Измерялись длина и ширина отпечатков копыт передних и задних ног, а также величина и высота расположения «пасынков». Кроме того, были сделаны и измерены отпечатки следов водяного оленя и косули на свежеснеженном снегу. Несмотря на то, что копыта водяного оленя визуально заметно уже копыт косули, на следовом отпечатке это практически не заметно. Отличить же следы водяного оленя от следов кабарги несложно, так как отпечатки ног последней имеют очень характерную форму, а низко расположенные длинные «пасынки» отпечатываются практически на любом субстрате. Возможно, что изучение следовой дорожки водяного оленя и косули сможет помочь выявлению идентификационных признаков следов.

**Ключевые слова:** водяной олень, *hydropotes inermis*, Приморский край, следы, полевые признаки, косуля, кабарга, копытные.

## ABOUT DIFFERENCES BETWEEN THE TRACES OF THE WATER DEER HYDROPOTES INERMIS AND THE SIBERIAN ROE DEER CAPREOLUS PYGARGUS

D. A. Belyaev, I. P. Korotkova, E. N. Lyubchenko, D. V. Kapralov,  
A. A. Kozhushko

*Primorskaya State Academy of Agriculture, Ussuriysk*

**Abstract.** Mammals are quite secretive animals, so their way of life is often studied not by direct observation, but through the study of traces of life activity. The traces of most animals in Russia have been described for a long time, and there is also a large number of various qualifiers and guides for animal traces. However in 2019, the mammalian fauna of Russia was replenished with a new species of ungulates – the water deer. Currently, it is necessary to assess the distribution of this species on the territory of our country. A detailed description of the traces of the water deer's vital activity will help to collect such information.

To do this, it is necessary to identify the field signs of this ungulate so that hunters, state hunting inspectors, tourists, volunteers can accurately define traces of life and derivatives of water deer and distinguish them from traces and derivatives of other hoofed lands, primarily Siberian roe deer and musk deer. We used the limbs of the dead water deer and Siberian roe deer to make plaster traces and then take measurements of the traces. Despite the fact that the hooves of the water deer are noticeably narrower than ones of the roe deer, this is almost not noticeable on the trace. But it is not difficult to distinguish the traces of water deer from the traces of musk deer. The study of the water deer and roe deer trails may help to define the identification features of traces.

**Key words:** water deer, hydropotes inermis, Primorsky krai, tracks, field signs, roe deer, musk deer, ungulates.

**Введение.** Млекопитающие – скрытные и подвижные животные, и, как правило, избегают непосредственных встреч с человеком, поэтому для того, чтобы что-либо узнать об их биологии, необходимо опираться на следы их жизнедеятельности [12, 13]. Хорошее знание следов животных при сборе материалов о биологии зверей часто дает больше значимой информации, чем непосредственное наблюдение за животным [2]. Единственная на сегодняшний день официально признанная в России методика определения численности охотничьих животных – зимний маршрутный учет – также основана на регистрации следов их жизнедеятельности [14]. Кроме того, по следам возможно изучать такие аспекты биологии животных как подвижность зверей, размер их участ-

ка обитания и его освоение, особенности кормодобывающего поведения [10].

Известно значительное количество различных справочных и методических пособий для определения следов жизнедеятельности животных [1, 8, 11, 12, 13, 15, 16 и др.]. Однако в русскоязычных определителях нами не было найдено описание следов водяного оленя (*Hydropotes inermis* Swinhoe, 1870) по причине его совсем недавней находки в фауне России - 1 апреля 2019 года с помощью фотоловушки впервые было документально подтверждено его обитание на территории России [5]. В дальнейшем мы получили данные о находках этого копытного гораздо севернее Хасанского района – в Михайловском районе Приморского края и в г. Уссурийске [17, наши данные].



В зарубежных изданиях имеются описания следов этого вида, но, как правило, не приводятся сравнения со следами других копытных [18, 22]. Водяной олень – один из самых примитивных представителей семейства Олени *Cervidae*. Когда-то был широко распространен в Китае и Корее, на севере достигая китайской провинции Ляонин [21, 25]. В настоящее время китайский подвид *H. inermis inermis* вид сохранился только в долине реки Янцзы, корейский же подвид *H. i. argyropus* широко распространен на Корейском полуострове, часто являясь даже серьезным сельскохозяйственным вредителем. Водяной олень был также акклиматизирован во Франции и Великобритании [20, 21, 22, 23, 24, 26]. Водяной олень – очень пластичный «опушечный» вид, заселяющий множество различных биотопов [21, 22]. Предпочитает он, как правило, невысокие увалы (не выше 600 м над уровнем моря), покрытые широколиственным лесом, заросли кустарников, тростники, высокотравье, берега водоемов, не избегая сельскохозяйственных угодий, особенно рисовых чеков [20, 21, 22, 23]. Ведут эти олени одиночный образ жизни, при этом вне периода гона отсутствует территориальность, а особи ведут себя совершенно индифферентно по отношению друг к другу [19].

Поскольку встречи с водяным оленем в Приморье случаются редко, а его следы схожи по размерам и форме со следами сибирской косули (*Capreolus pygargus*), то, не зная точно, какое животное оставило эти следы в природе, невозможно их идентифицировать.

В данной статье мы провели описание следов водяного оленя и провели их сравнение со следами других видов мелких копытных, обитающих на юге Приморского края.

**Материалы и методы.** Для сравнения отпечатков нами были использованы конечности погибших животных – самца водяного оленя, погибшего 21 ноября 2020 года в Уссурийске (Приморский край), и самца сибирской косули, добытого браконьерами 10 декабря 2020 года в Кировском районе Приморского края. Также были использованы промеры копыт самки водяного оленя, добытой браконьерами в Хасанском районе в январе 2020 года, и доставленной госохотинспекторами в Центр диагностики болезней диких животных Приморской ГСХА.

Поскольку размер и детальность следового отпечатка на снегу очень сильно зависят от физических свойств снежного покрова (влажность, рыхлость, глубина и т.д.) [1, 12], то мы для удобства измерения использовали гипсовый раствор. Гипс разводили теплой водой в емкости, ждали начала затвердевания поверхности, а затем делали отпечаток конечностью копытного. Были изготовлены и измерены отпечатки всех четырех ног водяного оленя и сибирской косули (Рис. 1). Кроме того, отпечатки конечностей были сделаны и измерены на свежевыпавшем снегу (Рис. 2), а размеры сравнены с отпечатками на гипсе. Были измерены сами копыта всех четырех конечностей, как водяного оленя (Рис. 3), так и косули (Рис. 4). Измерения производились с помощью рулетки с точностью 0.1 см.

**Результаты и обсуждение.** Следы водяного оленя сердцевидные, внутреннее копыто немного короче наружного. Внутренние края копыт изогнуты, но не так сильно, как у косули. Сами копыта у водяного оленя пропорционально более широкие в средней части и менее заостренные на переднем конце, чем у косули. Пасынки расположены довольно высоко, и будут оставлять отпечатки только на очень мягком грунте либо при галопе.



**Рис. 1. Отпечатки следов водяного оленя (верхний ряд) и сибирской косули (нижний ряд) на гипсе. Фото авторов.**

Копыта водяного оленя широко раздвигаются, а между 3-м и 4-м пальцами имеется небольшая кожистая перепонка, покрытая шерстью. Однако на следе эта перепонка не видна, так как для того, чтобы перепонка достигла субстрата, конечность должна довольно глубоко по-



**Рис. 2. Отпечатки копыт водяного оленя на снегу. Фото авторов**

грузиться в него, что явно повлияет на четкость отпечатка, и, вероятнее всего, отпечаток перепонки виден не будет.

Размеры отпечатков копыт водяного оленя и сибирской косули даны в таблице 1, а размеры самих копыт даны в таблице 2.

**Таблица 1**

**Размеры отпечатков копыт водяного оленя и сибирской косули**

Измеренные параметры, см	Водяной олень	Сибирская косуля
Отпечаток копыта на гипсе		
Передние конечности	4.1x3.0 – 4.1x3.6	5.0x3.3 – 5.3x3.6
Задние конечности	4.1x3.9 – 4.5x3.9	4.7x3.7 – 5.0x3.7
Отпечаток копыта на снегу		
Передние конечности	5.0x4.1 – 5.1x4.2	5.7x4.6 – 5.8x4.1
Задние конечности	4.0x4.9 – 5.1x4.5	5.9x4.9 – 6.0x4.9

Таблица 2

**Размеры копыт водяного оленя и сибирской косули**

Измеренные параметры, см	Водяной олень	Сибирская косуля
<b>Длина</b>		
Передние конечности	3.4-3.5	4.0-4.1
Задние конечности	3.0	3.7-4.0
<b>Ширина</b>		
Передние конечности	2.3-2.5	2.9-3.0
Задние конечности	2.9	3.0
<b>Длина «пасынков»</b>		
Передние конечности	1.7-1.8	2.3-2.4
Задние конечности	1.5-1.7	1.5
<b>Высота расположения «пасынков» относительно опорной поверхности конечности</b>		
<b>До окончания «пасынков»</b>		
Передние конечности	4.0	2.5
Задние конечности	5.0	3.4
<b>До основания «пасынков»</b>		
Передние конечности	5,5	4.2
Задние конечности	6.2	5.0
<b>Ширина раздвигания копыт</b>		
Передние конечности	4.5–4.7	3.7–4.0
Задние конечности	4.5	4.0–4.2



**Рис. 3. Задние (слева) и передние (справа) копыта водяного оленя. Фото авторов**



**Рис. 4. Задние (слева) и передние (справа) копыта сибирской косули. Фото авторов**

Кроме сибирской косули следы водяного оленя могут быть спутаны со следами еще одного мелкого копытного – сибирской кабарги (*Moschus moschiferus*). Длина отпечатков копыт взрослого самца без «пасынков» составляет 4.5 см, с «пасынками» – 8 см, самки – 4 и 7 см соответственно [1, 2, 6, 13]. Однако следы кабарги отличаются от следов других копытных тем, что отпечатки копыт очень

узкие, сильно сужены и заострены на переднем конце, «пасынки» расположены низко и всегда оставляют отпечатки на любом грунте, а также тем, что копыта кабарги могут очень широко раздвигаться [1,6]. Помимо этого, кабарга большую часть жизни биотопически разделена как с косулей, так и с водяным оленем, поскольку предпочитает темнохвойные леса из кедра, пихты и ели в средней и верх-

ней части сопки на высоте 650-800 м над уровнем моря. [6,7, 9]. Сибирская косуля в Приморье предпочитает, наоборот, низкорослые формы рельефа, лиственные леса с богатым травяным и кустарниковым покровом. Наиболее предпочитаемые станции – леспещеро-лесные дубняки рядом с сельскохозяйственными полями, разнотравными лугами, молодняки на горах [3, 4]. Схожие биотопы населяет и водяной олень на Корейском полуострове [20, 21, 22, 23].

**Выводы.** Таким образом, несмотря на то, что полученные нами следовые отпечатки водяного оленя примерно на 1 см меньше по длине, чем следы сибирской косули, представляется очень маловероятным возможность с точностью различать их в полевых условиях, поскольку длина отпечатка следа сибирской косули составляет 4.5 – 5.0 см х 3.0 – 3.8 см [1, 12, 13],

то есть размеры отпечатков перекрываются, а размеры следовых отпечатков сильно зависят как от характера субстрата, так и от характера передвижения животного. «Пасынки» у обоих видов отпечатываются только при передвижении по мягкому грунту либо при передвижении галопом. Копыта водяного оленя способны шире раздвигаться, чем у косули и имеют менее выраженную сердцевидную форму [18], что тоже будет видно только на четких отпечатках, которые в природе встретить довольно трудно.

Возможно, что более значимые отличия могут проявиться при сравнении следовых дорожек этих видов копытных. Во всяком случае, необходимо дальнейшее изучение следов жизнедеятельности водяного оленя на территории Приморского края для сравнения со следами, которые оставляет сибирская косуля.

### Список литературы

1. Гудков, В. М. Следы зверей и птиц. Энциклопедический справочник-определитель / В.М. Гудков – Москва : Вече, 2016. — 128 с.
2. Давыдов, А.В. Охотничьи копытные животные. Краткое руководство по сбору первичной информации / А.В. Давыдов, Ю.И. Рожков – Москва : Изд-во ГУ «Центрохотконтроль», 2002. – 198 с.
3. Данилкин, А.А. Олени (Cervidae) / А.А. Данилкин – Москва : Геос, 1999. – 552 с.
4. Данилкин, А.А. Косули (биологические основы управления ресурсами) / А.А. Данилкин – Москва : Тов-во научных изданий КМК, 2014. – 337 с.
5. Дарман, Ю.А. *Hydropotes inermis* (Cervidae) – новый вид для фауны России из национального парка «Земля леопарда» (Россия) / Ю.А. Дарман, В.Б. Сторожук, Г.А. Седаш // Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2019. - №4 (3). – С. 127-129.
6. Зайцев, В.А. Кабарга Сихотэ-Алиня: Экология и поведение / В.А. Зайцев – Москва : Наука, 1991. – 216 с.
7. Зайцев, В.А. Кабарга: экология, динамика численности, перспективы сохранения / В.А. Зайцев – Москва : Изд-во Центра охраны дикой природы, 2006. – 120 с.
8. Корытин, С.А. Следовая активность зверей / С.А. Корытин – Киров: ГНУ ВНИИОЗ, 2009. – 124 с.
9. Матюшкин, Е.Н. О взаимоотношениях харзы (*Martes flavigula* Bodgaert) и кабарги (*Moschus moschiferus* L.) в Среднем Сихотэ-Алине и история формирования их биоэкологической связи / Е.Н. Матюшкин // Териология. – Т.2. – Новосибирск: Наука, 1974. – С. 227-252.
10. Матюшкин, Е.Н. Следы и метод тропления в изучении крупных хищных млекопитающих / Е.Н. Матюшкин // Зоол. журн. – 2000. – Т.79. – №4. – С. 412-429.



11. Муравьев, И. В. Следы зверей и птиц в природе: методическое пособие / И.В. Муравьев, Д.Г. Смирнов, С.В. Титов — Пенза: Издательство Пензенского ГПУ им. В. Г. Белинского, 2010. — 16 с.
12. Ошмарин, П. Г. Следы в природе / П.Г. Ошмарин, Д.Г. Пикунов — Москва : Наука, 1990. — 128 с.
13. Пикунов, Д.Г. Следы диких животных Дальнего Востока / Д.Г. Пикунов, Д.Г. Микелл, Ю.М. Дунишенко [и др.] — Владивосток: Дальнаука, 2004. — 96 с.
14. Приказ Минприроды России от 11 января 2012 г. №1 «Об утверждении Методических указаний по осуществлению органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации переданного полномочия Российской Федерации по осуществлению государственного мониторинга охотничьих ресурсов и среды их обитания методом зимнего маршрутного учета» [Электронный источник] / <http://docs.cntd.ru/document/902325152> (дата обращения 15.02.2021).
15. Руковский, Н.Н. По следам лесных зверей / Н.Н. Руковский — Москва : Лесная промышленность, 1981. — 160 с.
16. Формозов, А. Н. Спутник следопыта / А.Н. Формозов — Москва : КомКнига, 2006. — 368 с.
17. Belyaev, D. A., Jo, Y. Northernmost finding and further information on water deer *Hydropotes inermis* in Primorskiy Krai, Russia. - *Mammalia*. — 2021. — Vol.85. — Issue 1. — P. 71-73.
18. Brown, R. W., Lawrence, M. J., Pope, J. The Hamlyn guide to animal tracks, trails and signs. — Hamlyn, 1992. — 320 p.
19. Dubost, G., Charron, F., Courcoul, A., Rodier, A. Social organization in the Chinese water deer, *Hydropotes inermis*. — *Acta theriologica*, 2011. — No. 56. — P. 189–198.
20. Eom, T. K., Hwang, H.S., Lee, J.K., Rhim, Sh.J. Ecological factors influencing winter field sign abundance of Korean water deer *Hydropotes inermis argyropus* in a temperate forest in South Korea. - *Folia Zoologica*, 2018. - Vol. 67(3-4). — P. 173–178.
21. Jo, Y. S., Baccus, J.T., Koprowski, J.L. Mammals of Korea: a review of their taxonomy, distribution and conservation status. — *Zootaxa*, 2018. - No. 4522. - P. 1–216.
22. Jo, Y. S., Baccus, J. T., Koprowski, J. L. Mammals of Korea — Incheon, 2018. — 573 p.
23. Kim, B. J., Lee, S. D. Home range study of the Korean water deer (*Hydropotes inermis argyropus*) using radio and GPS tracking in South Korea: comparison of daily and seasonal habitat use pattern. - *Journal of Ecology and Field Biology*, 2011. - Vol. 34 (4). — P. 365-370.
24. Kim, B. J., Oh, D. H., Chun, S. H., Lee, S. D. Distribution, density, and habitat use of the Korean water deer (*Hydropotes inermis argyropus*) in Korea. - *Landscape and Ecological Engineering*, 2011. — No. 7. — P. 291–297.
25. Smith, A. T., Xie, Y. A Guide to Mammals of China — Princeton, 2008. — 1261 p.
26. Wards, A., Etherington, T., Ewald, J. Five years of change. — *Deer*, 2008. — No. 14. — P. 17–21.

## References

1. Gudkov V. M. Sledy zveri i ptits. Entsiklopedicheskii spravochnik-opredelitel' (Tracks of mammals and birds. Encyclopedic reference guide), Moskva, Veche, 2016, 128 p.
2. Davydov, A. V., Rozhkov, Yu. I. Okhotnich'i kopytnye zhivotnye. Kratkoe rukovodstvo po sboru pervichnoi informatsii (Game ungulates. Short guide to collecting primary information), Moskva, Izd-vo GU «Tsentrkhokontrol'», 2002, 198 p.
3. Danilkin, A.A. Olen'i (Cervidae) (Cervidae), Moskva, Geos, 1999, 552 p.
4. Danilkin, A.A. Kosuli (biologicheskie osnovy upravleniya resursami) (Roe deer (biological basis of resource management)), Moskva, Tov-vo nauchnykh izdaniy KMK, 2014, 337 p.

5. Darman, Yu. A., Storozhuk, V. B., Sedash, G. A. *Hydropotes inermis* (Cervidae) – novij vid dlja fauni Rossiji iz natsional'nogo parka Zemlja leoparda (Rossija) (*Hydropotes inermis* (Cervidae), a new species for the Russian fauna registered in The Land of Leopard National Park (Russia)), *Nature Conservation Research. Zapovednaja nauka*, 2019, No. 4 (3), PP. 127–129.
6. Zaitsev, V. A. *Kabarga Sikhote-Alinya: Ekologiya i povedenie* (The musk deer of the Sikhote-Alin: Ecology and behavior), Moskva, Nauka, 1991, 216 p.
7. Zaitsev, V. A. *Kabarga: ekologiya, dinamika chislennosti, perspektivy sokhraneniya* (Musk deer: ecology, population dynamics, conservation prospects), Moskva, Izd-vo Tsentra okhrany dikoi prirody, 2006, 120 p.
8. Korytin, S. A. *Sledovaya aktivnost' zveri* (Track activity of the mammals), Kirov, GNU VNIIOZ, 2009, 124 p.
9. Matyushkin, E. N. *O vzaimootnosheniyakh kharzy (Martes flavigula Bodgaert) i kabargi (Moschus moschiferus L.) v Srednem Sikhote-Aline i istoriya formirovaniya ikh biotsenoticheskoi svyazi* (On the relationship of the yellow-throated marten (*Martes flavigula Bodgaert*) and musk deer (*Moschus moschiferus L.*) in the Middle Sikhote-Alin and the history of the formation of their biocenotic relationship), *Teriologiya*, T.2, Novosibirsk, Nauka, 1974, PP. 227–252.
10. Matyushkin, E. N. *Sledy i metod tropleniya v izuchenii krupnykh khishchnykh mlekopitayushchikh* (Tracks and the method of tracking in the study of large carnivorous mammals), *Zoologicheskij zhurnal*, 2000, T.79, No.4, PP. 412–429.
11. Murav'ev, I. V., Smirnov, D. G., Titov, S. V. *Sledy zveri i ptits v prirode: metodicheskoe posobie* (Tracks of mammals and birds in nature: a methodological guide), Penza, Izdatel'stvo Penzenskogo GPU im. V. G. Belinskogo, 2010, 16 p.
12. Oshmarin, P. G., Pikunov, D. G. *Sledy v prirode* (Tracks in nature), Moskva, Nauka, 1990, 128 p.
13. Pikunov, D. G., Mikell, D. G., Dunishenko, Yu. M., Myslenkov, A. I., Nikolaev, I. G., Seredkin, I. V. *Sledy dikikh zhivotnykh Dal'nego Vostoka* (Tracks of wild animals of the Far East), Vladivostok, Dal'nauka, 2004, 96 p.
14. *Prikaz Minprirody Rossii ot 11 yanvarya 2012. No.1 «Ob utverzhdenii Metodicheskikh ukazanii po osushchestvleniyu organami ispolnitel'noi vlasti sub'ektov Rossiiskoi Federatsii peredannogo polnomochiya Rossiiskoi Federatsii po osushchestvleniyu gosudarstvennogo monitoringa okhotnich'ikh resursov i sredy ikh obitaniya metodom zimnego marshrutnogo ucheta»* (The order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of Russia on 11 January 2012, No. 1 “On approval of Guidelines for the implementation of the state monitoring of hunting resources and their habitats by the method of winter route accounting by the executive authorities of constituent entities of the Russian Federation delegated authority of the Russian Federation”). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902325152> (Accessed 15 February 2021).
15. Rukovskii, N. N. *Po sledam lesnykh zveri* (Following tracks of forest animals), Moskva, Lesnaya promyshlennost', 1981, 160 p.
16. Formozov, A. N. *Sputnik sledopyta* (Pathfinder's guide), Moskva, KomKniga, 2006, 368 p.
17. Belyaev, D. A., Jo, Y. Northernmost finding and further information on water deer *Hydropotes inermis* in Primorskiy Krai, Russia, *Mammalia*, 2021, Vol.85, Issue 1, PP. 71–73.
18. Brown, R. W., Lawrence, M. J., Pope, J. *The Hamlyn guide to animal tracks, trails and signs*, Hamlyn, 1992, 320 p.
19. Dubost, G., Charron, F., Courcoul, A., Rodier, A. Social organization in the Chinese water deer, *Hydropotes inermis*, *Acta theriologica*, 2011, No. 56, PP. 189–198.
20. Eom, T. K., Hwang, H. S., Lee, J. K., Rhim, Sh. J. Ecological factors influencing winter field sign abundance of Korean water deer *Hydropotes inermis argyropus* in a temperate forest in South Korea, *Folia Zoologica*, 2018, Vol. 67(3-4), PP. 173–178.
21. Jo, Y. S., Baccus, J. T., Koprowski, J. L. *Mammals of Korea: a review of their taxonomy, distribution and conservation status*, *Zootaxa*, 2018, No. 4522, PP. 1–216.

22. Jo, Y. S., Baccus, J. T., Koprowski, J. L. Mammals of Korea, Incheon: Life Science Publishing Co., 2018, 573 p.
23. Kim, B. J., Lee, S. D. Home range study of the Korean water deer (*Hydropotes inermis argyropus*) using radio and GPS tracking in South Korea: comparison of daily and seasonal habitat use pattern, *Journal of Ecology and Field Biology*, 2011, Vol. 34 (4), PP. 365–370.
24. Kim, B. J., Oh, D. H., Chun, S. H., Lee, S. D. Distribution, density, and habitat use of the Korean water deer (*Hydropotes inermis argyropus*) in Korea, *Landscape and Ecological Engineering*, 2011, No. 7, PP. 291–297.
25. Smith, A. T., Xie, Y. A Guide to Mammals of China, Princeton: Princeton University Press, 2008, 1261 p.
26. Wards, A., Etherington, T., Ewald, J. Five years of change, *Deer*, 2008, No. 14, PP. 17–21.

© Беляев Д. А., Короткова И. П., Любченко Е. Н., Капралов Д. В., Кожушко А. А., 2021

### **Информация об авторах**

**Беляев Дмитрий Анатольевич**, кандидат биологических наук, доцент, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, г. Уссурийск, пр-т Блюхера, 44;

**Короткова Ирина Павловна**, кандидат ветеринарных наук, доцент, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, г. Уссурийск, пр-т Блюхера, 44.

**Любченко Елена Николаевна**, кандидат ветеринарных наук, доцент Приморская государственная сельскохозяйственная академия, г. Уссурийск, пр-т Блюхера, 44, e-mail: lyubchenkol@mail.ru.

**Капралов Дмитрий Валентинович**, ст. преподаватель, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, г. Уссурийск, пр-т Блюхера, 44.

**Кожушко Александр Анатольевич**, кандидат биологических наук, ст. преподаватель, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, г. Уссурийск, пр-т Блюхера, 44.

### **Information about the authors**

**Dmitry A. Belyaev**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor; Primorskaya State Academy of Agriculture; 44, Bliukhera str., Ussuriysk.

**Irina P. Korotkova**, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor; Primorskaya State Academy of Agriculture; 44, Bliukhera str., Ussuriysk.

**Elena N. Lyubchenko**, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor; Primorskaya State Academy of Agriculture; 44, Bliukhera str., Ussuriysk; e-mail: lyubchenkol@mail.ru;

**Dmitry V. Kapralov**, Senior Lecturer; Primorskaya State Academy of Agriculture; 44, Bliukhera str., Ussuriysk.

**Alexander A. Kozhushko**, Candidate of Veterinary Sciences, Senior Lecture; Primorskaya State Academy of Agriculture; 44, Bliukhera str., Ussuriysk.

УДК 619:616-07:616.5

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-62-67

## СТЕРОИДОГЕНЕЗ У ПЕСЦА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА И СЕЗОНА ГОДА

Юлия Анатольевна Березина<sup>1</sup>, Игорь Александрович Домский<sup>1</sup>,  
Мария Александровна Кошурникова<sup>1</sup>, Олег Юрьевич Беспятых<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова», г. Киров

<sup>2</sup>Вятский государственный университет, г. Киров

**Аннотация.** В статье представлен сравнительный анализ сезонных изменений тестостерона у самцов вуалевого песца. Работы по взятию биоматериала осуществлялись в ООО «Зверохозяйство «Вятка» (Кировская область). Исследовали сыворотку крови взрослых и текущего года рождения самцов вуалевых песцов (16 голов). Методика исследований основывается на иммуноферментном анализе. В результате проведенной работы выявлено, что содержание тестостерона у самцов вуалевого песца в первые месяцы жизни в крови было низким, и лишь к августу происходит увеличение секреции андрогенов, затем к сентябрю концентрация тестостерона под влиянием осеннего сезона снижается. Затем нарастание концентрации происходит вплоть до февраля месяца. В марте концентрация тестостерона снижается. У взрослых песцов в летний и осенний периоды концентрация тестостерона находилась на низком уровне, но выше, чем у щенков в это же время. В ноябре выявляется подъем секреции тестостерона. В феврале в период активного гона уровень тестостерона в крови достиг максимума. В марте концентрация тестостерона в крови снизилась. Во все сроки исследования концентрация тестостерона у взрослых животных была выше, чем у молодняка.

**Ключевые слова:** онтогенез, вуалевый песец (взрослый и молодняк), сезонные изменения, иммуноферментный анализ, тестостерон.

## STEROIDOGENEZ OF THE POLAR FOX DEPENDING ON AGE AND THE SEASON OF YEAR

Yu. A. Berezina,<sup>1</sup> I. A. Domskiy<sup>1</sup>, M. A. Koshurnikova<sup>1</sup>, O. Yu. Bespyatykh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Hunting and Animal Breeding named after Prof. B. M. Zhitkov, Kirov

<sup>2</sup>Vyatka State University, Kirov

**Abstract.** The comparative analysis of seasonal changes of testosterone at males of a veil polar fox is presented in the article. The sampling of biomaterial was carried out in LLC “Animal husbandry “Vyatka” (Kirov region). The blood serums of polar fox adult males and males of the current year birth (16 heads) were investigated. The technique of researches is based on the immunofermental analysis. As a result of researches it is revealed that in the first months of life males of a veil polar fox have low testosterone content in blood and only by August there is an increase in secretion of androgens; then by September concentration of testosterone under the influence of autumn season decreases. Then increase of testosterone concentration happens up to February. The testosterone concentration decreases in March. The testosterone concentration was at a low level at adult polar foxes during the summer and autumn periods, but it was higher the testosterone concentration



at puppies in the same time. The rise of testosterone secretion reveals in November. The maximum testosterone level in blood was in February during active rutting. In March the testosterone concentration in blood decreased. The testosterone concentration at adult animals was higher the testosterone concentration at young growth in all terms of the studies.

**Key words:** ontogenesis, polar fox (adult and young growth), seasonal changes, enzyme immunoassay, testosterone.

**Введение.** На сегодняшний день получен большой объем справочной информации в области физиологии пушных зверей. Детально изучена морфология и биохимия крови [2,3], иммунологические показатели [4,5] При этом данных об эндокринной системе и ее влиянии на репродукцию существенно меньше [1,7,8]. Возможно, одной из причин сложившейся ситуации являлась сложность лабораторных методов определения концентрации того или иного гормона. Современное диагностическое оборудование и реагенты позволяют решить эту проблему.

Следует отметить, что физиология пушных зверей и особенно их половое поведение находится под влиянием сезонных изменений погоды. Учитывая тот факт, что за последние двадцать лет климатические условия претерпели значительные изменения, можно предположить, что и в физиологии животных произошли некоторые изменения. В связи с этим уже имеющиеся данные требуют проверки и корректировки.

Как уже было сказано, современные иммуноферментные анализаторы позволяют осуществлять широкий спектр исследований в эндокринологии и репродуктивной системе. Единственным препятствием является ограниченный выбор тест систем для ветеринарии либо его отсутствие в совокупности с высокой стоимостью. Однако практика показала, что возможно применять медицинские реагенты для определения концентрации некоторых гормонов. Следует отметить, что отсутствие их видовой специфичности не позволяло утверждать это, так как некоторые отличия в аминокислотном составе все-таки имеются.

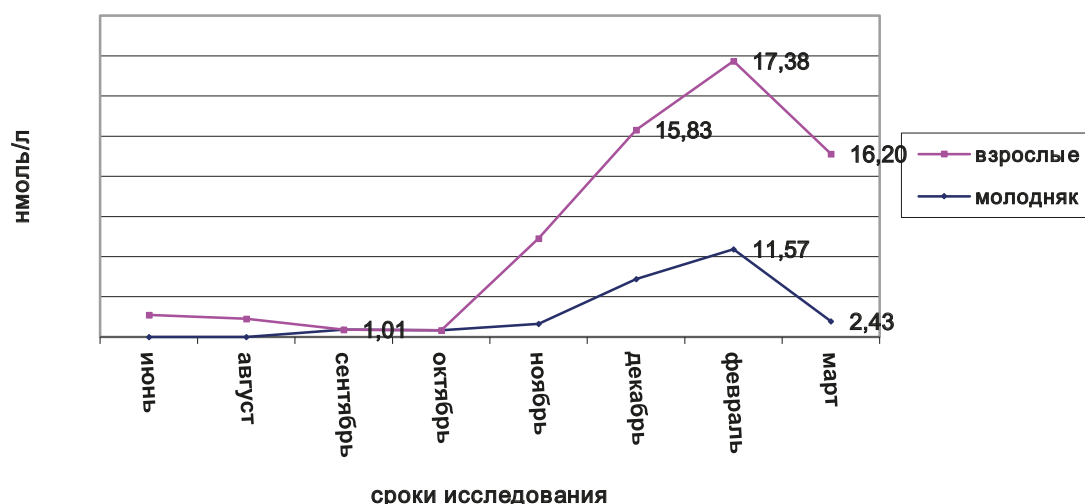
**Материалы и методы.** Работы по взятию биоматериала у клеточных пушных зверей осуществлялись в ООО «Зверохозяйство «Вятка» (Кировская область). Лабораторные исследования проводили в отделе звероводства лаборатории ветеринарии ФГБНУ ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова (г. Киров).

**Материалом для исследования** послужила сыворотка крови взрослых и текущего года рождения самцов вуалевых песцов (16 голов). В сыворотке определяли концентрацию тестостерона.

Исследования осуществляли шестикратно вне гона и в гон. Методика исследований основывается на иммуноферментном анализе. Серологическая реакция проводилась в стандартных полистироловых планшетах на оборудовании Stat Fax: ИФА-ридер, шейкер-инкубатор, вошер (США). В работе использовалась тест-система для определения тестостерона в сыворотке крови производства ООО «Хема-Медика».

**Результаты исследований.** Экспериментальные данные по определению концентрации гормонов, участвующих в нейрогуморальной регуляции репродуктивной функции исследуемых животных, отражены на рисунке 1.

Общая динамика изменений концентрации тестостерона у самцов вуалевого песца имеет сходную картину с уже имеющимися данными [1], однако, есть некоторые отличия. Содержание тестостерона у самцов вуалевого песца в первые месяцы жизни в крови было низким, и лишь у 4-месячных самцов происходит увеличение секреции андрогенов.



**Рис. 1. Сравнительный анализ уровня тестостерона у взрослых и молодняка самцов песца**

По данным Ю. В. Полынцева (1981), увеличение это было весьма значительным и приближалось к величинам у взрослых особей в период гона. Автор полагает, что самцы песцов становятся половозрелыми в данный период, и этот небольшой подъем секреции тестостерона семенниками песцов еще не сопровождается существенными изменениями морфологии гонад и половых органов. Кроме того, Ю. В. Полынцев рекомендовал вести отбор племенных производителей по величине показателя тестостерона в крови у 4-х месячных щенков [10].

Подобный подъем уровня тестостерона у молодняка в возрасте 4-х месяцев, который отмечал Ю.В. Полынцев (1981), нами не замечен.

По нашим данным ( $1,01 \pm 0,24$  нмоль/л) и по данным А. Д. Антипова (1987) ( $1,24 \pm 0,54$  нмоль/л), это увеличение было очень небольшим и не достигало степени достоверности. Его, вероятно, можно трактовать как начальный показатель созревания половой функции самцов песца.

У 5-ти месячных самцов песца концентрация тестостерона снижается до  $0,83 \pm 0,11$  нмоль/л. Сходные результаты ( $0,44$ – $0,47$  нмоль/л) получены А. Д. Антиповым с соавт. (1987). Ю. В. Полынцев (1981) также отметил резкое падение

тестостерона у 5-6-месячных животных, которое трактуется как влияние осеннего сезона.

Устойчивое, прогрессивно нарастающее повышение гормональной активности гонад начинается с 5-ти месячного возраста, что приходится на октябрь [10]. Оно продолжается в 6 месяцев, еще более усиливается в 7 месяцев (декабрь), достигая максимума в феврале ( $11,57 \pm 4,19$  нмоль/л). В марте концентрация тестостерона снижается до  $2,43 \pm 0,04$  нмоль/л.

Сходные данные были получены А. Д. Антиповым с соавт. (1987), пик концентрации тестостерона также пришелся на вторую половину февраля, но его концентрация была существенно ниже. Например, максимальный уровень этого гормона в феврале  $2,91 \pm 0,89$  нмоль/л, что примерно в 3,7 раза ниже по сравнению с нашими значениями.

По нашим данным, содержание тестостерона у взрослых песцов в летний и осенний периоды находилось на низком уровне. Например, концентрация тестостерона в августе составила  $2,25 \pm 0,64$  нмоль/л, что выше, чем у щенков в это же время. В ноябре выявляется подъем секреции тестостерона до  $10,63 \pm 0,38$  нмоль/л. В феврале в период активного гона уровень тестостерона в крови достиг максимума и составил  $17,38 \pm 2,59$  нмоль/л. По данным

А. Д. Антипова с соавт. (1987), максимальная его концентрация  $8,61 \pm 1,28$  нмоль/л, что в 2,7 ниже наших результатов. В марте концентрация тестостерона в крови снизилась до  $16,20 \pm 3,88$  нмоль/л.

В своих работах Тютюнник Н. Н. (2002) опирается на результаты исследований по динамике гормональной функции семенников, которые описывает Андерсен (Andersen, 1980). По этим данным, в конце осени клетки Лейдига еще не имели морфологических признаков гормональной активности. В декабре и январе ядра этих клеток увеличивались, возрастало число яйцевидных митохондрий, увеличивался агранулярный эндоплазматический ретикулум, что соответствовало высокому уровню тестостерона в крови. В феврале - марте клетки Лейдига сохраняли морфологические признаки функциональной активности и высокий уровень секреции тестостерона, а летом (май – июнь – август) в них отмечались различные стадии регрессии с деградацией клеточных оргanelл, что совпадало с минимальным уровнем тестостерона в крови.

По данным Е. Д. Ильиной (1975), развитие семенников у голубых песцов начинается в конце августа и продолжается в сентябре, а в январе в семенных канальцах уже можно найти зрелые сперматозоиды.

Андерсен (Andersen, 1980) также отмечает активацию сперматогенной активности в декабре – январе с максимумом развития сперматогенеза в активный период размножения. Летом сперматогенез не доходил до конца и задерживался на ранней фазе первого мейотического деления [10].

**Закключение.** В результате проведенных исследований установлено, что в период инволюции половых желез отмечена наиболее низкая концентрация тестостерона, то есть минимальная активность стероидогенеза.

Полученные нами результаты исследования сезонных изменений стероидов в сыворотке крови песцов совпадают с данными А. Д. Антипова с соавт. (1987), однако отмечаются достоверно более высокие их концентрации, что еще раз подтверждает необходимость пересмотра и дополнения имеющихся данных в области репродуктивной эндокринологии в пушном звероводстве. Физиология нейроэндокринных процессов, влияющих на репродуктивную систему у отдельных представителей одного вида, может существенно отличаться, а также изменяться с течением времени, поэтому необходимо регулярное пополнение и обновление уже имеющихся статистических данных.

### Список литературы

1. Антипов, А. Д. Очерки по физиологии пушных зверей / А. Д. Антипов, В. А. Берестов, Р. И. Волкова. – Ленинград : Наука, 1987. – 239 с.
2. Березина, Ю. А. Биохимическая картина крови взрослых песцов разного пола и цветовых окрасов / Ю. А. Березина, М. А. Кошурникова, И. А. Домский, О. Ю. Беспярых // Пермский аграрный вестник. – 2015. – № 3 (11). – С. 54-58.
3. Березина, Ю. А. Биохимические показатели крови взрослого вуалевго песца в зависимости от пола и сезона / Ю. А. Березина, М. А. Кошурникова, И. А. Домский, О. Ю. Беспярых // Ветеринария. - 2016. - № 1. - С. 41-43.
4. Березина, Ю. А. Динамика Т- и В-лимфоцитов у песцов в поствакцинальный период / Ю. А. Березина // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2016. - № 2 (14). – С. 36–39.
5. Беспярых, О. Ю. Иммунобиохимические показатели крови песца после вакцинации против чумы плотоядных на фоне янтарной кислоты / О. Ю. Беспярых, Ю. А. Березина, З. Н. Бельтюкова, И. А. Домский, А. Е. Кокорина. // Ветеринария. – 2012. – № 2. – С. 30–31.
6. Ильина, Е. Д. Звероводство / Е. Д. Ильина. – Москва : Колос, 1975. – 288 с.

7. Осадчук, Л. В. Суточные изменения уровня половых и глюкокортикоидных гормонов в плазме периферической крови самок серебристо-черных лисиц /Л. В. Осадчук // Физиол. журн. им. И. М. Сеченова. - 1995. – №10. – С. 70–77.
8. Осадчук, Л. В. Репродуктивная эндокринология пушных зверей семейства Canidae: эффекты краткосрочных и длительных антропогенных воздействий: автореф. дис. на соиск. учен. степ. докт. биол. наук: 03.00.13 / Осадчук Людмила Владимировна; Институт физиологии. – Новосибирск, 2001. – 46 с.
9. Полынцев, Ю. В. Сравнительное изучение эндокринной функции яичников в постнатальном онтогенезе у клеточных пушных зверей / Ю. В. Полынцев // Биология и патология пушных зверей: тез. докл. 3-й Всесоюз. науч. конф. Петрозаводск, 1981. – С. 98–99.
10. Тютюнник, Н. Н. Физиолого-биохимический статус организма норки и песца и пути его оптимизации : автореф. дис. на соиск. учен. степ. докт. биол. наук: 06.02.03, 06.02.02 / Тютюнник Николай Николаевич; Науч.-исслед. ин-т пушного звероводства и кролиководства им. В. А. Афанасьева. - пос. Родники, Московской обл., 2002. – 53 с.
11. Andersen, K. Seasonal variation in morphology and function of the Leydig cells in the blue fox [Text] / K. Andersen // 2nd Int. Sci. Congr. Anim. Prod. Denmark, 1980. Program and List Particip., Hilleroed s.a., – 10/1 – 10/3.

### References

1. Antipov, A. D. Ocherki po fiziologii pushnykh zveri (Essays on the physiology of fur animals), A. D. Antipov, V.A. Berestov, R.I. Volkova, Leningrad, Nauka, 1987, 239 p.
2. Berezina, Yu. A. Biokhimicheskaya kartina krovi vzroslykh pestsov raznogo pola i tsvetovykh okrasov (Biochemical blood picture of adult polar foxes of different sexes and colors), Yu.A. Berezina, M.A. Koshurnikova, I.A. Domsii, O.Yu. Bespyatykh, Permskii agrarnyi vestnik, 2015, No 3 (11), PP. 54-58.
3. Berezina, Yu. A. Biokhimicheskie pokazateli krovi vzroslogo vualevogo pestsy v zavisimosti ot pola i sezona (Blood biochemical parameters of an adult veiled polar fox depending on sex and season), Yu. A. Berezina, M. A. Koshurnikova, I. A. Domsii, O. Yu. Bespyatykh, Veterinariya, 2016, No 1, PP. 41-43.
4. Berezina, Yu. A. Dinamika T- i V-limfotsitov u pestsov v postvaksinal'nyi period (Dynamics of T- and B-lymphocytes in Arctic foxes in the post-vaccination period), Yu. A. Berezina, Agrarnyi vestnik Verkhnevolzh'ya, 2016, No 2 (14), PP. 36-39.
5. Bespyatykh, O. Yu. Immunobiokhimicheskie pokazateli krovi pestsy posle vaksinatcii protiv chumy plotoyadnykh na fone yantarnoi kisloty (Immunobiochemical parameters of arctic fox blood after vaccination against carnivore plague against the background of succinic acid), O. Yu. Bespyatykh, Yu.A. Berezina, Z. N. Bel'tyukova, I. A Domsii, A. E Kokorina, Veterinariya, 2012, No 2, PP. 30-31.
6. Il'ina, E. D. Zverovodstvo (Fur farming), Moskva, Kolos, 1975, 288 p.
7. Osadchuk, L. V. Sutochnye izmeneniya urovnya polovykh i glyukokortikoidnykh gormonov v plazme perifericheskoi krovi samok serebristo-chernykh lisits (Diurnal changes in the level of sex and glucocorticoid hormones in the peripheral blood plasma of female silver-black foxes), L. V. Osadchuk, Fiziol. zhurn. im. I. M. Sechenova, 1995, No 10, PP. 70- 77.
8. Osadchuk, L.V. Reproaktivnaya endokrinologiya pushnykh zveri semeistva Canidae: efekty kratkosrochnykh i dlitel'nykh antropogennykh vozdествii (Reproductive endocrinology of fur-bearing animals of the Canidae family: effects of short-term and long-term



anthropogenic impacts), avtoref. dis. na soisk. uchen. step. dokt. biol. nauk: 03.00.13, Osadchuk Lyudmila Vladimirovna, Institut fiziologii, Novosibirsk, 2001, 46 p.

9. Polyntsev, Yu. V. Sravnitel'noe izuchenie endokrinnoi funktsii yaichnikov v postnatal'nom ontogeneze u kletochnykh pushnykh zveri (Comparative study of the endocrine function of the ovaries in postnatal ontogenesis in cellular fur-bearing animals), Yu.V. Polyntsev, Biologiya i patologiya pushnykh zveri, Tez. dokl. 3-i Vsesoyuz. nauch. konf. Petrozavodsk, 1981, PP. 98-99.

10. Tyutyunnik, N. N. Fiziologo-biokhimicheskii status organizma norok i pestsov i puti ego optimizatsii (Physiological and biochemical status of the organism of minks and arctic foxes and ways of its optimization), avtoref. dis. na soisk. uchen. step. dokt. biol. nauk: 06.02.03, 06.02.02, Tyutyunnik Nikolai Nikolaevich, Nauch.-issled. in-t pushnogo zverovodstva i krolikovodstva im. V. A. Afanas'eva, pos. Rodniki, Moskovskoi obl., 2002, 53 p.

11. Andersen, K. Seasonal variation in morphology and function of the Leydig cells in the blue fox, K. Andersen, 2-nd Int. Sci. Congr. Anim. Prod. Denmark, 1980. Program and List Particip., Hilleroed s.a., 10/1 – 10/3.

© Березина Ю. А., Домский И. А., Кошурникова М. А., Беспярых О. Ю., 2021

### **Информация об авторах**

**Березина Юлия Анатольевна**, канд. вет. наук, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б. М. Житкова, г. Киров, e-mail: uliya180775@bk.ru.

**Домский Игорь Александрович**, д-р вет. наук, профессор, Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б. М. Житкова, г. Киров.

**Кошурникова Мария Александровна**, канд. вет. наук, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б. М. Житкова, г. Киров.

**Беспярых Олег Юрьевич**, д-р биол. наук, доцент, Вятский государственный университет, г. Киров.

### **Information about authors**

**Yuliya A. Berezina**, Cand. Veterinar. Sci., Senior Researcher; All-Russian Research Institute of Hunting and Animal Breeding named after Prof. B. M. Zhitkov; 79, Preobrazhenskaya, Kirov, Kirov region, Russia; 610000; e-mail: uliya180775@bk.ru.

**Igor A. Domskiy**, Dr. Veterinar. Sci., Professor; All-Russian Research Institute of Hunting and Animal Breeding named after Prof. B. M. Zhitkov; 79, Preobrazhenskaya, Kirov, Kirov region, Russia; 610000.

**Mariya A. Koshurnikova**, Cand. Veterinar. Sci., Senior Researcher; All-Russian Research Institute of Hunting and Animal Breeding named after Prof. B. M. Zhitkov; 79, Preobrazhenskaya, Kirov, Kirov region, Russia; 610000.

**Oleg Yu. Bespyatykh**, Dr. Biol Sci., Associate Professor; Vyatka State University; 12, Orlovskaya, Kirov, Kirov region, Russia; 610002.

УДК 636.285

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-68-73

## ОБОСНОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ОБОГАЩЕННЫХ ПАСТОВЫХ ПРОДУКТОВ

**Андрей Владимирович Бурмага, Александр Викторович Чубенко**

*Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск*

**Аннотация.** Для повышения продуктивности животных их рацион должен быть сбалансирован по всем питательным веществам. При сухом вводе таких питательных веществ требуется высокая точность их дозирования, с последующим тщательно-длительным перемешиванием в специальных аппаратах-смесителях. Дробление сухого зерна или зерновых смесей сопровождается наличием мучной пыли, которая при определенных условиях становится взрывоопасной. При получении пастовых продуктов ввод в них питательных веществ возможен в виде водных или масляных растворов, что также требует использования специальной системы машин, включающей измельчители зерна, дозаторы, а также смесители.

В статье предложен и обоснован инновационный способ приготовления пастовых продуктов на основе предварительно витаминно-обогащенного зерна, на основе которого разработана структурно-функциональная схема приготовления витаминно-обогащенных паст на основе зерновых компонентов. Установлено, что особенностью данного способа получения пасты является правильный выбор соотношения: зерно:раствор аскорбиновой кислоты. Обусловлено это тем, что семена должны поглотить весь раствор аскорбиновой кислоты и оказаться при этом полностью насыщенными этим раствором.

Произведено экспериментальное обоснование ряда кинетических аспектов водопоглотительной способности зерна при его насыщении аскорбиновой кислотой. Получены зависимости, характеризующие кинетику витаминного обогащения зерна путем его замачивания в водном растворе аскорбиновой кислоты. Получены данные по размерным характеристикам замоченного зерна и степени его измельчения до состояния пасты.

Установлено, что инновационный способ позволяет получить однородно-гомогенизированную витаминную пасту со средневзвешенным диаметром, равным 0,67 мм, что отвечает предъявляемым требованиям к качеству пастовых продуктов.

**Ключевые слова:** витамины, витаминное обогащение, зерно, кинетика, водонасыщение, питательные вещества, рацион, схема.

## SUBSTANTIATION OF AN INNOVATIVE METHOD FOR OBTAINING ENRICHED PASTA PRODUCTS

**A.V. Burmaga, A.V. Chubenko**

*Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk*

**Abstract.** To increase the productivity of animals, their diet must be balanced in all nutrients. With the dry administration of such nutrients, a high accuracy of their dosing is required, followed by thorough and long-term mixing in special mixing apparatus. Crushing dry grain or grain mixtures is accompanied by the presence of flour dust, which, under certain conditions, becomes explosive. When receiving paste products, the administration of nutrients into them is possible in the form

of aqueous or oil solutions, which also requires the use of a special system of machines, including grain grinders, dispensers, and mixers.

The article proposes and substantiates an innovative method for preparing pasta products based on pre-vitamin-enriched grain, on the basis of which a structural and functional scheme for the preparation of vitamin-enriched pastes based on grain components has been developed. It has been established that a feature of this method for producing a paste is the correct choice of the ratio: grain: ascorbic acid solution. This is due to the fact that the seeds must absorb the entire solution of ascorbic acid and be completely saturated with this solution.

An experimental substantiation of a number of kinetic aspects of the grain water-absorbing capacity when it is saturated with ascorbic acid has been carried out. The relations were obtained that characterize the kinetics of grain vitamin enrichment by soaking it in an aqueous solution of ascorbic acid. The data were obtained on the dimensional characteristics of the soaked grain and the degree of its grinding to the state of a paste.

It has been established that an innovative method makes it possible to obtain a uniformly homogenized vitamin paste with a weighted average diameter of 0.67 mm, which meets the requirements for the quality of paste products.

**Key words:** vitamins, vitamin enrichment, grain, kinetics, water saturation, nutrients, diet, scheme.

**Введение.** Известным фактом является то, что для повышения продуктивности таких сельскохозяйственных животных как крупный рогатый скот, свиньи, птица их рацион должен быть сбалансирован по всем питательным веществам [1].

При этом особого подхода требует процесс обогащения рационов кормления витаминными, макро- и микроэлементами [2].

Связано это прежде всего с тем, что их требуемые дозы микроскопичны, а их превышение является токсичным при передозировках.

Еще одной проблемой при использовании данных видов питательных веществ (ПВ) является способ их ввода в основной рацион.

Так, при сухом вводе таких ПВ требуется высокая точность их дозирования, с последующим тщательно-длительным перемешиванием в специальных аппаратах-смесителях.

При этом основной базовый компонент, как правило, – это дробленое зерно или его смеси, должен иметь высокую однородность по размерному ряду составных частиц [3–5].

При получении пастовых продуктов ввод в них данных ПВ возможен в виде водных или масляных растворов [1,2].

Однако и при первом, и при втором способах ввода питательных веществ в основную массу требуется использование специальной системы машин, включающей измельчители зерна, дозаторы, а также смесители [3,5].

Так, известный традиционный способ производства жидких пастообразных кормовых продуктов по схеме, предусматривающей дробление сухого зерна на молотковых дробилках, вальцовых мельницах и других измельчителях с последующим смешиванием их с витаминными и минеральными веществами в виде предварительно приготовленных премиксов и водой, в определенном соотношении, при его реализации требует относительно высоких затрат труда, энергии и средств.

Обусловлено это многооперационностью производства готового продукта [4].

При этом дробление сухого зерна или зерновых смесей сопровождается наличием мучной пыли, которая при определенных условиях становится взрывоопасной [5].

Таким образом, исследования, направленные на изыскание рационального

способа, исключающего указанные недостатки, являются актуальной задачей, требующей своего решения.

Целью исследования является обоснование способа и параметров получения обогащенных пастообразных продуктов.

#### Задачи исследования:

1. Обосновать возможность и целесообразность получения водонасыщенно-обогащенных ПВ зерновых композиций;
2. Разработать структурно-функциональную схему приготовления витаминно-обогащенных паст на основе зерновых компонентов;
3. Экспериментально обосновать кинетические аспекты водопоглотительной способности зерна при его насыщении аскорбиновой кислотой.

По современным данным, большинство витаминов воздействует на обмен белка, что требует тесной связи с уровнем протеинового питания.

С учетом данного факта, наиболее рациональным с этих позиций подходом является использование зерна, например, злаковых культур, кукурузы, а также зернобобовых – в виде гороха и сои.

При этом все эти разновидности семян содержат в определенных количествах белки и обладают соответствующей водопоглощающей способностью.

На основе данного подхода разработана структурно-функциональная схема приготовления пастовых композиционно-обогащенных зерно-витаминных смесей, которая представлена на рисунке 1.

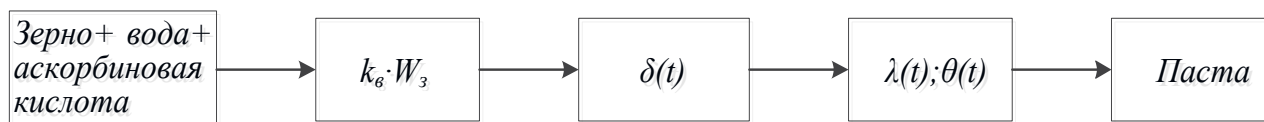


Рис. 1. Структурно-функциональная схема линии производства обогащенных пастовых продуктов

$k_g \cdot W_3$  – зависимость, характеризующая интенсивность процесса витаминизации зерна;

$\delta(t)$  – параметр, характеризующий процесс дозирования обогащенного зерна;

$\lambda(t)$  – степень измельчения обогащенного зерна;

$\theta(t)$  – однородность витаминизированной пасты.

На основе данной схемы предложены технологическая и конструктивно-технологическая схемы получения витаминно-обогащенной пасты.

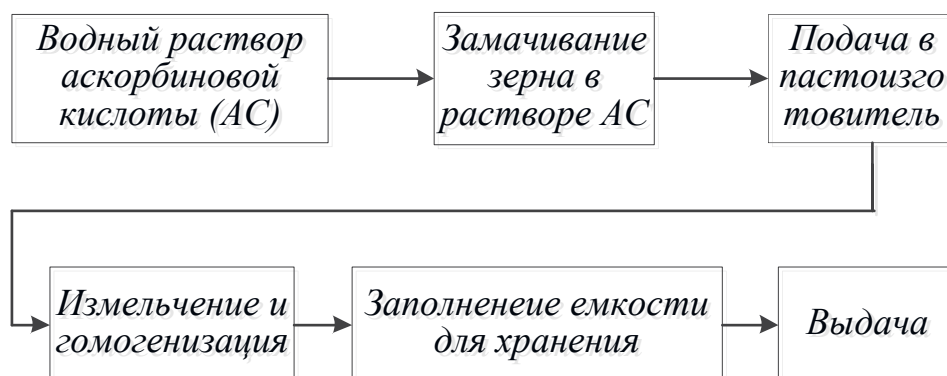
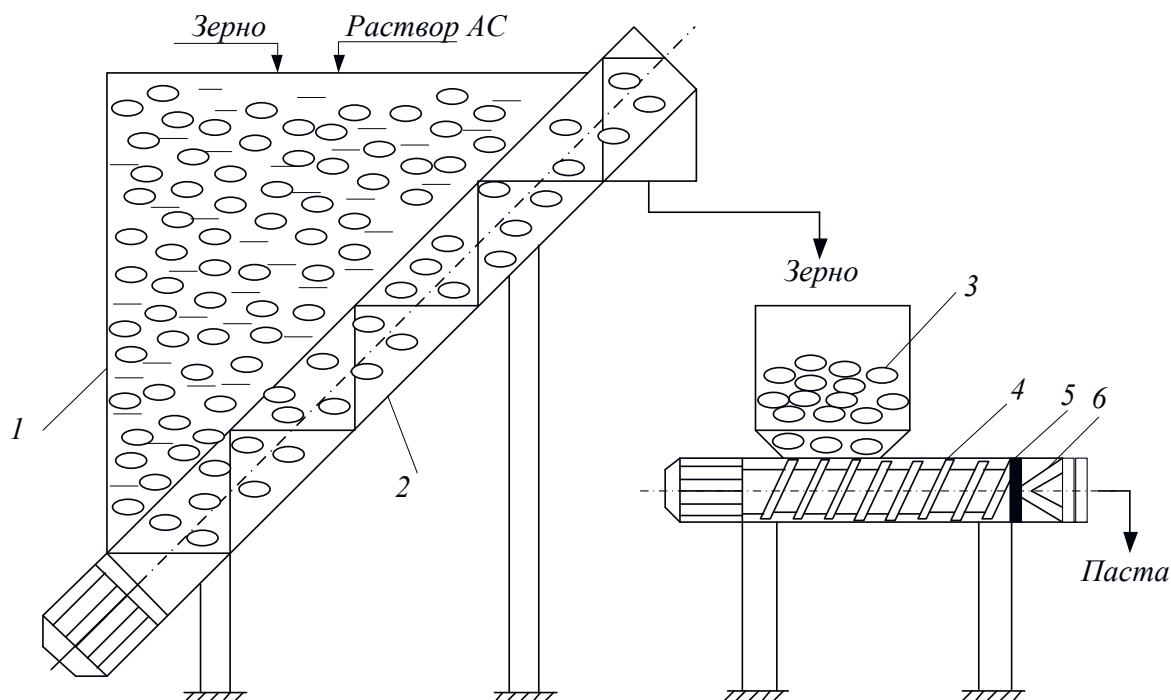


Рис. 2. Технологическая схема приготовления обогащенной пасты



На рис. 3 представлена конструктивно-технологическая схема получения витаминно-обогащенной пасты.

таминно-обогащенной пасты.



**Рис. 3. Конструктивно-технологическая схема приготовления витаминно-обогащенного пастового продукта**

- 1 – емкость для замачивания зерна или зерновых композиций;  
2 – шнек транспортирующе-дозировочный; 3 – приемный бункер; 4 – пастоизготовитель;  
5 – четырехступенчатый измельчитель; 6 – гомогенизатор коническо-щелевой

Особенностью данного способа получения пасты является правильный выбор соотношения: зернораствор аскорбиновой кислоты.

Обусловлено это тем, что семена должны поглотить весь раствор аскорбиновой кислоты и оказаться при этом полностью насыщенными этим раствором.

Данный процесс, характеризуется кинетикой растворопоглощения  $k_b$ ,

$$k_b = f(t_3)$$

где  $k_b$  - показатель характеризующий степень растворопоглощения;

$t_3$  - продолжительность замачивания, ч.

Экспериментом установлено, что данная зависимость для зерна пшеницы, ячменя и кукурузы имеет следующий вид:

– для пшеницы:

$$k_b = 1,0 + 0,0215 t_3 \quad (1)$$

или

$$t_3 = 46,5 / k_b - 46,51 \quad (2)$$

– для ячменя шелушенного:

$$k_b = 1,0 + 0,0250 t_3 \quad (3)$$

или

$$t_3 = 40,0 / k_b - 40,0 \quad (4)$$

– для кукурузы:

$$k_b = 1,0 + 0,0240 t_3 \quad (5)$$

или

$$t_3 = 41,67 / k_b - 41,67 \quad (6)$$

Значение  $t_3$ , определенное по зависимостям (2), (4) и (6), характеризует кинетику процесса витаминизации соответствующего вида зерна.

Зависимости имеют линейный вид, так как процесс прекращается с отсутствием раствора, что является необходимым эффективным условием обогащения.

При этом эквивалентный диаметр зерновок  $D_3$  определяли по формуле:

$$D_3 = 1,24 \sqrt[3]{k_v \cdot V_3} \quad (7)$$

где,  $V_3$  – объем зерновки, мм<sup>3</sup>. Параметр определяли погружением в жидкость 100 штук зерновок, которая находилась в мерном цилиндре.

Степень измельчения –  $\lambda$  определяли по зависимости

$$\lambda = D_3 / d_{\text{чп}}, \quad (8)$$

где  $d_{\text{чп}}$  – средневзвешенный диаметр частиц пасты.

При диаметре отверстий решетки четырехступенчатого режущего аппарата  $\varnothing=5,0$  мм степень измельчения составила –  $\lambda=12$  ед., а  $d_{\text{чп}}=0,67$  мм, что вполне соответствует предъявляемым требованиям.

**Заключение.** Обоснована возможность и целесообразность получения витаминно-обогащенных семян пшеницы, ячменя и кукурузы путем их предварительного замачивания в водном растворе аскорбиновой кислоты с последующим получением витаминизированной пасты.

На основе данного подхода разработаны функционально-структурная, технологическая и аппаратная схема процесса получения обогащенной витамином С пасты с использованием зерна.

Экспериментальным путем изучены кинетические аспекты витаминизации семян зерновых культур и кукурузы.

Получены зависимости, характеризующие процесс витаминизации семян, а также их размерные характеристики с учетом набухаемости.

Установлено, что инновационный способ позволяет получить однородно-гомогенизированную витаминную пасту со средневзвешенным диаметром, равным 0,67 мм, что отвечает предъявляемым требованиям к качеству пастовых продуктов.

### Список литературы

4. Кирсанов, В. В. Механизация и автоматизация животноводства / В. В. Кирсанов, Ю. А. Симарев, Р. Ф. Филонов. – Москва : Academia, 2004. – 400 с.
5. Корохина, В. А. Справочник. Комбикорма, кормовые добавки и ЗЦМ для животных / В. А. Корохина, А. П. Калашников, В. И. Фисинин – Москва : Агропромиздат, 1990. – 304 с.
6. Лебедев, Н. И. Использование микродобавок для повышения продуктивности жвачных животных / Н. И. Лебедев. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 94 с.
7. Мельников, С. В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С. В. Мельников. – Ленинград : Колос, 1978. – 560 с.
8. Миончинский, П. Н. Производство комбикормов / П. Н. Миончинский, Л. С. Кожарова. – Москва : Агропромиздат, 1995. – 288 с.

### References

1. Kirsanov, V. V., Simarev, Yu. A., Filonov, R. F. Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya zhivotnovodstva (Mechanization and automation of animal husbandry), Moskva, Academia, 2004, 400 p.
2. Korokhina, V. A., Kalashnikov, A. P., Fisinin, V. I. Spravochnik. Kombikorma, kormovyye dobavki i ZTSM dlya zhivotnykh (Directory. Compound feeds, feed additives and milk replacer for animals), Moskva, Agropromizdat, 1990, 304 p.
3. Lebedev, N. I. Ispol'zovaniye mikrodoavok dlya povysheniya produktivnosti zhvachnykh zhivotnykh (The use of microadditives to increase the productivity of ruminants). Moskva : Agropromizdat, 1990, 94 p.
4. Melnikov, S. V. Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya zhivotnovodcheskikh ferm (Mechanization and automation of livestock farms), Leningrad, Kolos, 1978, 560 p.
5. Mionchinskiy, P. N., Kozharova, L. S. Proizvodstvo kombikormov (Compound feed production), Moskva : Agropromizdat, 1995, 288 p.

© Бурмага А. В., Чубенко А. В., 2021

### *Информация об авторах*

**Бурмага Андрей Владимирович**, д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой транспортно-энергетических средств и механизации АПК» Дальневосточный ГАУ, Благовещенск; e-mail: burmaga@mail.ru;

**Чубенко Александр Викторович**, аспирант, Дальневосточный ГАУ, Благовещенск; e-mail: chuben@bk.ru.

### *Information about authors*

**Andrei V. Burmaga**, Dr. Tech. Sci., Associate Professor, the Head of the Department of Transport-Energy Facilities and Mechanization of Agro-Industrial Complex; Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk ;e-mail: burmaga@mail.ru;

**Aleksandr V. Chubenko**, Postgraduate Student; Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk ; e-mail: chuben@bk.ru.

УДК 636.5:636.087.63

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-74-81

## ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА КУР-НЕСУШЕК НА УСВОЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ КОРМА И ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА

Лариса Сергеевна Игнатович

*Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, г. Магадан*

**Аннотация.** Автором проанализирована степень усвоения биологически активных веществ, входящих в состав корма, обогащенного биологически активными кормовыми добавками растительного происхождения, курами-несушками современных высокопродуктивных кроссов, обладающих разными генотипами. Установлено, что введение в рацион изучаемых кормовых добавок способствует интенсификации обменных процессов, происходящих в организме кур-несушек всех анализируемых генотипов. Использование азота корма птицей опытных групп, в сравнении с контролем, возрастало на 4,5–5,8%; переваримость протеина – на 2,5–3,9%; жира – на 3,1–4,7%; БЭВ – на 3,6–5,1%.

Интенсификация обменных процессов способствовала повышению продуктивности птицы всех генотипов: валовой сбор яиц возрастал на 5,6–7,7%; интенсивность яйцекладки – на 5,4–7,9%; выход яичной массы на среднюю несушку – на 10,3–14,5% к контрольным показателям.

У птицы опытных групп всех кроссов (генотипов) повысилась конверсия корма: затраты корма на производство 10 шт. яиц снижались на 2,1–4,1%; на 1 кг яичной массы – на 3,3–5,1%.

Вместе с тем, яйцо, полученное от всех опытных групп кур-несушек различных генотипов, обладало более высоким качеством: средняя масса яйца возросла на 2,8–6,1%; масса желтка – на 2,9–5,9%; толщина скорлупы – на 5,2–7,1%; кондиция – на 3,1–3,7% к контрольным показателям. Повысились и потребительские свойства яиц: содержание жира в яйцемассе возрастало на 2,5–4,6%; протеина – на 1,3–3,7%; БЭВ – на 3,5–5,7%; концентрация каротиноидов в желтке яйца – на 9,5–13,4% к контролю.

В результате проведенного анализа выявлено, что яичный кросс кур-несушек «Декалб» обладает наиболее «отзывчивым» генотипом на поступление с рационом биологически активных веществ, более высокими показателями продуктивности и качества производимой продукции (яиц).

**Ключевые слова:** куры-несушки, кормовые добавки растительного происхождения, кроссирование, генотип, использование питательных веществ корма, продуктивность, качество яйца.

## THE INFLUENCE OF LAYING HENS GENOTYPE ON NUTRIENT ASSIMILATION FROM FEED AND PRODUCTIVE QUALITIES

L. S. Ignatovich

*Magadan research institute of agriculture, Magadan*

**Abstract.** The author has analyzed the degree of assimilation of biologically active substances that make up the feed enriched with biologically active feed additives of plant origin by laying hens of modern highly productive crosses with different genotypes. It has been established that the



introduction of the studied feed additives into the diet promotes the intensification of metabolic processes in the body of laying hens of all analyzed genotypes. The use of feed nitrogen by poultry of the experimental groups, in comparison with the control, increased by 4.5–5.8%; protein digestibility – by 2.5–3.9%; fat – by 3.1–4.7%; NES – by 3.6–5.1%.

The intensification of metabolic processes contributed to an increase in the productivity of poultry of all genotypes: the gross collection of eggs increased by 5.6–7.7%; egg-laying intensity – by 5.4–7.9%; the yield of the egg mass per average hen – by 10.3–14.5% to the control values.

The feed conversion increased in the poultry of the experimental groups of all crosses (genotypes): feed costs for the production of 10 pcs. of eggs decreased by 2.1–4.1%; per 1 kg of egg mass – by 3.3–5.1%.

At the same time, the egg obtained from all experimental groups of laying hens of various genotypes had a higher quality: the average egg weight increased by 2.8–6.1%; yolk weight – by 2.9–5.9%; shell thickness – by 5.2–7.1%; condition – by 3.1–3.7% to the control indicators. The consumer properties of eggs also increased: the fat content in the egg mass increased by 2.5–4.6%; protein – by 1.3–3.7%; NES – by 3.5–5.7%; the concentration of carotenoids in the egg yolk – by 9.5–13.4% to the control.

As a result of the analysis, it was revealed that the egg cross of laying hens “Dekalb” possessed the most “responsive” genotype to the intake of biologically active substances with the diet, higher indicators of productivity and quality of products (eggs).

**Key words:** laying hens, fodder additives of plant origin, crossing, genotype, use of nutrients from feed, productivity, quality of egg.

21 января 2020 г. был издан Указ Президента РФ за № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации», во исполнение этой Доктрины в стране был разработан план мероприятий (дорожная карта) по реализации её положений.

В дорожную карту были включены пункты, направленные на обеспечение населения РФ продуктами питания собственного производства высокого качества. К ним относятся: актуализация рекомендаций рациональных норм потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового образа жизни; обеспечение контроля исполнения мер по стимулированию научных исследований в АПК; освоение отечественных и зарубежных прогрессивных технологий в области сельского хозяйства и др.

Для обеспечения населения Российской Федерации качественным белком животного происхождения важнейшая роль отведена птицеводческой отрасли, так как куриное яйцо представляет собой природную кладовую разнообразных хи-

мических соединений, составляющих основу жизни. В курином яйце содержатся все питательные вещества – протеины, жиры, углеводы, большинство биологически активных соединений, необходимых для роста, развития и жизнедеятельности организма.

Яичный белок – наиболее полноценный и является эталоном, так как он сбалансирован по аминокислотному составу (имеет оптимальное соотношение незаменимых и заменимых аминокислот). Полноценный белок яйца содержит повышенный уровень ненасыщенных жирных кислот и лецитина, усвояемость его составляет 97–98%. Химический состав, биологическая ценность и функциональные свойства яиц отвечают физиологической потребности человека в питательных веществах [1,10].

Высокие темпы мирового производства яиц во многом связаны с последними достижениями в области генетики, селекции и кормления птицы, а также технологий ее содержания и ветеринарной защиты. В современном периоде развития

птицеводческой отрасли была доказана эффективность скрещивания разных пород птицы с целью улучшения зоотехнических показателей. На этапе интенсификации птицеводства специалисты, занимающиеся вопросами селекции, обосновали целесообразность создания промышленных линий птицы.

Современная птицеводческая отрасль базируется на использовании высокопродуктивной гибридной птицы (кроссированной), полученной скрещиванием сочетающихся линий, отселекционированных и дифференцированных по отдельным признакам [5,6,9].

На современном этапе развития птицеводческая отрасль базируется на последних в текущем периоде времени достижениях генетики и селекции. Международные конкурсные испытания 1925 года представили кур-несушек со средней яйценоскостью 176 яиц; в 2002 г. была продемонстрирована птица с продуктивностью не менее 330 шт. в год. В настоящий период времени основными задачами птицеводов-селекционеров являются: получение новых высокопродуктивных генотипов птицы, создание эффективных технологий их эксплуатации, осуществление мониторинга генетического разнообразия и сохранение гомозиготности особей [8,2].

Селекционно-племенная работа в птицеводстве имеет своей базой генетические основы наследственности и изменчивости. Расшифрованный в 2004 г. геном кур насчитывает 24 тыс. генов и более 1 млрд. пар нуклеотидов; единичные нуклеотиды полиморфизма и их последовательность расположения в ДНК определяют генетическое разнообразие вида; в настоящее время детально изучено около 1000 генов. Целенаправленная селекционно-племенная работа в птицеводстве способствует появлению новых пород, линий и кроссов птицы. Достоверность оценки качественного изменения птицы является важнейшей задачей для отрасли [11].

Основным требованием к промышленной сельскохозяйственной птице яичного направления продуктивности явля-

ется высокая яйценоскость, в связи с чем многие российские птицеводческие хозяйства используют высокопродуктивные кроссы зарубежных селекционных фирм, среди которых «Иза Браун», «Хайсекс Браун», «Хайсекс Уайт», «Декалб» и др.

Кросс «Иза Браун» выведен французскими селекционерами, этот кросс пригоден как для клеточной, так и для напольной систем содержания. Он способен давать до 320 яиц в год, средняя масса яйца составляет 63,0 г, затраты корма на единицу продукции – 1,6–1,7 кг [12].

Куры кросса «Хайсекс», выведенные голландскими селекционерами, имеют два направления – «Хайсекс Браун» (коричневый, мясо-яичного направления продуктивности), получивший своё название благодаря коричневому цвету оперения, куры отличаются высокой яйценоскостью и при массе яйца 60–70 г способны нести до 300 шт. в год. Второе направление – птица кросса «Хайсекс Уайт» (белый, яичного направления продуктивности), их живая масса меньше, чем у коричневых несушек, и обычно достигает 1,6–1,7 кг. Яйценоскость этого кросса достигает 260–280 шт. в год, однако масса яйца немного больше, и эта птица дольше сохраняет высокую продуктивность по сравнению с коричневым кроссом.

Кросс «Декалб», выведенный в США, считается одним из продуктивных современных кроссов. Несушки за год могут давать до 330 яиц, средняя масса которых колеблется в пределах 60–64 г.

Одна из их главных особенностей этого кросса – короткий период созревания: яйцекладка начинается в 4–5 мес., а возраст достижения 95%-ной продуктивности – 40–41 неделя [13].

Влияние кросса на физиологические и продуктивные качества птицы изучается по мере появления новых генотипов в геноме особей. У птицы новые генотипы проявляются по мере конструирования новых кроссов (а это достаточно длительный период).

Мы изучали новые кроссы (новые генотипы) по мере их завоза в ООО «Птице-

фабрика «Дукчинская (г. Магадан), где в различный период времени были использованы все четыре вышеописанных кросса кур-несушек. Были проведены исследования по обогащению рационов различных кроссов птицы натуральными кормовыми добавками растительного происхождения, проанализирована степень усвояемости питательных и биологически активных веществ корма, влияние обогащённых рационов на продуктивность птицы и качество произведённой продукции (яиц).

**Цель исследования** – определение наиболее «отзывчивого» генотипа (кросса) кур-несушек на поступление с рационом питательных и биологически активных веществ, обладающего более высокими показателями продуктивности и качества производимой продукции (яиц).

Методы и материалы исследований. Для решения поставленной задачи нами были проанализированы данные, полученные в результате проведенных опытов

по кормлению кур-несушек кроссов «Иза Браун», «Хайсекс Уайт», «Хайсекс Браун», «Декалб».

Все опыты проведены с включением в рационы опытных групп птицы натуральных кормовых добавок растительного происхождения, содержащих муку из бурых морских водорослей (ламинарии) и муку из дикоросов, обладающих идентичной биологической активностью. Для анализа полученных данных был выбран определенный возрастной период кур-несушек исследуемых кроссов: 35–40 недель.

Условия содержания всех птиц соответствовали рекомендуемым нормам и в анализируемые периоды не различались между собой. Содержание и питательная ценность основного рациона (ОР) кур-несушек находились в допустимом для сравнения диапазоне (табл. 1).

**Таблица 1**

**Состав и питательная ценность основного (хозяйственного) рациона**

Компонент	Содержание, %
Пшеница	57,58±0,81
Ячмень	3,85±0,18
Овес	3,44±0,71
Шрот соя	10,11±0,42
Шрот подсолнечный	11,35±0,75
Соя полножирная	2,55±0,42
Известняковая мука + ракушечная мука	10,12±0,10
Фосфат кормовой обесфторенный	1,25±0,51
Премикс	1,24±0,12
В 100 г комбикорма содержится:	
Обменная энергия, ккал/100 г	247,74±0,77
Сырой протеин	16,44±0,21
Сырая клетчатка	5,44±0,12
Сырой жир	2,23±0,04
Линолевая кислота	1,15±0,01

Исследования кур-несушек всех кроссов (генотипов) проводили по иден-

тичной схеме (табл. 2).

Таблица 2

Схема опытов

Группа	Кол-во гол.	Особенности кормления
Контрольная группа	50	ОР
Опытная группа	50	ОР + 0,5% муки из ламинарии + 2,5% муки из местных дикоросов

Научно-производственные опыты в анализируемые периоды проводили согласно методическим рекомендациям. Результаты обрабатывались с использованием методик, приведенных в руководстве Н.А. Плохинского [7].

Полученные результаты даны в процентном отношении к контрольной группе определенного кросса за анализируемый период.

Обсуждение результатов исследований. Включение биологически активных кормовых добавок растительного происхождения в ОР птицы способствовало

обогащению рациона нутриентами, входящими в их состав [3,14].

Повышение биологической ценности рациона оказало положительное влияние на повышение резистентности организма кур-несушек. Так, сохранность птицы во всех опытных группах составила 100%, что на 1–5% выше контрольных показателей.

Биологически активные вещества, входящие в состав кормовых добавок, способствовали повышению перевариваемости (использования) птицей питательных веществ корма (табл. 3).

Таблица 3

Переваримость (использование) питательных веществ корма, % к контролю\*

Показатель	«Иза Браун»	«Хайсекс Уайт»	«Хайсекс Браун»	«Декалб»
Сырой протеин	102,5	102,7	103,2	103,9
Сырой жир	103,1	104,1	103,4	104,7
БЭВ	103,6	104,6	103,9	105,1
Сырая клетчатка	102,1	103,9	103,7	104,3
Азот	104,5	105,7	104,6	105,8

Примечание: здесь и далее\* — контролем для птицы каждого кросса (генотипа) являлась птица этого же кросса (генотипа), получавшая ОР

Интенсификация обменных процессов, происходящих в организме кур-не-

сушек, способствовала повышению продуктивных показателей всех изучаемых кроссов (генотипов) птицы и конверсии корма (табл. 4, 5).



Таблица 4

**Продуктивные показатели кур-несушек различных кроссов (генотипов),  
% к контролю\***

Показатель	«Иза Браун»	«Хайсекс Уайт»	«Хайсекс Браун»	«Декалб»
Валовой сбор яиц	105,6	106,3	106,6	107,7
Интенсивность яйцекладки	105,4	106,8	106,9	107,9
Выход яичной массы	110,3	111,6	112,4	114,5
Затраты корма на 10 яиц	97,9	96,8	96,1	95,9
Затраты корма на 1 кг яичной массы	96,7	95,4	95,1	94,9

Таблица 5

**Показатели качества и потребительских свойств яиц, полученных от кур-несушек  
различных кроссов (генотипов), % к контролю\***

Показатель	«Иза Браун»	«Хайсекс Уайт»	«Хайсекс Браун»	«Декалб»
Масса яйца	102,8*	103,1**	104,6**	106,1**
Масса желтка	102,9**	103,7*	104,8**	105,9**
Масса белка	103,7**	103,9**	104,9**	106,6**
Толщина скорлупы	105,2**	105,6**	104,7***	107,1**
Кондиция яиц	103,1	103,4	103,2	103,7
Бой, насечка (снижение)	102,8	103,2	103,7	103,9
Потребительские свойства яиц				
Жир	102,6**	102,5*	103,2**	104,6***
Протеин	101,3**	101,9***	102,1**	103,7**
БЭВ	103,5**	104,1**	104,6***	105,7**
Каротиноиды	109,5**	110,1**	112,1*	113,4**

Примечание: \*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$

**Выводы.** В результате анализа полученных данных, целью которого было определение наиболее «отзывчивого» генотипа кур-несушек в условиях ООО «Птицефабрика «Дукчинская» на поступление с рационом питательных и биологически активных веществ корма и обладающего более высокими показателями продуктивности и качества производимой продукции (яиц), нами сделаны следующие выводы:

Генотип кур-несушек, определяющийся кроссом птицы, оказывает определенное влияние на степень оплаты поступающих с кормом биологически активных веществ.

Установлено, что в условиях содержания кур-несушек в ООО «Птицефабрика «Дукчинская» наиболее отзывчивым кроссом на дополнительное поступление с рационом биологически активных ве-

ществ в составе кормовых добавок является кросс «Декалб».

Наиболее высокие показатели переваримости (использования) питательных веществ корма, продуктивности и качественных показателей продукции выявлены у кур-несушек кросса «Декалб».

Полученные результаты вполне соотносятся с целью разработчиков кросса: получить птицу с высокими продуктивными качествами, высокой конверсией корма и приспособленную для содержания в птицеводческих хозяйствах всех видов собственности.

### Список литературы

1. Агафонов, В. П. К вопросу оценки потребительских свойств куриных яиц разных категорий / В. П. Агафонов, Т. И. Петрова, С. С. Кругалев // Птица и птицепродукты. – 2012. – № 2. – С. 12–17.
2. Епимахова, Е. Э. Селекция и разведение сельскохозяйственной птицы : учеб.-методич. пособ. / Е. Э. Епимахова, В. Е. Закотин, В. С. Скрипкин. – Ставропольский ГАУ, 2015. – 56 с.
3. Игнатович, Л. С. Повышаем биологическую ценность рациона / Л. С. Игнатович // Птицеводство. – 2019. – № 7–8. – С. 31–35.
4. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы : реком. / Ш. А. Имангулов, И. А. Егоров, Т. М. Околелова [и др.] ; Всерос. науч.-исслед. и технол. ин-т птицеводства. – Сергиев Посад : ВНИТИП, 2004. – 33 с.
5. Пенионжкевич, Э. Э. Эффективность прямых и обратных скрещиваний в птицеводстве / Э. Э. Пенионжкевич, Л. В. Шахнова // Матер. конф. по наследственности и изменчивости растений, животных и микроорганизмов. – Москва [б.и.], 1959. – С. 515–520.
6. Пенионжкевич, Э. Э. Разведение и племенное дело в птицеводстве. 3-е изд. / Э. Э. Пенионжкевич, К. В. Злочевская, Л. В. Шахнова // Москва: Агропромиздат, 1989. – 255 с.
7. Плохинский, Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н. А. Плохинский. – Москва : Колос, 1969. – С. 76–87.
8. Фисинин, В. И. Птицеводство России – стратегия инновационного развития / В. И. Фисинин. – Москва : Россельхозакадемия, 2009. – 147 с.
9. Фисинин, В. И. Ученые птицеводы России. Люди и птицы / В. И. Фисинин. – Москва : Россельхозакадемия, 2011. – 474 с.
10. Штелле, А. Питательность и энергетическая ценность пищевых яиц различной массы / А. Штелле // Птицеводство. – 2012. – № 3. – С. 39–41.
11. Научное обоснование раннего прогнозирования яичной продуктивности кур. – Текст: электронный // HELLVFNN [сайт]. – 2020. – URL: <https://poultrysite.ru/publ/7-1-0-2822> (дата обращения 15.03.2020).
12. Головкина, О. О. Сравнительная оценка кроссов кур яичного направления «Хайсекс Коричневый» и «Хайсекс Белый» // Разведение селекция и генетика сельскохозяйственных животных [сайт]. – 2020. – URL: <http://azt.vscs.ac.ru/article/28454/full> (дата обращения 15.03.2020).
13. Описание кросса «Декалб»: все о содержании и разведении // Ферма. expert [сайт]. – 2020. – URL: <https://ferma.expert/pticy/kury/porody-kury/dekalb/> (дата обращения 15.03.2020).
14. Ignatovich, L. S. The use of non-conventional supplementary feeds in cattle and layer diet / L. S. Ignatovich, E. V. Ginter, A. S. Lykov et al. // Periodico tche Quimica. – 2019. – Vol. 16, No 32. – P. 668–687.

### References

1. Agafonychev, V. P., Petrova, T. I., Krugalev, S. S. K voprosu otsenki potrebitel'skikh svoystv kurinykh iaits raznykh kategorii (On the issue of assessing the consumer properties of chicken eggs of different categories), Ptitsa i ptitseprodukty, 2012, No 2, PP. 12–17.

2. Epimakhova, E. E., Zakotin, V. E., Skripkin, V. S. Seleksiia i razvedenie sel'skokhoziaistvennoi ptitsy: uchebno-metodich. posobie (Selection and breeding of poultry: educational and methodical. training manual), Stavropol'skii GAU, 2015, 56 p.
3. Ignatovich, L. S. Povyshaem biologicheskuiu tsennost' ratsiona (Increase the biological value of the diet), Ptitsevodstvo, 2019, No 7–8, PP. 31–35.
4. Metodika provedeniya nauchnykh i proizvodstvennykh issledovaniy po kormleniyu sel'skokhoziaistvennoi ptitsy: rekomendatsii, Sh. A. Imangulov, I. A. Egorov, T. M. Okolelova [i dr.], Vseros. nauch.-issled. i tekhnol. in-t ptitsevodstva, Sergiev Posad, VNITIP, 2004, 33 p.
5. Penionzhkevich, E. E., Shakhnova, L. V. Effektivnost' priamykh i obratnykh skreshchivaniy v ptitsevodstve (Efficiency of forward and backward crosses in poultry farming), Mater. konf. po nasledstvennosti i izmenchivosti rastenii, zhivotnykh i mikroorganizmov, Moskva [b.i.], 1959, PP. 515–520.
6. Penionzhkevich, E. E., Zlochevskaia, K. V., Shakhnova, L. V. Razvedenie i plemennoe delo v ptitsevodstve. 3-e izd. (Breeding and breeding in poultry farming. 3rd ed.), Moskva, Agropromizdat, 1989, 255 p.
7. Plokhinskii, N. A. Rukovodstvo po biometrii dlia zootekhnikov (Biometrics guide for livestock technicians), Moskva, Kolos, 1969, PP. 76–87.
8. Fisinin, V. I. Ptitsevodstvo Rossii – strategiya innovatsionnogo razvitiia (Poultry farming in Russia – an innovative development strategy), Moskva, Rossel'khozakademiia, 2009, 147 p.
9. Fisinin, V. I. Uchenye ptitsevody Rossii. Liudi i ptitsy (Russian poultry scientists. People and birds), Moskva, Rossel'khozakademiia, 2011, 474 p.
10. Shtelle, A. Pitatel'nost' i energeticheskaya tsennost' pishchevykh iaits razlichnoi massy (Nutritional value and energy value of edible eggs of various weights), Ptitsevodstvo. – 2012 – No 3. – PP. 39–41.
11. Nauchnoe obosnovanie rannego prognozirovaniia iaichnoi produktivnosti kur (Scientific substantiation of early prediction of chicken egg production), Tekst: elektronnyi, HELLVFNN [sait], 2020, URL: <https://poulttrysite.ru/publ/7-1-0-2822> (accessed data 15.03.2020).
12. Golovkina, O. O. Sravnitel'naia otsenka krossov kur iaichnogo napravleniia «Khaiseks Korichnevyi» i «Khaiseks Belyi». (Comparative assessment of cross-breeds of eggs of the direction “Hisex Brown” and “Hisex White”, Text: electronic), Razvedenie selektsii i genetika sel'skokhoziaistvennykh zhivotnykh [sait], 2020, URL: <http://azt.vssc.ac.ru/article/28454/full> (accessed data 15.03.2020).
13. Opisanie krossa «Dekalb»: vse o sodержanii i razvedenii – Description of the cross “Dekalb”: all about keeping and breeding. Ferma. expert [sait], 2020, URL: <https://ferma.expert/pticy/kury/porody-kury/dekalb/> (accessed data 15.03.2020).
14. Ignatovich, L. S., Ginter, E. V., Lykov, A. S. et al. The use of non-conventional supplementary feeds in cattle and layer diet. Periodico tche Quimica, 2019, Vol. 16, No 32, PP. 668–687.

© Игнатович Л. С., 2021

#### **Информация об авторах**

**Игнатович Лариса Сергеевна**, научный сотрудник отдела ФПИИР, ФГБНУ «Магаданский НИИСХ», 685000, г. Магадан, ул. Пролетарская, д. 17, тел. 8-914-852-17-61, e-mail : [agrarian@maglan.ru](mailto:agrarian@maglan.ru).

#### **Information about authors**

**Larisa S. Ignatovich**, Researcher of the Department of Fundamental, Priority Applied Research and Innovative Development; Magadan Research Institute of Agriculture; 17, Proletarskaya str., Magadan, Russia; 685000; e-mail: [agrarian@maglan.ru](mailto:agrarian@maglan.ru).

УДК 599.73

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-82-89

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА САМЦОВ МАРАЛА ПО КОСТНЫМ ПЕНЬКАМ ИХ РОГОВ

Вячеслав Васильевич Колесников<sup>1,2</sup>, Надежда Николаевна Беленюк<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова, г. Киров

<sup>2</sup>Вятский Государственный агротехнический университет, г. Киров

<sup>3</sup>Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск

**Аннотация.** Определение возраста самцов марала (*Cervus elaphus sibiricus*) по остаткам, которые остаются как охотничий трофей, весьма актуальны для охотников, охотоведов, экспертов по охотничьим трофеям и других биологов-исследователей. Предпринята попытка найти морфологические измерения таких остатков, пригодных для определения возраста добытого животного. Похожие методики определения возраста самцов других оленей (лося европейского и сибирского, косули европейской и сибирской) уже опубликованы, и они оказались довольно точными. С помощью метода хи-квадрат проверено предположение о возможности установления возраста самцов марала по нескольким доступным параметрам. В результате исследования установлено, что из выбранных измерений только наибольший диаметр костного пенька рога является приемлемым промером для определения возраста. Еще более точные результаты можно получить, если устанавливать возраст по суммированным диаметрам обоих пеньков у одного экземпляра. Составлена удобная таблица для определения возраста самцов марала. Это можно сделать также по уравнению экспоненциального тренда, хорошо описывающему зависимость возраста и этого измерения.

**Ключевые слова:** возраст, марал, наибольший диаметр костного пенька рога, охотничий трофей.

## THE AGE DETERMINATION OF SIBERIAN STAG MALES BY THE BONE CUTS OF THEIR HORNS

Viacheslav V. Kolesnikov<sup>1,2</sup>, Nadezhda N. Belenuk<sup>3</sup>

<sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Hunting and Animal Breeding Named after Prof. B. M. Zhitkov, Kirov

<sup>2</sup>Vyatka State Agrotechnical University, Kirov

<sup>3</sup>Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk

**Abstract.** The age determination of Siberian stag males (*Cervus elaphus sibiricus*) by the remains that are left as a hunting trophy is very relevant for hunters, experts on hunting trophies and other research biologists. An attempt has been made to find morphological measurements of such remains, suitable for the age determination of the hunted animal. Similar methods for the age determination of other deer males (European and Siberian moose, European and Siberian roe deer) have already been published, and they turned out to be quite accurate. The chi-square method was used to test the hypothesis of the possibility of the age determination of Siberian stag males by several available parameters. As a result of the study, it was found that the largest diameter of the bone cuts of the horn is an only acceptable measurement for the age determination among the selected



measurements. Even more accurate results can be obtained by using the sum of the diameters of the cuts of the left and right horns in one specimen. A convenient table has been compiled for the age determination of Siberian stag males. This also can be done using the exponential trend equation, which well describes dependence of age and this measurement.

**Key words:** age, siberian stag, largest diameter of the bone cut of horn, hunting trophy.

**Введение.** Определение возраста животных по костным остаткам, сброшенным рогам или их трофейным экспонатам и сегодня не теряет своей актуальности. Расшифровка возраста для охотничьих трофеев позволит вовлечь в будущие интересные исследования большое количество материала прошедших экспертизу на выставках охотничьих трофеев.

Актуальность определения возраста добытых трофеев подчеркивает еще и то обстоятельство, что с 2014 г. в новых формах оценочных листов для охотничьих трофеев СИС (Международный совет по охоте и охране животного мира) предусмотрено отражение информации о возрасте добытого животного. В таких случаях подобная методика очень нужна. Пригодится она и исследователям-зоологам, и музейным работникам, и студентам, и натуралистам-любителям.

Зачастую емкости на специальное оборудование методики определения возраста недоступны для редкого применения. Методы взвешивания хрусталика глаза оленей [10], получения срезов костных и зубных фрагментов для подсчета слоистых структур [3] и тому подобные требуют специальных реактивов, приборов и целых лабораторий и порой недоступны практикам, охотникам и любителям. Предыдущие исследования возможности определения возраста самцов оленей по морфологическим промерам, сделанных на экспонатах охотничьих трофеев [11, 14, 8, 6 и др.] показали, что это удобные и достаточно точные методы. Мы попробовали найти подходящие промеры и для определения возраста марала (*Cervus elaphus sibiricus*) по схожим промерам.

**Материалы и методы.** Предварительно, применив специальные статистические методы, мы оценили количество

экспонатов для обеспечения статистически значимого [1, 2].

Использовали 25 экспонатов с известным возрастом (3 экспоната) либо определили возраст по рисункам и эталонам стертости жевательной поверхности зубов нижней челюсти (19 экспонатов) [13, 9, 12]. Для трех трофеев возраст установили по слоистым структурам в дентине коренных зубов [4, 3]. География добычи зверей охватывала Республику Алтай (11), Республику Тыва (4), Красноярский край (8), Иркутскую область (1). Большая часть этих экспонатов (17) была оценена как охотничий трофей по методикам оценки охотничьих трофеев [5]. Три трофея удостоены бронзовой медали и по одному экземпляру серебряной, золотой медали и Гран-при. То есть признаны экспертами по охотничьим трофеям в системе СИС крупными, очень крупными, выдающимися и особо выдающимися охотничьими трофеями соответственно. Балльные оценки остальных 11 трофеев оказались ниже предела медальных оценок (730 баллов).

Толщину костного пенька определяли по наибольшему диаметру, измеренному электронным штангенциркулем Sylvac S-Cal WORK перпендикулярно оси этого выроста и максимально близко к розетке рога. Дело в том, что сечение пенька не абсолютно круглое и есть возможность выбрать наибольший и наименьший диаметр (рис. 1). Поворачивая инструмент и поджимая подвижную рамку, нетрудно найти наибольшее и наименьшее значение диаметра каждого розана (костного пенька). В первую очередь мы оценили возможность определения возраста по наибольшему и наименьшему диаметрам костного пенька. Кроме этого, попытались узнать, можно ли определить возраст животного по стандартным промерам, которые де-

лают при оценке достоинств охотничьего трофея. Поскольку в выборке экспонатов с известным возрастом оказалось недостаточно экземпляров с трофейной оценкой, мы привлекли в исследование еще 34 трофея, по которым такие промеры сделаны, а возраст определен уже по толщине костного пенька. Это позволило набрать

достаточную выборку для статистически значимой оценки таких гипотез.

Вначале выборки проверяли на нормальность распределения, которая оказалась удовлетворительной по показателям эксцесса, асимметрии, Колмогорова–Смирнова, Лиллиефорса и Шапиро–Уилка для всех исследуемых выборок.



**Рис.1. Форма среза костных пеньков рогов марала не идеально округлая, поэтому можно выбрать наибольший и наименьший промер (это возможно сделать даже по сброшенным рогам).**

Для оценки возможности определения возраста по тем или иным промерам или их совокупностям был использован метод хи-квадрата ( $\chi^2$ ) [2]. Статистический анализ полученных результатов проводили на компьютере в прикладных программах MS EXCEL 2013 и STATISTICA 10.0.

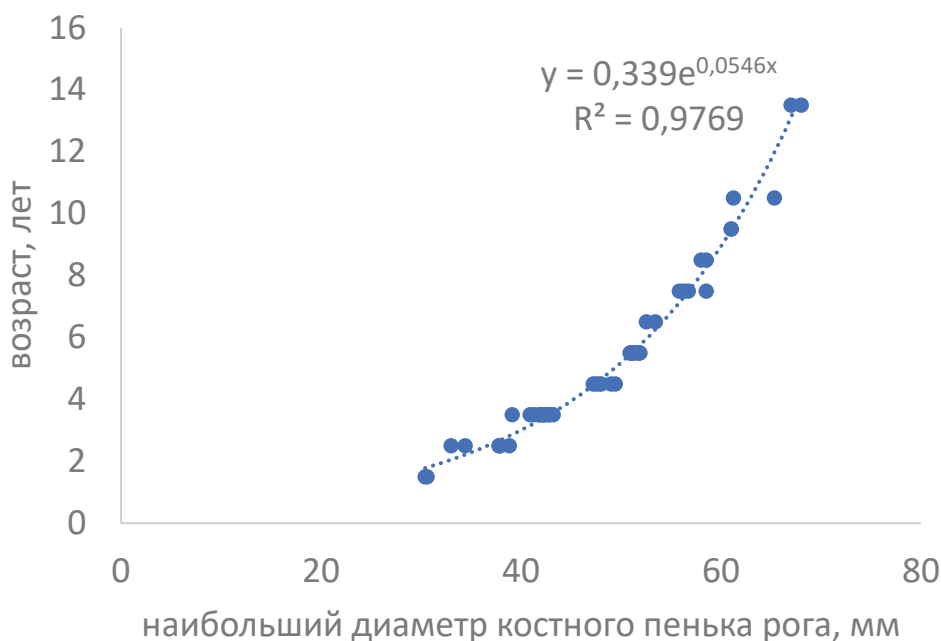
**Результаты и обсуждение.** Похожее исследование в отношении европейской [11], сибирской [9] косуль, европейского и сибирского подвидов лося [7, 6] и благородного оленя центрально-европейского подвида [14] обнаружили хорошее соответствие возраста самцов этих оле-

ней толщине костного пенька, поэтому мы были уверены, что подобная гипотеза подтвердится и для марала. Никем не отмечено у оленей уменьшение толщины розана с увеличением возраста. Скорее всего эти показатели имеют прямую зависимость. Однако марал гораздо крупнее европейского благородного оленя и точность определения возраста последнего требовало исследования этой проблемы на примере сибирского подвида.

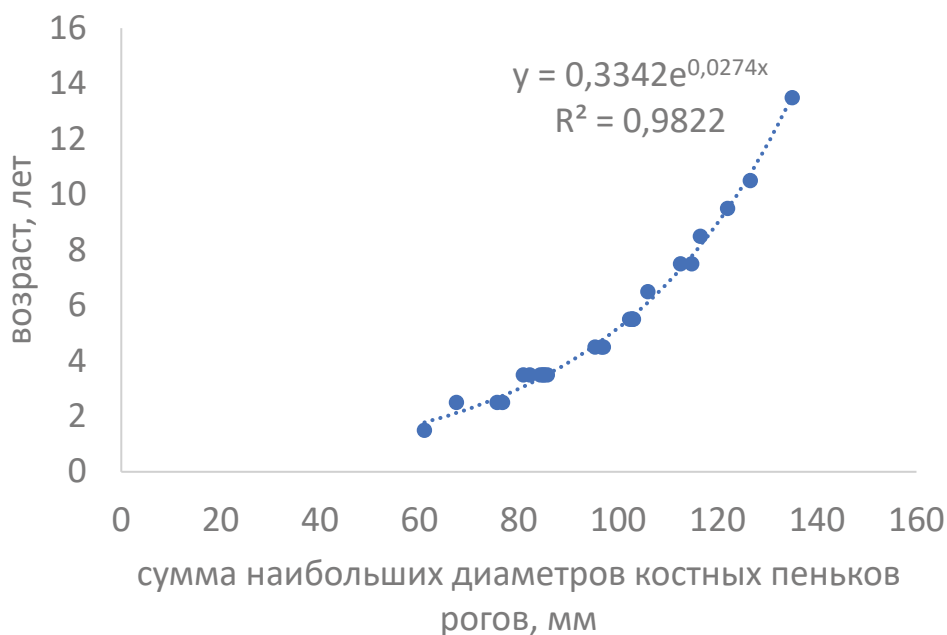
Коэффициент корреляции между возрастом и толщиной костного пенька самый высокий среди всех исследованных нами промеров ( $r$ ) 0,9321 и 0,9565 соот-

ветственно. Перебор функций тренда для точек, образованных на пересечении показателей наибольшей толщины розанов и возраста подсказывает, что зависимость между этими параметрами носит, скорее всего, экспоненциальный характер (рис. 2, 3). На это указывает наивысшее значе-

ние коэффициента аппроксимации экспоненты ( $R^2$ ) 0,9769 и 0,9822. Практически по всем исследованным измерениям и их совокупностям также оказалось, что экспонента наилучшим образом описывает зависимость с возрастом.



**Рис. 2. Связь наибольшего диаметра костных розанов самцов марала и их возраста**



**Рис. 3 Связь суммы наибольших диаметров костных розанов самцов марала и их возраста**

Метод хи-квадрат не опровергает гипотезу о предсказании возраста самцов марала по максимальному диаметру их костного пенька. Значение  $\chi^2 = 5,76$  меньше значения специальных статистических таблиц ( $\chi^2_{(0,01)} = 24,72$ ,  $df = 11$ ) [2], и различия прогнозируемых и фактических распределений особей по классам возраста в выборке недостоверны. Можно сказать, что фактические частоты согласуются с теоретически ожидаемыми на уровне 99% [2].

Диаметры левого и правого костных пеньков у одной особи иногда заметно различаются, но если их величины суммировать, то полученный показатель про-

гнозирует возраст особи еще надежнее. В нашей выборке он совпал с фактическим на 100%, т.е.  $\chi^2 = 0$ , что меньше любого табличного значения, и фактические частоты очень хорошо согласуются с теоретически ожидаемыми. Конечно, теоретически возможно несовпадение измерений розана и возрастом, поскольку наше исследование может говорить только о вероятностном характере этой зависимости, но такая ошибка статистически не значима.

По результатам нашего анализа, полученного уравнения экспоненциальной связи наибольшего диаметра костного пенька нами составлена таблица определения возраста самцов марала (табл.).

Таблица

**Диапазоны значений наибольшего диаметра костного пенька рога самцов марала для определения их возраста**

Возраст, лет	Пределы значений одного пенька, мм	Пределы значений суммы обоих пеньков, мм	Возраст, лет	Пределы значений одного пенька, мм	Пределы значений суммы обоих пеньков, мм
1,5	19,8–32,4	39,8–65,2	13,5	66,8–68,1	133,7–136,3
2,5	32,5–39,8	65,3–80,0	14,5	68,2–69,3	136,4–138,8
3,5	39,9–45,1	80,1–90,5	15,5	69,4–70,5	138,9–141,1
4,5	45,2–49,2	90,6–98,7	16,5	70,6–71,6	141,2–143,4
5,5	49,3–52,5	98,8–105,3	17,5	71,7–72,7	143,5–145,4
6,5	52,6–55,4	105,4–111,0	18,5	72,8–73,7	145,5–147,4
7,5	55,5–57,8	111,1–115,8	19,5	73,8–74,6	147,5–149,3
8,5	57,9–60,0	115,9–120,1	20,5	74,7–75,5	149,4–151,1
9,5	60,1–61,9	120,2–124,0	21,5	75,6–76,3	151,2–152,8
10,5	62,0–63,6	124,1–127,5	22,5	76,4–77,2	152,9–154,4
11,5	63,7–65,2	127,6–130,6	23,5	77,3–77,9	154,5–155,9
12,5	65,3–66,7	130,7–133,6	24,5	78,0–78,7	156,0–157,4



Использование других промеров дают значительно худший результат при проверке методом хи-квадрат или оценке аппроксимации построенного тренда. Например, аппроксимация (R2) тренда по сумме наименьших диаметров костных пеньков равна 0,9485. Схожий показатель (R2) для обхвата розетки рога – 0,7288, для обхвата ствола рога в нижней части – 0,66758 и т.д. Значение  $\chi^2$  по этим и другим показателям больше пороговых табличных значений [2], а значит гипотеза прогноза опровергается на уровне значимости, общепринятым в биологии (95,5%). Более низкий уровень значимости, очевидно, имеет мало смысла.

**Заключение.** Проверка исследованных морфологических промеров охотничьих трофеев показала, что единственным пригодным из них для определения возраста самцов марала является наибольший диаметр костного пенька рога или сумма таких измерений для левого и правого пенька. Для удобства использования результатов исследования рассчи-

тана таблица пределов для определения возраста (табл.), но можно рассчитать возраст по уравнению, приведенному на рисунках 2 и 3. К сожалению, остальные исследованные параметры (наименьший диаметр костного пенька, обхват розетки, обхват ствола в нижней части, обхват ствола в верхней части и прочие параметры экспертизы охотничьих трофеев) и их совокупности нельзя признать пригодными для надежного определения возраста. Целесообразно ввести в перечень дополнительных параметров оценочного листа трофейных достоинств для всех видов и подвидов оленей максимальный диаметр костных пеньков под розеткой их рогов.

Исследование проведено в рамках НИР ФГБНУ ВНИИОЗ им. проф. Б.М. Житкова по государственному заданию № 0766-2019-0001. Выражаем благодарность всем коллегам и друзьям, оказавшим содействие в сборе материала для исследования. Особенную благодарность хотелось бы высказать Ю. Н. Калинкину, Ю. В. Бартеву и А. А. Манылову.

### Список литературы

1. Вознесенский, В. Л. Первичная обработка экспериментальных данных: практические примеры / В. Л. Вознесенский. – Ленинград : Наука, 1969. – 84 с.
2. Ивантер, Э. В. Элементарная биометрия: учеб. пособие / Э. В. Ивантер, А. В. Коросов. – 3-е изд., исправ. и дополн. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2013. – 110 с.
3. Клевезаль, Г. А. Принципы и методы определения возраста млекопитающих / Г. А. Клевезаль. – Москва : Т-во научных изданий КМК, 2007. – 283 с.
4. Клевезаль, Г. А. Определение возраста млекопитающих по слоистым структурам зубов и кости / Г. А. Клевезаль, С. Е. Клейненберг. – Москва : Наука, 1967. – 144 с.
5. Козловский, И. С. Положение об охотничьих трофеях в Российской Федерации / И. С. Козловский, В. В. Колесников. – Москва, 2010. – 72 с.
6. Колесников, В. В. Развитие трофейного дела во ВНИИОЗ им. проф. Б.М. Житкова. / В. В. Колесников // Охотничье дело в России. История и современность: матер. всеросс. конф., Санкт-Петербург, 4–5 апреля 2018 г. – Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, DOI: 10.21266/SPBFTU.2018/SIL.1, ISBN 978-5-9239-1019-3, 2018, С.48–52.
7. Колесников, В. В. Определение возраста самцов европейского лося (*Alces alces alces* L.) / В. В. Колесников, Д. С. Макарова // Вестник охотоведения, 2014. – Т. 11. – № 2. – С. 317–322.
8. Колесников, В. В. Определение возраста самцов сибирской косули (*Capreolus pygargus pygargus* Pallas, 1771) по костным пенькам их рогов / В.В. Колесников, Д.С. Макарова // Вестник охотоведения. – 2016. – Т.13. – № 2. – С. 123–127.

9. Машкин, В. И. Методы изучения охотничьих и охраняемых животных в полевых условиях: уч. пособие для вузов (УМО МГУ) / В. И. Машкин. - Санкт-Петербург : Изд-во Лань, 2013. – 432 с.
10. Смирнов, М. Н. К методике определения возраста косуль по комплексу морфологических признаков / М. Н. Смирнов // Сборник научно-технической информации (охота, пушнина и дичь). – Киров : Волго-вятское книжное издательство, Кировское отделение, 1977. – Вып. 58. – С. 34–39.
11. Habermehl, K. H. Alterbestimmung bei Wild- und Pelztieren. Verlag Paul Parey-Hamburg, Berlin, 1985. – 223 p.
12. Łowiecki podręcznik selekcyjera (pod red. Dziedzica). – Warszawa, 2011. – 258 p.
13. Quimby, D. C. and J. E. Gaab. Mandibular dentition as an age indicator in Rocky Mountain Elk. J. Wildl. Mgmt., 21: 1957, P. 435–451.
14. Schreiber, R. Rosenstock und Geweihentwicklung im Mittelgebirge vom Alter der Hirsche // Wild und Hund. Bd. 96, No. 16, 1993, P. 36–38.

### References

1. Voznesenskii, V. L. Pervichnaya obrabotka eksperimental'nykh dannykh: prakticheskie primery (Initial processing of experimental data: practical examples), Leningrad, Nauka, 1969, 84 p.
2. Ivanter, E. V., Korosov, A. V. Elementarnaya biometriya: ucheb. posobie (Elementary biometrics: textbook), 3-e izd., isprav. i dopoln., Petrozavodsk, Izd-vo PetrGU, 2013, 110 p.
3. Klevezal', G. A. Printsipy i metody opredeleniya vozrasta mlekopitayushchikh (Principles and methods for the age determination of mammals), Moskva, T-vo nauchnykh izdaniy KMK, 2007, 283 p.
4. Klevezal', G. A., Kleinenberg, S. E. Opredelenie vozrasta mlekopitayushchikh po sloistym strukturam zubov i kosti (The age determination of mammals by the layered structures of teeth and bones), Moskva, Nauka, 1967, 144 p.
5. Kozlovskii, I.S., Kolesnikov, V.V. Polozhenie ob okhotnich'ikh trofeyakh v Rossiiskoi Federatsii (Regulations on hunting trophies in the Russian Federation), Moskva, 2010, 72 p.
6. Kolesnikov, V. V. Razvitie trofeinogo dela vo VNIIOZ im. prof. B. M. Zhitkova (The development of the trophy hunting in All-Russian Research Institute of Hunting and Animal Breeding Named after Prof. B. M. Zhitkov), Okhotnich'e delo v Rossii. Istoriya i sovremennost': mater. vseross. konf., Sankt-Peterburg, 4-5 aprelya 2018 g., Sankt-Peterburg, SPbGLTU, DOI: 10.21266/SPBFTU.2018/SIL.1, ISBN 978-5-9239-1019-3, 2018, PP. 48-52.
7. Kolesnikov, V. V., Makarova, D. S. Opredelenie vozrasta samtsov evropeiskogo losya (Alces alces L.) (The age determination of European elk males (Alces alces L.), Vestnik okhotovedeniya, 2014, T. 11, No 2, PP. 317-322.
8. Kolesnikov, V. V., Makarova, D. S. Opredelenie vozrasta samtsov sibirskoi kosuli (Capreolus pygargus pygargus Pallas, 1771) po kostnym pen'kam ikh rogov (The age determination of male Siberian roe deer (Capreolus pygargus pygargus Pallas, 1771) by the bone stumps of their horns), Vestnik okhotovedeniya, 2016, T. 13, No 2, PP. 123-127.
9. Mashkin, V. I. Metody izucheniya okhotnich'ikh i okhranyaemykh zhivotnykh v polevykh usloviyakh: uch. posobie dlya vuzov (UMO MGU) (Methods for studying hunting and

protected animals in the field conditions: textbook for universities (EMA MSU)), Sankt-Peterburg, Izd-vo Lan', 2013, 432 p.

10. Smirnov, M. N. K metodike opredeleniya vozrasta kosul' po kompleksu morfologicheskikh priznakov (To the method of the age determination of roe deer by a complex of morphological characters), Sbornik nauchno-tekhnicheskoi informatsii (okhota, pushnina i dich'), Kirov, Volgo-vyatskoe knizhnoe izdatel'stvo, Kirovskoe otdelenie, 1977, iss. 58, PP. 34–39.

11. Habermehl, K. H. Alterbestimmung bei Wild- und Pelztieren. Verlag Paul Parey-Hamburg, Berlin, 1985, 223 p.

12. Łowiecki podręcznik selekcjonera (pod red. Dziedzica), Warszawa, 2011, 258 p.

13. Quimby, D. C. and J. E. Gaab. Mandibular dentition as an age indicator in Rocky Mountain Elk. J. Wildl. Mgmt., 21: 1957, P. 435-451.

14. Schreiber, R. Rosenstock und Geweihentwicklung im Mittelgebirge vom Alter der Hirsche, Wild und Hund. Bd. 96, No. 16, 1993, P. 36-38.

© Колесников В. В., Беленюк Н. Н., 2021

### **Информация об авторах**

**Колесников Вячеслав Васильевич**, д-р биол. наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела охотничьего ресурсоведения ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б.М. Житкова», профессор кафедры охотоведения и биологии диких животных Вятский государственный агротехнический университет, email: wild-res@mail.ru

**Беленюк Надежда Николаевна**, Красноярский государственный аграрный университет, старший преподаватель кафедры разведения, генетики, биологии и водных биоресурсов, email: my-arctica@mail.ru

### **Information about authors**

**Viacheslav V. Kolesnikov**, Dr. Biol. Sci., Associate Professor, Leading Researcher of the Department of Hunting Resource Science; All-Russian Research Institute of Hunting and Animal Breeding Named after Prof. B. M. Zhitkov; Kirov, Kirov region, Russia; Professor of the Department of Hunting and Wildlife Biology; Vyatka State Agrotechnical University; Kirov, Kirov region, Russia; email: wild-res@mail.ru.

**Nadezhda N. Belenuk**, Senior Lecturer of the Department of Breeding, Genetics, Biology and Aquatic Bioresources; Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, email: my-arctica@mail.ru.

УДК 619:616-07

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-90-96

## ГИСТОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕЧЕНИ ПРИ ОСТРОМ И ХРОНИЧЕСКОМ ГАСТРОЭНТЕРИТЕ ПОРОСЯТ

Елена Вячеславовна Курятова, Олеся Валерьевна Груздова,

Алена Владимировна Корнилова

*Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск*

**Аннотация.** На современном этапе интенсивного развития животноводства одной из актуальных проблем, стоящих перед ветеринарными специалистами, является снижение заболеваемости молодняка. Среди заболеваний ведущее место занимают патологии желудочно-кишечного тракта. Технологические приемы, в том числе и ранний отъем поросят от маток, которые используют на свиноводческих фермах и комплексах, по многим характеристикам не совпадают с биологическими потребностями животных, что, естественно крайне плохо сказывается на их физиологическом состоянии. На этом фоне возникают морфофункциональные нарушения и развиваются дегенеративные процессы в тканях и внутренних органах. Первыми поражаются органы пищеварения и иммунитета, что и является впоследствии основной причиной большинства болезней в старшем возрасте [2, 5]. Печень и поджелудочная железа являются органами- мишенями при поражении пищеварительной трубки патологическими агентами, где получают развитие патогенетические механизмы у животных, больных острым и хроническим гастроэнтеритом. Развитие патогенетических механизмов происходит на фоне снижения естественной резистентности и защитных функций организма, нарушениях в кормлении, высокой микробной загрязненности. Вследствие того, что печень является метаболическим центром организма, связывающим обменные процессы и опосредует гомеостаз, своевременно не выявленные функциональные нарушения в ее работе, усугубляют течение основного заболевания, пролонгируют реабилитационный период и способствуют развитию осложнений. Известно, что патология печени у животных с острыми и хроническими гастроэнтеритами сопровождается стойкими и длительными морфологическими нарушениями, но благодаря функциональным резервам и активным процессам регенерации, симптомы печеночной недостаточности проявляются достаточно поздно - при поражении 60-70 % ткани органа. В свете имеющихся данных важное значение приобретает раннее выявление развития патологических процессов печени, которые можно диагностировать на основании гистометрических показателей печени. В литературе имеются единичные работы, в которых представлены гистометрические параметры, позволяющие проводить верификацию поражений печени у животных, больных неспецифическим гастроэнтеритом, но авторы не исследовали билиарную систему при острым и хроническом течении болезни [4, 6].

**Ключевые слова:** печень, гастроэнтериты, гистометрические показатели.

## HISTOMETRIC PARAMETERS OF THE LIVER IN ACUTE AND CHRONIC GASTROENTERITIS OF PIGLETS

Elena V. Kuryatova, Olesya V. Gruzdova, A. V. Kornilova

*Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk*



**Abstract.** At the present stage of intensive development of animal husbandry, one of the urgent problems facing veterinary specialists is to reduce the incidence of young animals. The leading place among the diseases is occupied by pathologies of the gastrointestinal tract. In many characteristics technological methods, including early piglet weaning from queens, which are used on pig farms and complexes, do not coincide with the biological needs of animals, what is, naturally, has an extremely bad effect on their physiological state. Against this background the morphofunctional disorders occur, and degenerative processes develop in the tissues and internal organs. First of all, the digestive and immune systems are affected, which subsequently becomes the main cause of most diseases in old age [2, 5]. The liver and pancreas are the target organs when the digestive tube is affected by pathological agents, where pathogenetic mechanisms develop in animals with acute and chronic gastroenteritis. The development of pathogenetic mechanisms occurs against the background of a decrease in natural resistance and protective functions of the organism, feeding irregularities and high microbial contamination. Due to the fact that the liver is the metabolic center of the organism that links metabolic processes and mediates homeostasis, functional disorders in liver's work, which are not timely identified aggravate the course of the underlying disease, delay the rehabilitation period and contribute to the development of complications. It is known that liver pathology in animals with acute and chronic gastroenteritis is accompanied by persistent and long-term morphological disorders, but due to functional reserves and active regeneration processes, symptoms of liver failure appear quite late, when 60-70% of the organ tissue is affected. In this regard, early detection of the development of pathological liver processes, which can be diagnosed on the basis of histometric parameters of the liver, is of great importance. There are isolated studies that present histometric parameters that allow verifying liver lesions in animals with nonspecific gastroenteritis in the literature, but the authors did not study the biliary system in acute and chronic diseases [4, 6].

**Key words:** liver, gastroenteritis, histometric parameters.

Ещё в 1993 году И. М. Карпуть в своих работах определил три напряжённых этапа в развитии поросят после рождения, это: первые часы жизни, вторая – третья неделя и отъёмный период [3].

Первый негативный момент отмечался сразу после рождения поросят, так как в этот период, до приёма молозива, в их организме, в сущности, нет иммуноглобулинов и количество лейкоцитов ещё фактически недостаточно велико. Часто у животных возникает состояние иммунодефицита, при поздней или неполноценной выпойке молозива. При этом происходит нарушение формирования системной и местной защиты, в результате чего развиваются желудочно-кишечные патологии, на фоне которых, как правило, развивается дисбактериоз, который может привести к возникновению гипопластической анемии.

Второй этап – у животных в возрасте 5 – 14 дней, так как антитела, которые они получили с молозивом, практически израсходовались, а свои собственные ещё слабо вырабатываются. И в результате этого возникает иммунодефицитное состояние, при котором любой сбой в кормлении или содержании приведет к возникновению желудочно-кишечных заболеваний.

Третий этап – возникает при резком переходе молодняка на другой тип кормления с молочного. Это приводит к расстройству пищеварения, в слизистой оболочке кишечника вырабатывается большое количество слизи, что, в свою очередь, приводит к снижению иммуноглобулина А и к гибели полезной микрофлоры. На этом фоне нарушаются пищеварительные процессы, могут возникать пищевые аллергии, и это всё приведет к

развитию гастроэнтеритов и колиэнтеротоксемии [1].

Печень и поджелудочная железа являются органами-мишенями при поражении пищеварительной трубки патологическими агентами, где получают развитие патогенетические механизмы у животных, больных острым и хроническим гастроэнтеритом, развитие которых происходит на фоне снижения естественной резистенции и защитных функций организма, нарушениях в кормлении, высокой микробной загрязненности [6].

В литературе имеются единичные работы [2;4;5], в которых представлены гистометрические параметры, позволяющие проводить верификацию поражений печени у животных, больных неспецифическим гастроэнтеритом. Но названные авторы не исследовали биллиарную систему при остром и хроническом течении болезни.

Известно также, что патология печени у животных с острыми и хроническими гастроэнтеритами сопровождается стойкими и длительными морфологическими нарушениями.

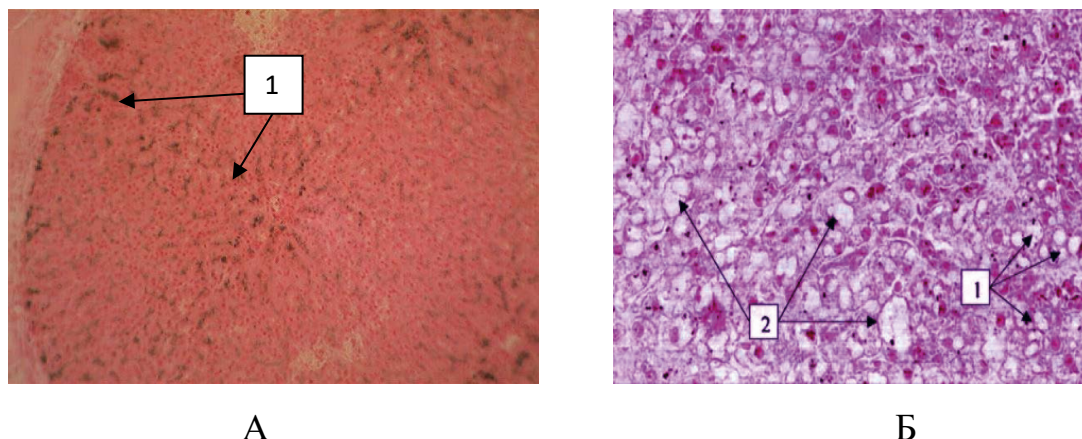
Исходя из вышесказанного, нами была поставлена задача провести гистометрическое изучение печени поросят при остром и хроническом гастроэнтерите.

Материалы и методы исследования. Гистометрические исследования проводились в Дальневосточном ГАУ на кафедре патологии, морфологии и физиологии. Животных для эксперимента брали в КСК «Агро С.Е.В.», село Крестовоздвиженка Константиновского района Амурской области. Для исследований отбирали поросят породы крупная белая отъёмного периода, 35-40- дневного возраста, массой 10–13 кг. Было сформировано три группы боровков. Интактная – клинически здоро-

вые животные. Подопытная первая – поросята с явными клиническими признаками острого гастроэнтерита, вторая подопытная – животные с признаками хронического гастроэнтерита. Для гистометрических исследований отбирали кусочки печени, которые фиксировали в 4% нейтральном водном формалине, заливали в парафин, на санном микротоме (МС -2) готовили срезы толщиной 5–7 мкм, окрашивали гематоксилином Эрлиха и эозином. Результаты, полученные в ходе эксперимента, обрабатывали методами вариационной статистики.

**Результаты исследований.** При микроскопическом исследовании печени поросят интактной группы было отмечено, что капсула органа не утолщена, балочное строение печеночной долики сохранено, печёночные клетки многоугольной формы, по отношению к центральной вене расположены радиально, окрашены неравномерно. Сосуды триады четко просматривались. Ядра гепатоцитов одинаковой округлой формы, базофильны, дифференцированы хорошо.

У поросят с хронической формой гастроэнтерита при гистологическом исследовании преобладала картина дистрофии печёночных клеток с лейкоцитарной инфильтрацией и нарушением балочного строения долики. Было выявлено переполнение сосудов кровью. Отмечалось значительное расширение и заполнение кровью синусоидальных сосудов и центральной вены долики. В отдельных случаях встречались места кровоизлияния и повреждение паренхимы печени. В гепатоцитах преобладала картина мелкокапельной жировой дистрофии и крупной зернистости. В некоторых случаях встречались глыбки гемоседерина в синусоидных капиллярах (рис. 1).

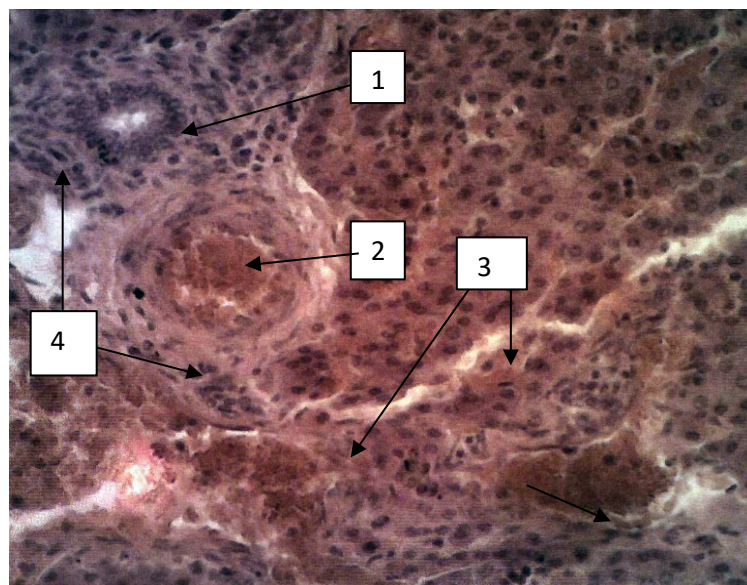


**Рис 1. Печень поросят при хроническом гастроэнтерите.**

**Окраска гематоксилином Эрлиха и эозином. Ув. х 300.**

А – 1 – глыбки гемосидерина; Б – 1 – мелко-, средне- и крупнокапельная жировая дистрофия, 2 – полное жировое перерождение печёночных клеток

У животных с острой формой гастроэнтерита при микроскопическом исследовании в гепатоцитах выявлено уменьшение ядра в объеме и более интенсивное его окрашивание – кариопикноз, кариорексис – распад ядра клетки на глыбки с разрушением плазмолеммы и безъядерные клетки, в которых даже не видно силуэта ядра – кариолизис. В результате гибели клеток некротические очаги образовывались в основном в центральных зонах печёночных долек (рис. 2).



**Рис. 2. Печень поросят при острой форме гастроэнтерита.**

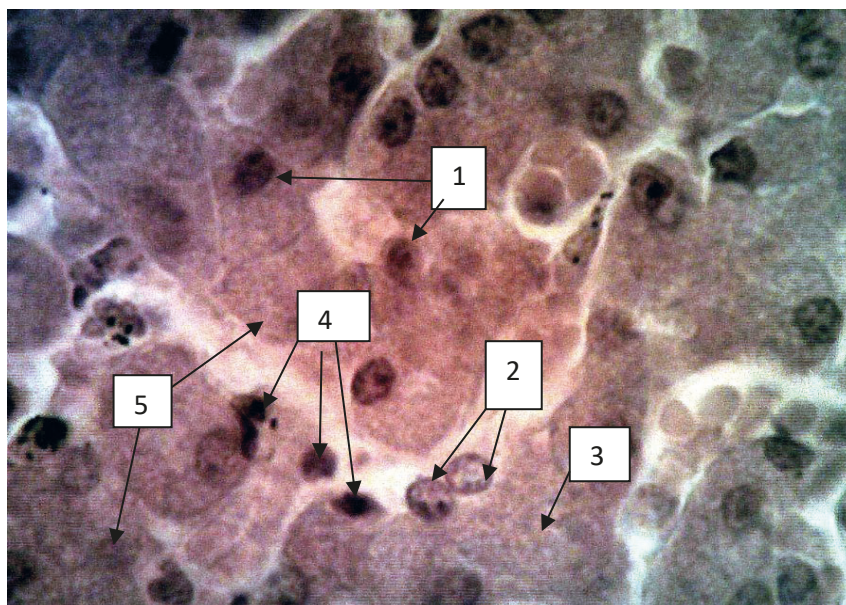
**Окраска гематоксилином Эрлиха и эозином. Ув. х 150.**

1 – сужение желчного протока, 2 – кровезаполненная артерия, 3 – участки некроза печёночных клеток, 4 – пролиферация лимфоидными клетками



В обеих подопытных группах, в той или иной степени, отмечалось расширение портальных сосудов, что приводило к сдавливанию желчных протоков. Клетки Купфера (печёночные макрофаги) увеличены в объеме, находились в ста-

дии пролиферации. Нами было выявлено снижение голоядерных и появление безъядерных гепатоцитов. На снижение регенераторной способности печени указывало отсутствие двухъядерных печеночных клеток (рис. 3).



**Рис. 3. Некроз гепатоцитов.**

**Окраска гематоксилином Эрлиха и эозином. Ув.х 300.**

1 – сморщивание ядра (кариопикноз), 2 – голоядерные клетки, 3 – кариолизис (безъядерная клетка), 4 – печёночные макрофаги, 5 – зернистость цитоплазмы в печёночных клетках

Изменения гистометрических показателей печени экспериментальных поросят представлены в таблице. Исходя из представленных данных, мы видим, что у

животных, больных неспецифическим гастроэнтеритом, регистрировалась сильная сосудистая реакция, что выражалось увеличением в диаметре вен печени.

**Таблица**

**Гистометрические изменения диаметра сосудов печени подопытных поросят,  $M \pm m$ ,  $n=5$**

Показатели	Группы		
	Интактная	Подопытная 1	Подопытная 2
Диаметр поддольковой вены, мкм	51,3±1,78	76,9±2,57*	128,3±3,49*
Диаметр центральной вены, мкм	29,9±1,27	41,9±1,33*	59,8±2,08**
Сосуды триады:			
Диаметр артерии, мкм	6,4±0,21	9,0±0,64	11,0±0,88**
	27,9±1,41	41,9±2,12*	61,4±3,14*
Диаметр желчного протока, мкм	8,7±0,32	12,1±0,65*	12,4±0,18*

Примечание: \* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$



Отмечалось достоверное ( $p < 0,05$ ) увеличение диаметра поддольковой вены во второй подопытной группе - в 2,5 раза, в первой - на 50% по сравнению с интактной группой. Также, с различной степенью достоверности, увеличился и диаметр центральной дольковой вены на 40% в первой опытной группе и в 2 раза во второй опытной группе. По нашему мнению, увеличение печёночных вен в диаметре привело к снижению скорости кровотока и развитию венозного застоя.

Нами выявлено увеличение диаметра сосудов триады печени. Так, у поросят поперечное сечение междольковых вен достоверно больше ( $p < 0,05$ ) при остром течении гастроэнтерита – в 1,5 раза, а у больных с хронической формой в 2,2 раза по сравнению с данным показателем у здоровых животных.

На фоне развившегося венозного застоя отмечались признаки артериальной гиперемии, что выражалось в увеличении калибра артерий триады в первой опытной группе на 40%, во второй на 72%.

Диаметр желчного протока был достоверно ( $p < 0,05$ ) расширен, в первой подопытной группе на 39,3%, во второй – на 42,7% по сравнению группой интактных животных, в результате чего отмечались явления холестаза.

Таким образом, проведенные нами морфометрические исследования печени

при острой и хронической форме неспецифического гастроэнтерита у поросят-отъемышей, указывают на увеличение диаметра печёночных сосудов. В результате этого уменьшается скорость протекающих в них биологических жидкостей и развиваются такие процессы, как венозная гиперемия и застойные явления в желчных протоках, что приводит к кариопикнозу, кариорексису и кариолизису гепатоцитов.

**Заключение.** При неспецифическом гастроэнтерите, протекающим в острой или хронической форме, в воспалительный процесс вовлекается и печень. Это проявляется венозным застоем, отеком и воспалением, а также атрофическими и дистрофическими процессами в печёночных клетках, приводящими к их некрозу. Выявлено увеличение диаметра кровеносных сосудов и желчных протоков, что приводит к развитию статических процессов, таких как отёк паренхимы органа и холестаза.

Изменения в структуре печени у поросят с хронической формой неспецифического гастроэнтерита выражены более резко, по сравнению с острым течением. Эти изменения характеризовались качественными изменениями в клетках печени (кариопикноз, кариорексис, кариолизис), возникновением дистрофических процессов в гепатоцитах и нарушением структуры органа и его клеточных элементов.

### Список литературы

1. Абрамов С. С., Арестов И. Г., Карпуть И. М. и др. Профилактика незаразных болезней молодняка. Библиотека практикующего ветеринарного врача / С. С. Абрамов, И. Г. Арестов, И. М. Карпуть. – Москва : Агропромиздат 1990 г. –175 с.
2. Дроздова, Л. И. Морфологическая реакция печени поросят при применении препарата «Вестин» в системе «мать-плод» / Л. И. Дроздова, Е. А. Реутова, Н. В. Садовников // Аграрный вестник Урала. – 2017. – №12. -2 (167). - С.-4-7.
3. Карпуть, И. М. Иммунология и иммунопатология болезней молодняка / И. М. Карпуть. – Минск: Ураджай, 1993. – 288 с.
4. Курятова, Е. В. Гистологические и морфометрические изменения в печени поросят при неспецифическом гастроэнтерите и его коррекции пробиотическими препаратами / Е. В. Курятова // Вестник Бурятского государственного университета. – 2013. – № 32. – С.15-20.
5. Паршина, В. И. Морфологическая характеристика печени и слизистой оболочки тонкого кишечника поросят при применении энрофлоксацина и колистина / В. И. Паршина, С. М. Сулейманов, П. А. Паршин // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. – 2010. – №1. – С.64–72.
6. Телепнев, В. А. Клинико-анатомическая характеристика эрозивного и язвенного гастрита у поросят на промышленном комплексе. В кн.: Патоморфология, патогенез и диагностика болезней сельскохозяйственных животных / В. А. Телепнев – Москва : Колос, 1980, С.30–31.

### References

1. Abramov, S. S., Arestov, I. G., Karput' I.M. [i dr.] Profilaktika nezaraznykh boleznei molodnyaka. Biblioteka praktikuyushchego veterinarnogo vracha (Prevention of non-infectious diseases of young animals. Library of a practicing veterinarian), Moskva, Agropromizdat, 1990, 175 p.
2. Drozdova, L. I., Reutova, E. A., Sadovnikov, N. V. Morfologicheskaya reaktsiya pecheni porosyat pri primenении preparata «Vestin» v sisteme «mat' - plod» (Morphological reaction of piglets 'liver when using the drug "Vestin" in the "mother - fetus" system), Agrarnyi vestnik Urala, 2017, No 12-2 (167), PP. 4–7.
3. Karput', I. M. Immunologiya i immunopatologiya boleznei molodnyaka (Immunology and immunopathology of diseases of young animals), Minsk, Uradzhai, 1993, 288 p.
4. Kuryatova, E.V. Gistologicheskie i morfometricheskie izmeneniya v pecheni porosyat pri nespetsificheskom gastroenterite i ego korrektsii probioticheskimi preparatami (Histological and morphometric changes in the liver of piglets with nonspecific gastroenteritis and its correction with probiotic drugs), Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta, 2013, No 32, PP.15–20.
5. Parshina, V.I., Suleimanov, S.M., Parshin, P.A. Morfologicheskaya kharakteristika pecheni i slizistoi obolochki tonkogo kishchnika porosyat pri primenении enrofloksatsina i kolistina (Morphological characteristics of the liver and mucous membrane of the small intestine of piglets when using enrofloxacin and colistin), Vestnik RUDN, seriya Agronomiya i zhivotnovodstvo, 2010, No 1, PP. 64–72.
6. Telepnev, V.A. Kliniko-anatomicheskaya kharakteristika erozivnogo i yazvennogo gastrita u porosyat na promyshlennom komplekse. V kn.: Patomorfologiya, patogenez i diagnostika boleznei s.-kh. zhivotnykh (Clinical and anatomical characteristics of erosive and ulcerative gastritis in piglets in the industrial complex. In: Pathomorphology, pathogenesis and diagnostics of diseases of agricultural animals), Moskva, Kolos, 1980, PP. 30–31.

© Кuryatova E. B., Gruzдова O. B., Kornilova A. B., 2021

### Информация об авторах

**Курятова Елена Вячеславовна**, канд. ветер. наук, Дальневосточный государственный аграрный университет; г. Благовещенск, Амурская область, Россия; e-mail: pmif@dalgau.ru;

**Груздова Олеся Валерьевна**, канд. биол. наук, Дальневосточный государственный аграрный университет; г. Благовещенск, Амурская область, Россия; e-mail: gruzdona76@mail.ru;

**Корнилова Алена Владимировна**, канд. биол. наук, Дальневосточный государственный аграрный университет; г. Благовещенск, Амурская область, Россия; e-mail: kornilovaalena81@yandex.ru.

### Information about the authors

**Kuryatova Elena Vyacheslavovna**, candidate. wind. Russian Academy of Sciences, Far Eastern State Agrarian University; Blagoveshchensk, Amur Region, Russia; e-mail: pmif@dalgau.ru;

**Gruzдова, Olesya V.**, PhD. Biol. Sci., Far Eastern State Agrarian University; Blagoveshchensk, Amur Region, Russia; e-mail: gruzdona76@mail.ru;

**Kornilova Alyona Vladimirovna**, PhD. Biol. Sci., Far Eastern State Agrarian University; Blagoveshchensk, Amur Region, Russia; e-mail: kornilovaalena81@yandex.ru.

УДК 619:616.3

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-97-104

## ПРОВОСПАЛИТЕЛЬНЫЕ ЦИТОКИНЫ В ПАТОГЕНЕЗЕ НПВП-ИНДУЦИРОВАННЫХ ПОРАЖЕНИЙ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗ У ЖИВОТНЫХ

**Людмила Викторовна Лазаренко**

*Пермский институт ФСИН России, г. Пермь*

**Резюме.** При реактивных изменениях паренхимы печени и поджелудочной железы, индуцированных длительным приемом нестероидных противовоспалительных препаратов, у экспериментальных животных проявляется экспрессия рецепторов цитокинов фактора некроза опухоли альфа (TNF- $\alpha$  R1) и интерлейкина-2 (IL2R  $\alpha$ ).

**Аннотация.** Вопрос о механизмах лекарственных НПВП-поражений печени остается актуальным. Также нет единого мнения об НПВП, как причине поражения поджелудочной железы. Изучение вопросов, связанных с участием цитокинов в различных клеточных реакциях, ведется давно. Известно, что изменение уровня экспрессии рецепторов цитокинов имеет большое значение в оценке функционального ответа клетки в развитии патологических состояний. Цель – изучить проявление экспрессии рецепторов фактора некроза опухоли и интерлейкина-2.

**Материал и методы.** Опытные группы нелинейных крыс, получавших разные дозировки нимесулида и карпрофена. Для исследования образцов ткани печени и поджелудочной железы применяли иммуногистохимические методы. **Результаты исследования.** Показано участие фактора некроза опухоли и интерлейкина-2 в развитии реактивных изменений органов, связанных с длительным приемом НПВП. Обнаружено, что экспрессия рецепторов цитокинов проявляется уже при использовании минимальных доз НПВП. Уровень проявления экспрессии зависит от дозировки препаратов (дозозависимый эффект).

**Ключевые слова:** НПВП-гепатопатия, НПВП-панкреопатия, фактор некроза опухоли, интерлейкин-2.

## PROINFLAMMATORY CYTOKINES IN THE PATHOGENESIS OF NSAID-INDUCED LESIONS OF THE DIGESTIVE GLANDS IN ANIMALS

**L.V. Lazarenko**

*Perm Institute of the Federal Penitentiary Service, Perm*

**Abstract.** The question of the mechanisms of medicinal NSAID lesions of the liver remains relevant. There is also no consensus about NSAIDs as the cause of pancreatic damage. The study of issues related to the participation of cytokines in various cellular reactions has been carried out for a long time. It is known that a change in the expression level of cytokine receptors is of great importance in assessing the functional response of a cell in the development of pathological conditions. The purpose of research is to study the expression of tumor necrosis factor receptors and interleukin-2 receptors. **Material and methods.** There were experimental groups of non-linear rats receiving different dosages of nimesulide and carprofen. The immunohistochemical methods were used to study tissue samples of the liver and pancreas. **Research results.** The participation of tumor necrosis factor and interleukin-2 in the development of reactive organ changes associated with long-term use of NSAIDs has been shown. It was found that the expression of cytokine receptors is

manifested even with the use of minimal doses of NSAIDs. The level of expression manifestation depends on the dosage of the drugs (dose-dependent effect).

**Key words:** NSAID-hepatopathy, NSAID-pancreatopathy, tumor necrosis factor, interleukin-2.

**Введение.** Известно, что длительное использование нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП) приводит к нарушению функций многих органов и систем, в первую очередь – к патологии желудочно-кишечного тракта. В научной литературе появляется все больше работ, посвященных вопросам влияния НПВП на паренхиматозные органы пищеварительной системы [8, 9].

Нет единого мнения о механизмах лекарственного поражения печени, поскольку изучение гепатотоксичности, вызванной применением лекарственных препаратов, представляет определенную сложность, связанную с отсутствием характерных клинических симптомов. При этом биохимические показатели функционального состояния печени являются неспецифичными и наблюдаются при заболеваниях другой этиологии. Что касается информации о НПВП как причине поражения поджелудочной железы, то ее крайне недостаточно. Таким образом, вопросы, связанные с изучением механизмов возникновения осложнений при использовании НПВП, остаются нерешенными.

Изучение проблем, связанных с участием цитокинов в различных клеточных реакциях, ведется давно. Достаточно всесторонне изучен механизм влияния на клетки тканей фактора некроза опухоли (TNF- $\alpha$ ). TNF- $\alpha$  – провоспалительный цитокин, который участвует в различных клеточных процессах: дифференцировки и пролиферации, апоптоза, воспаления, иммунных реакций. Его действие на клетку происходит через рецептор, экспрессирующийся на клеточной мембране [1]. Интерлейкин-2 (IL-2) синтезируется

Т-лимфоцитами как ответная реакция на антиген. Действие IL-2 также реализуется через рецептор – IL-2R (CD25), который появляется на поверхности клеток в ответ на иммуногенный сигнал [4].

По мнению Сенникова С. В. с соавт. (2019), изменение уровня экспрессии рецепторов цитокинов имеет большое значение в оценке функционального ответа клетки на влияние негативных факторов и в развитии патологических состояний [7].

**Цель исследования** – изучить характер проявления и провести сравнительную оценку уровня экспрессии цитокинов фактора некроза опухоли и интерлейкина-2 в паренхиме печени и поджелудочной железы у экспериментальных животных, которым длительно применяли НПВП.

**Материалы и методы.** Исследования выполнены в научно-исследовательской лаборатории Пермского государственного медицинского университета имени академика Е. А. Вагнера на нелинейных белых крысах 4–6 – месячного возраста (использовали самцов и самок), содержащихся в стандартных условиях вивария; доступ к воде и корму не ограничен.

Для моделирования патоморфологических нарушений печени и поджелудочной железы использовали препараты нимесулид (Найз®) и карпрофен (Римадил Р), которые применяли животным в течение 21 дня. Использовали различные дозировки препаратов, с этой целью животных разделили на опытные группы, одна группа была контрольной. Всего в эксперименте было задействовано 190 животных.

Схема эксперимента представлена на рисунке 1.





Рис. 1. Схема эксперимента

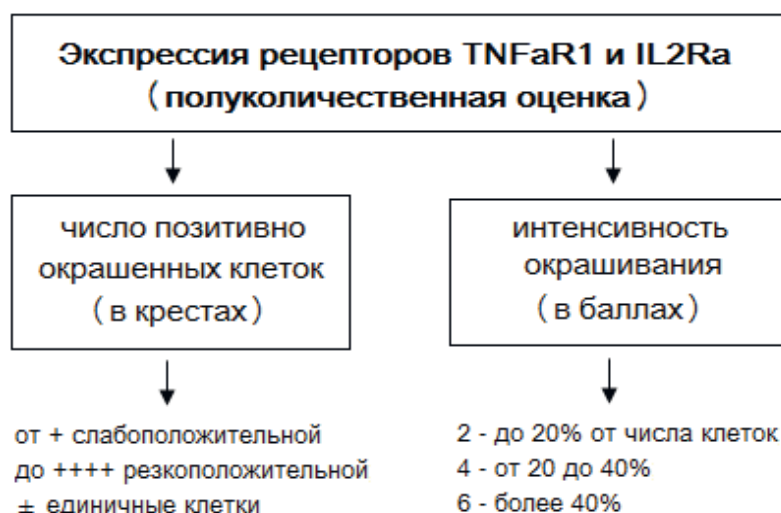
Эвтаназию животных проводили по окончании эксперимента на 22-е сутки. Производили отбор проб печени и поджелудочной железы для проведения гистологических исследований. Эксперименты проведены в соответствии с «Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях» от 18 марта 1986 г.

Вначале проводили гистологические исследования с целью оценки характера и интенсивности патоморфологических изменений паренхимы органов. Далее, образцы тканей использовали для иммуногистохимического исследования, с этой целью применяли диагностические марке-

ры TNF- $\alpha$  R1 и IL2R  $\alpha$  (антитела TNFR1 (poly) и IL-2R $\alpha$  (poly)), видоспецифичные к тканям крысы. Препараты изготавливали на стеклах с полилизиновым покрытием Menzel.

Микроскопию гистологических препаратов производили путем просмотра 20-ти полей зрения на светооптическом уровне. Проявления экспрессии рецепторов цитокинов определяли по окрашиванию клеток (коричневый цвет).

Способы, которые использовали для оценки уровня экспрессии рецепторов фактора некроза опухоли (TNF- $\alpha$  R1) и рецепторов интерлейкина-2 (IL2R  $\alpha$ ), представлены на рисунке 2.

Рис. 2. Способы оценки экспрессии рецепторов TNF- $\alpha$  R1и IL2R  $\alpha$  [2, 3].

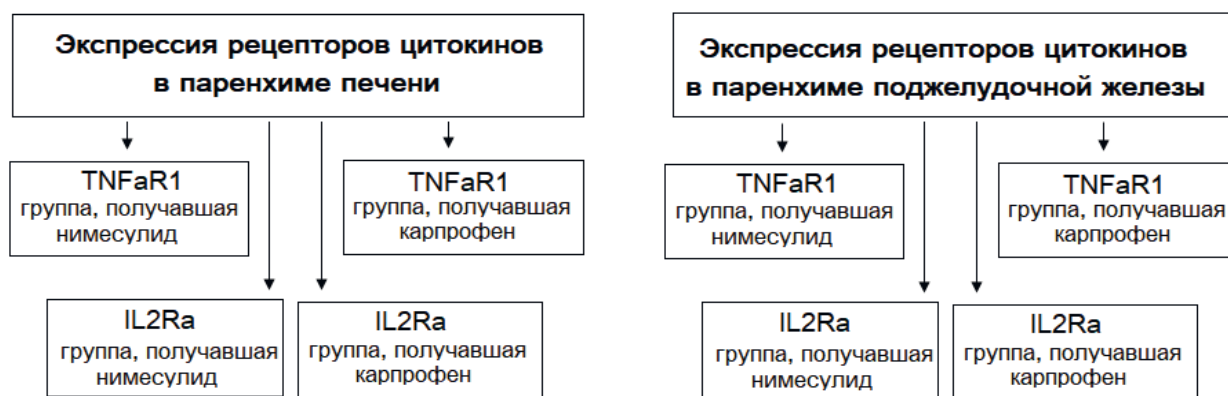
Статистический анализ результатов производили с использованием критерия Стьюдента.

Анализ и обсуждение результатов исследования. При проведении гистологических исследований образцов печени и поджелудочной железы были выявлены патоморфологические изменения в паренхиме органов. Они имели дозозависимый эффект, который при увеличении дозировок препаратов проявлялся повышением доли патологических нарушений, таких как сосудистые расстройства, дистрофические изменения, некрозы с очагами регенерации [5, 6]. В паренхиме поджелу-

дочной железы также выявлялся фиброз междольковой соединительной ткани.

После гистологической оценки исследовали экспрессию рецепторов цитокинов в паренхиме печени и поджелудочной железы у животных, получавших разные дозировки нимесулида и карпрофена.

Для проведения сравнительной оценки по определению уровня экспрессии рецепторов цитокинов TNF- $\alpha$  R1 и IL2R  $\alpha$  в паренхиме печени и поджелудочной железы у животных опытных групп были использованы результаты 8-ми серий иммуногистохимических исследований (рисунок 3).



**Рис. 3. Серии опытов по исследованию экспрессии рецепторов TNF- $\alpha$  R1 и IL2R  $\alpha$ .**

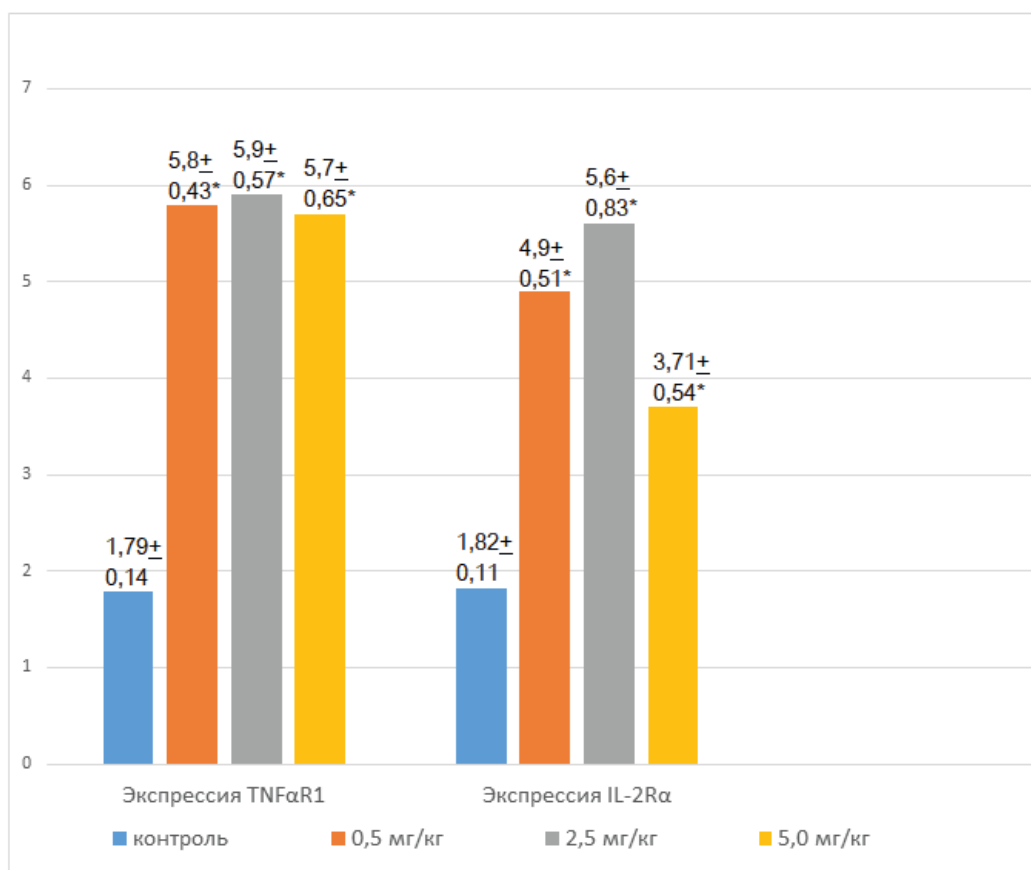
Приведены типичные примеры проявления уровня экспрессии TNF- $\alpha$  R1 и IL2R  $\alpha$  в печени и поджелудочной железе.

Экспрессия рецепторов цитокинов в печени. Результаты сравнительной оценки уровня экспрессии рецепторов в паренхиме печени представлены на примере экспрессии TNF $\alpha$ R1 и IL-2R $\alpha$  у животных, получавших разные дозировки нимесулида (таблица 1, рисунок 4).

**Таблица 1**

**Сравнительная оценка уровня экспрессии TNF $\alpha$ R1 и IL-2R $\alpha$  по интенсивности окрашивания (в крестах) в паренхиме печени у животных, получавших разные дозы нимесулида, мг/кг**

Группа	Уровень экспрессии рецепторов	
	TNF $\alpha$ R1	IL-2R $\alpha$
контрольная	±	
опытная (0,5)	+++	+++
опытная (2,5)	++++	++++
опытная (5,0)	++	++



**Рис. 4. Сравнительная оценка уровня экспрессии TNFαR1 и IL-2Rα**  
по числу позитивно окрашенных клеток (в баллах) в паренхиме печени у животных, получавших разные дозы нимесулида (\*  $p < 0,05$  по отношению к контрольной группе)

Экспрессия рецепторов цитокинов в поджелудочной железе. Следует отметить, что при просмотре гистологических препаратов экспрессия рецепторов TNFαR1 и IL-2Rα была обнаружена только в эндокринной части паренхимы поджелудочной железы животных. Результаты сравнительной оценки уровня экспрессии рецепторов в поджелудочной железе представлены на примере экспрессии IL-2Rα у животных, получавших разные дозировки нимесулида и карпрофена (таблицы 2, 3).

**Таблица 2**

**Сравнительная оценка уровня экспрессии IL-2Rα по интенсивности окрашивания (в крестах) в поджелудочной железе у животных, получавших разные препараты**

Уровень экспрессии IL-2Rα в опытных группах, получавших препараты			
нимесулид (дозы, мг/кг)		карпрофен (дозы, мг/кг)	
0,5 (минимальная)	+	4,0 (минимальная)	+
		8,0 (двукратная)	+++
2,5 (пятикратная)	+++	20,0 (пятикратная)	++++
5,0 (десятикратная)	++++	40,0 (десятикратная)	++++

Примечания: интенсивность окрашивания у животных контрольной группы оценивалась на «±».

Таблица 3

**Сравнительная оценка уровня экспрессии IL-2R $\alpha$  по числу позитивно окрашенных клеток (в баллах) в поджелудочной железе у животных, получавших разные препараты**

Уровень экспрессии IL-2R $\alpha$ в опытных группах, получавших препараты			
нимесулид (дозы, мг/кг)		карпрофен (дозы, мг/кг)	
0,5 (минимальная)	5,3 $\pm$ 0,28 (p=0,234)	4,0 (минимальная)	3,9 $\pm$ 0,47 (p=0,070)
		8,0 (двукратная)	5,5 $\pm$ 0,38 (p=0,188)
2,5 (пятикратная)	5,1 $\pm$ 0,24 (p=0,471)	20,0 (пятикратная)	5,91 $\pm$ 0,53 (p=0,079)
5,0 (десятикратная)	5,92 $\pm$ 0,46 (p=0,052)	40,0 (десятикратная)	5,93 $\pm$ 0,68 (p=0,171)

Примечания: p – по отношению к контрольной группе; число позитивно окрашенных клеток у животных контрольной группы составило 4,9 $\pm$ 0,14 баллов.

Анализ результатов, полученных при изучении проявлений экспрессии TNF- $\alpha$ R1 и IL2R $\alpha$  в паренхиме печени и поджелудочной железы, показал участие фактора некроза опухоли и интерлейкина-2 в развитии реактивных изменений органов, связанных с длительным приемом НПВП. Обнаружено, что экспрессия рецепторов цитокинов проявляется уже при использовании минимальных доз НПВП. Выявлено, что уровень проявления экспрессии зависит от дозировки препаратов (имеется дозозависимый эффект). Сравнительная оценка уровня экспрессии рецепторов провоспалительных цитокинов показала, что экспрессия как TNF- $\alpha$  R1, так и IL2R  $\alpha$  в пищеварительных железах проявляется с одинаковой закономерностью.

### Выводы

Иммуногистохимическая экспрессия TNF $\alpha$ R1 и IL-2R $\alpha$  в паренхиме печени

и поджелудочной железы у экспериментальных животных, получавших нимесулид и карпрофен в течение 21 дня, обнаруживает участие цитокинов (иммунного компонента) в развитии реактивных изменений органов.

Уровень экспрессии TNF $\alpha$ R1 и IL-2R $\alpha$  в паренхиме печени и поджелудочной железы зависит от дозировок нимесулида и карпрофена (имеется выраженный дозозависимый эффект).

В паренхиме печени наиболее выражена экспрессия рецепторов цитокинов при использовании доз, незначительно превышающих минимальную; при использовании высоких доз НПВП уровень экспрессии уменьшается, причиной может быть повреждение клеточной мембраны органов.

### Список литературы

1. Барановский, А. Ю. Роль фактора некроза опухоли альфа в развитии аутоиммунной патологии печени: нерешенная проблема / А. Ю. Барановский, Н. В. Марченко, У. А. Мительглик, К. Л. Райхельсон // Практическая медицина. – 2014. – № 1(77). – С. 15-19.
2. Коган, Е. А. Автономность роста очагов аденомиоза: иммуногистохимические особенности экспрессии маркеров / Е. А. Коган, Н. В. Низяева, Т. А. Демур // Иммунология. – 2011. – № 12. – С. 311–325.



3. Козлова, И. В. Гастропатия, индуцированная нестероидными противовоспалительными препаратами, у больных остеоартрозом: роль некоторых факторов диффузной эндокринной системы желудка в ее возникновении / И. В. Козлова, Т. Е. Липатова, Н. Г. Афонина, И. М. Кветной [Текст] // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колонопроктологии. – 2006. – № 1. – С. 47–53.
4. Копылова, О. И. Полиморфные маркеры генов IL2RA и IL2: популяционные различия в ассоциации с сахарным диабетом / О. И. Копылова, Т. Л. Кураева, Е. Ю. Лаврикова // Сахарный диабет. – 2012. – № 1. – С. 14–18.
5. Лазаренко, Л. В. Цитокины в патогенезе экспериментального гепатита, индуцированного применением нестероидных противовоспалительных препаратов / Л. В. Лазаренко // Вестник Пермского института ФСИН России. – 2017. – № 3 (26). – С. 54–61.
6. Лазаренко, Л. В. Патоморфологические изменения ткани печени крыс при длительном приеме нимесулида / Л. В. Лазаренко, Е. И. Самоделкин, П. В. Косарева, В. П. Хоринко // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 3. – С. 141.
7. Сенников, С. В. Плотность экспрессии рецепторов к иммунорегуляторным медиаторам как модулирующий компонент биологических эффектов медиаторов на клетку (часть 2) / С. В. Сенников, А. А. Альшевская, Ю. В. Жукова, И. А. Беломестнова, А. В. Караулов, Ю. А. Лопатникова // Медицинская иммунология. – 2019. – Т. 21, №3. – С. 379–396.
8. Bort, R. Diclofenac toxicity to hepatocytes: a role for drug metabolism in cell toxicity / R. Bort, X. Ponsoda, R. Jover // Pharmacol. Exp. Ther. – 1999. – Vol. 288. – PP. 65–72.
9. Enescu, A. Drug-induced hepatitis – morphological and ultrastructural aspects / A. Enescu, P. Mitrut, E. Buteica // Romanian Journal of Morphology and Embryology. – 2007. – Vol. 48 (4). – PP. 449–454.

### References

1. Baranovskij, A. Yu., Marchenko, N. V, Mitelglik, U. A., Rajhelson, K. L. Rol faktora nekroza opuholi alfa v razvitii autoimmunnoj patologii pecheni: nereshennaya problema (The role of tumor necrosis factor alpha in the development of autoimmune liver disease: an unsolved problem), Prakticheskaya medicina, 2014, No 1 (77), PP. 15–19.
2. Kogan, E. A., Nizyaeva, N. V., Demura, T. A. vtonomnost rosta ochagov adenomioza: immunogistohimicheskie osobennosti ekspressii markerov (Growth autonomy of foci of adenomyosis: immunohistochemical features of marker expression), Immunologiya, 2011, No 12, PP. 311–325.
3. Kozlova, I. V., Lipatova, T. E., Afonina, N. G., Kvetnoj, I. M. Gastropatiya, indutsirovannaya nesteroidnymi protivovospalitel'nyimi preparatami, u bol'nykh osteoartrozom: rol' nekotorykh faktorov diffuznoi endokrinnoi sistemy zheludka v ee vznikenii (Gastropathy induced by anesthetic anti-inflammatory drugs in patients with osteoarthritis: the role of some factors of the diffuse endocrine system of the stomach in emergence), Rossijskij zhurnal gastroenterologii, gepatologii, kolonoproktologii, 2006, No 1, PP. 47–53.
4. Kopylova, O. I., Kuraeva, T. L., Lavrikova, E. YU. Polimorfnye markery genov IL-2RA i IL2: populyacionnye razlichiya v asociacii s saharnym diabetom (Polymorphic markerogens IL2RA and IL2: population differences in association with diabetes mellitus), Saharnyj diabet, 2012, No 1, PP. 14–18.

5. Lazarenko, L. V. Citokiny` v patogeneze e`ksperimental`nogo gepatita, inducirovannogo primeneniem nesteroidny`x protivovospalitel`ny`x preparatov (Cytokine in the pathogenesis of her experimental hepatitis induced by the use of non-steroidal anti-inflammatory drugs), Vestnik Permskogo instituta FSIN Rossii, 2017, No 3 (26), PP. 54–61.
6. Lazarenko, L. V., Samodelkin, E. I., Kosareva, P. V., Horinko, V. P. Patomorfologicheskie izmeneniya tkani pecheni krysa pri dlitel`nom prieme nimesulida (Pathomorphological changes in rat liver tissue after long-term administration of nimesulide), Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya, 2015, No 3, P.141.
7. Sennikov, S. V., Alshevskaya, A. A., Zhukova, YU. V., Belomestnova, I. A., Karaulov, A. V., Lopatnikova, YU. A. Plotnost` ekspressii receptorov k immunoregulyatornym mediatoram kak moduliruyushchij component biologicheskikh effektov mediatorov na kletku (chast` 2) (Density of expressing receptors to immunoregulatory mediators as a modulating component of biological effects of mediators per cell (part 2), Medicinskaya immunologiya, 2019, T. 21, No 3, PP. 379–396.
8. Bort, R., Ponsoda, X., Jover, R. Diclofenac toxicity to hepatocytes: a role for drug metabolism in cell toxicity, Pharmacol. Exp. Ther., 1999, Vol. 288, PP. 65-72.
9. Enescu, A., Mitrut, P., Buteica, E. Drug-induced hepatitis – morphological and ultrastructural aspects, Romanian Journal of Morphology and Embryology, 2007, Vol. 48 (4), PP. 449–454.

© Лазаренко Л. В., 2021

#### **Информация об авторах**

**Лазаренко Людмила Викторовна**, кандидат ветеринарных наук, кафедры зоотехнии Пермского института ФСИН России (РФ, 614012, Приволжский федеральный округ, г. Пермь, ул. Карпинского, 125), e-mail: lazarenko.mila2012@yandex.ru.

#### **Information about authors**

**Ludmila V. Lazarenko**, Candidate of Veterinary Sciences; Department of Animal Science; Perm Institute of the Federal Penitentiary Service; 125, Karpinskogo str., Perm, Russia; 614012; e-mail: lazarenko.mila2012@yandex.

УДК 591.465:599.74

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-105-111

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЛОВЫХ ОРГАНОВ САМКИ АМУРСКОГО ТИГРА

**Елена Николаевна Любченко, Ирина Павловна Короткова, Евгений Александрович Коротков**

*Приморская государственная сельскохозяйственная академия, Уссурийск*

**Аннотация.** В целях сохранения популяции и изучения болезней тигра амурского актуальным является исследование внутренних органов, так как их морфофункциональное состояние влияет на воспроизводство и эффективную адаптацию популяций к изменениям среды обитания. Работа проводилась в рамках научных исследований по изучению внутренних органов амурского тигра и других краснокнижных животных дальневосточного региона. Материал от таких животных поступает редко, поэтому объектом исследований стал труп трехлетней самки тигра амурского в хорошем физиологическом состоянии, поступивший для биологической экспертизы. Половые органы самок амурских тигров не изучались и нами были впервые определены топография, морфометрические показатели, абсолютные и относительные параметры половых органов самки амурского тигра в трехлетнем возрасте. Половые органы самки, по совокупности морфометрических показателей – наличию фолликулов в яичниках и отсутствию признаков беременности и родов, соответствуют возрасту половой зрелости животного. Левый рог матки длиннее правого на три сантиметра, а левый яичник незначительно больше по длине правого, при этом общая длина половых органов самки в трехлетнем возрасте составила одну треть от длины тела. Полученные данные позволяют правильно идентифицировать вид и возраст животного, что имеет неоценимое значение при проведении различного рода ветеринарных и биологических экспертиз.

**Ключевые слова:** самка тигра амурского, половые органы, морфометрия.

## MORPHOLOGICAL INDICATORS OF THE GENITAL ORGANS OF A FEMALE AMUR TIGER

**Elena N. Lyubchenko, Irina P. Korotkova, Evgeniy A. Korotkov**

*Primorskaya State Agricultural Academy, Ussuriysk*

**Abstract.** In order to preserve the Amur tiger population and investigate the Amur tiger diseases, the study of internal organs is relevant, since the morphofunctional state of internal organs affects the reproduction and effective adaptation of population to the changes of the environment. The work was carried out within the framework of scientific research on the study of the internal organs of the Amur tiger and other animals of the Far Eastern region, listed in Red Book. Material from such animals is rarely received, so the object of research was the carcass of a three-year-old female Amur tiger in good physiological condition, which was received for biological examination. The genital organs of female Amur tigers were not studied, and we first determined the topography, morphometric parameters, absolute and relative parameters of the genitals of a female Amur tiger at the age of three. The female's genitals, according to the totality of morphometric indicators – the presence of follicles in the ovaries and the absence of signs of pregnancy and childbirth, match the age of sexual maturity of the animal. The left horn of the uterus is longer than the right one by three centimeters, and the left ovary is slightly longer than the right one, while the total length of

the female's genitals at the age of three was one-third of the body length. The obtained data allow identifying the type and age of the animal in a correct way, which is invaluable in conducting various types of veterinary and biological examinations.

**Key words:** a female amur tiger, genital organs, morphometry.

**Введение.** На территории Дальнего Востока вследствие сокращения популяции тигра амурского (*Panthera tigris altaica*) стали разрабатываться подробные документы стратегического характера, направленные на сохранение, реабилитацию и реинтродукцию [10]. На сегодняшний день существует множество различных программ, действия которых ориентированы на сохранение популяции и изучение болезней тигра амурского, поэтому своевременным и актуальным является исследование внутренних органов, в частности, особенности половых органов самки, так как их морфофункциональное состояние влияет на воспроизводство и эффективную адаптацию популяций к изменениям среды обитания.

Жизнь тигра как индивида в связи с его значимостью для популяции можно подразделить на три стадии – стадия юности (до наступления половой зрелости), фертильная (самая важная для популяции) и старость (потеря фертильности). По данным исследований В. Г. Юдина (2009) [11], в сравнении с самцами, воспроизводственные функции самок формируются позднее. Для самки амурского тигра возраст 3,5–4 года является пороговым в становлении половой зрелости и фертильности. В этом возрасте они уже способны плодотворно спариваться. Такие особи выполняют важнейшую для существования популяции функцию – воспроизведение себе подобных.

Для изучения морфологических данных наиболее важными являются антропометрические, физиологические исследования, а в случае гибели животного – патологоанатомическое исследование [7].

Изучением внутренних органов крупных диких кошачьих, в том числе половых органов самцов и почек тигра амурского занималась Е. Н. Любченко (2012, 2019) [6;9]; изучением желудочно-кишечного тракта – И. П. Короткова (2018) [8]; органов сердечно-сосудистой системы

– Р. А. Жилин (2015) [3]; печени – Г. В. Иванчук (2019) [4]. Однако половые органы самок амурских тигров не изучались, и нами были впервые описаны половые органы самки амурского тигра в трехлетнем возрасте.

Цель представленной работы – установить относительные параметры половых органов самки амурского тигра в трехлетнем возрасте.

В задачи исследования вошли:

- определить возраст амурского тигра;
- определить топографию половых органов;
- определить морфометрические показатели половых органов;
- определить относительные величины половых органов.

Так как тигр амурский занесен в Красную книгу России, и материал поступает sporadически, объема для исследования недостаточно, описание данной системы органов проводилось в рамках научных исследований по изучению внутренних органов амурского тигра.

**Материалы и методы.** Материалом для исследования служил труп самки амурского тигра (*Panthera tigris altaica*) трехлетнего возраста, поступивший в Центр диагностики болезней животных Приморской государственной сельскохозяйственной академии, для проведения биологической экспертизы. Для определения возраста тигра амурского учитывалась степень выраженности видовых признаков, линейные и весовые показатели, известные литературные сведения (Юдин, 2009, Любченко и др., 2019) [11;7].

Патологоанатомическое вскрытие животных, извлечение, исследование и описание внутренних органов проводили по общепринятым методикам Н. С. Кухаренко и др. (2015) [5], Е. Н. Любченко и др. (2019) [7], А. В. Жарова (2013) [2]. Топографию половых органов определяли



по методикам, предложенным Дж. Бойд (1998) [1]. Линейные промеры тела и внутренних органов проводили при помощи гибкой ленты и штангенциркуля Shock-Proof. Отношение длины половых органов к длине тела определяли по пропорции в процентах [7]. Фотографировали фотоаппаратом Sony.

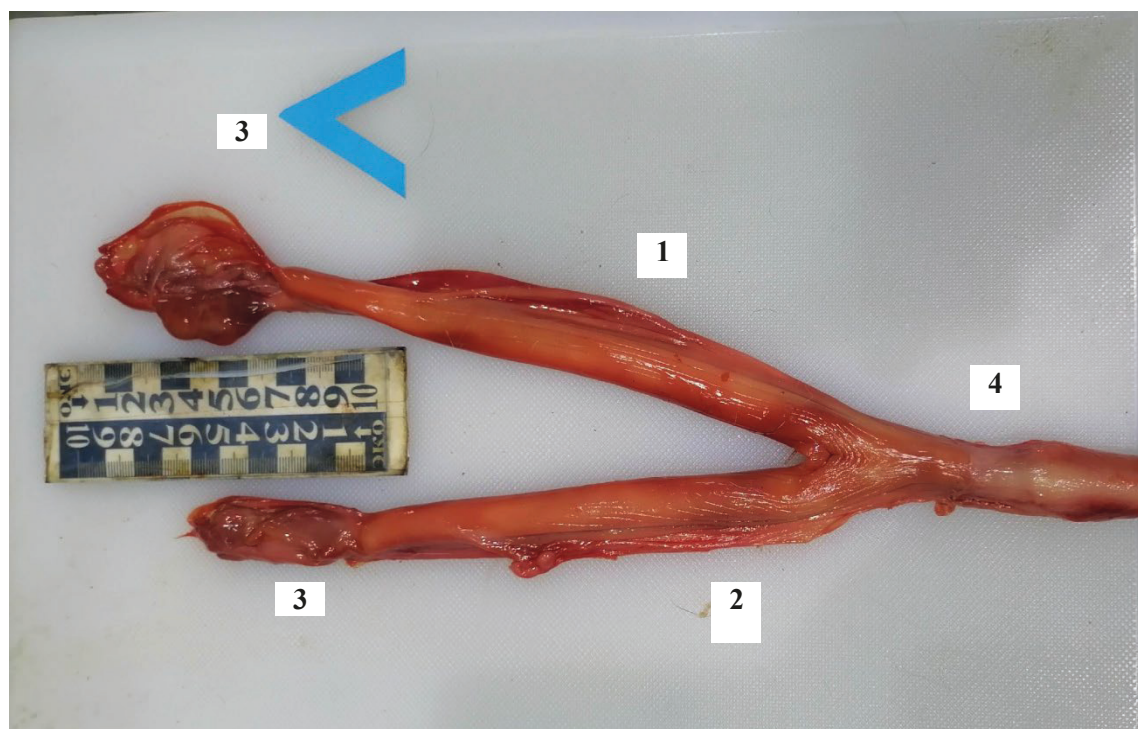
**Анализ результатов исследования.** При патологоанатомическом вскрытии выявлено, что у самки тигра амурского при наступившей половой зрелости, оплодотворения и родов не было. Патологических процессов, вызвавших изменения в половых органах не установлено, до момента наступления гибели животное находилось в хорошем физиологическом состоянии.

В процессе исследования трупа самки амурского тигра, нами определено: длина тела 123.0 см, масса тела 83.8 кг, ширина мякиша передней лапы – 8.3 см, длина верхнего клыка – 4.0 см. Клыки оформлены, апикальное отверстие у клыков и коренных зубов закрыто. По совокупности выраженности линейных и весовых показателей, в сравнении с литературными источниками, нами установ-

лено, что возраст самки амурского тигра составил три года.

При анатомо-топографическом исследовании установлено, что вульва расположена ниже ануса и отделена от него промежностью. Тело матки и шейка матки находились в тазовой полости, лежали на лонных костях, под прямой кишкой рядом с мочевым пузырем, который расположен вентрально от тела матки. Рога располагались по бокам от прямой кишки, при этом правый рог матки был прикрыт ободочной кишкой. Тело матки переходило в рога на границе между последним поясничным позвонком и крестцовой костью. Левый яичник располагался в поясничной области, в области каудального края левой почки, на уровне 4-го поясничного позвонка, а правый – на уровне 5–6 поясничных позвонков.

Вульва имела вид двух валиков, слизистая оболочка влагалища собрана в складки. Отверстие мочеиспускательного канала располагалось на нижней стенке преддверия вульвы. Матка, двурогая, многоплодная, представляла собой мышечный орган, состоящий из шейки матки, тела и парных рогов матки (Рис. 1).



**Рис. 1. Органы половой системы самки амурского тигра после препарирования**

1 – левый рог матки; 2 – правый рог матки; 3 – яичники; 4 – тело матки.

(Фото авторов)

Шейка матки толстостенная, короткая, своим вентральным участком сильно вдавалась во влагалище. Рога матки длинные, тонкие и прямые, расходились в виде римской цифры V, начинались от маточных труб, а ниже срастались в тело матки. Маточная труба представляла узкую, сильно извитую трубку, соединенную с рогом матки. Яичники, левый и правый, имели удлинненную и слегка сдавленную

с боков эллипсоидную форму, к трубному концу прикреплена воронка маточной трубы, а к маточному - собственная связка яичника. На поверхности левого яичника имелись возвышения двух созревающих фолликулов. Брыжейка яичника и яичниковая связка развиты хорошо. В таблице 1 представлены метрические показатели половых органов самки 3-летнего возраста.

Таблица 1

## Метрические показатели половых органов самки 3-летнего возраста

№	Наименование органа	Длина, см	Ширина, см
1	Влагалище	6.8	3.6
2	Тело матки	11.2	1.9
3	Рога матки, в том числе левый	19.4	1.9
	правый	15.7	1.3
4	Яичники, в том числе левый	6.1	3.1
	правый	5.8	3.0

Установив средние метрические параметры тела самки амурского тигра и половых органов, установили, что длина тела матки по отношению к длине тела составила 9.1%, при этом она занимает 1/11 часть от длины тела.

Длина тела матки с рогами (по длине левого рога) по отношению к длине тела составила 24.8%, при этом она занимают 1/4 часть от длины тела.

Относительная длина левого рога матки составила 15.7%, а правого -12.7%. При этом они занимали соответственно 1/6 и 1/8 части от длины тела.

Длина левого яичника по отношению к длине тела составила 4.95%, при этом он занимал 1/20 часть от длины тела, а относительная длина правого – 4.7%, и 1/21 часть от длины тела. Относительная длина половых органов, включая влагалище, матку и яичники, равна 35.3%, и занимала 1/3 часть длины тела.

**Выводы.** В ходе исследований нами установлено, что самка тигра амурского

находилась в возрасте трех лет. Тело матки расположено на лонных костях, переходит в рога на границе между последним поясничным позвонком и крестцовой костью, а под 4–6 поясничными позвонками находятся яичники. Морфометрические показатели половых органов самки соответствует возрасту половой зрелости животного, о чем свидетельствуют наличие фолликулов в яичниках и отсутствие признаков беременности и родов, что подтверждает выводы В. Г. Юдина о сроках половой зрелости. Анализируя показатели абсолютной длины тела и половых органов, установили, что относительная длина половых органов трехлетней самки амурского тигра, включая влагалище, матку и яичники, равна 35.3%, и занимает 1/3 часть длины тела. В дальнейшем, результаты научных исследований можно использовать в учебном процессе или научно-исследовательской деятельности, а также при проведении экспертизы объектов дикой флоры и фауны.

### Список литературы

1. Бойд, Дж. Топографическая анатомия собаки и кошки: цв. атлас / Дж. Бойд ; пер. с англ. – Москва : Скорпион, 1998. – 190 с.
2. Жаров, А. В. Патологическая анатомия животных : учебник / А. В. Жаров. – 2 изд., перераб. и доп. – Санкт – Петербург : Лань, 2013. – 608 с.
3. Жилин, Р. А. Морфометрические характеристики внутренних структур сердца амурского тигра в возрасте одного-трёх лет / Р. А. Жилин, И. П. Короткова // Вестник КрасГАУ. – 2015. – №12. – С. 220–226.
4. Иванчук, Г. В. Морфология печени тигра амурского / Г. В. Иванчук // Актуальные вопросы и инновационные технологии в ветеринарной медицине, животноводстве и природоохранном комплексе : матер. междунар. науч.-практ. конф., Уссурийск, 06–08 ноября 2019 г. – Уссурийск. – С. 159–162.
5. Кухаренко, Н. С. Патологическая анатомия. Органопатология: учеб.-метод. пособ. к лаб.-практ. занятиям / Н. С. Кухаренко, А. О. Федорова. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2015. – 38 с.
6. Любченко, Е. Н. Изменение морфологических показателей почек от веса и возраста амурского тигра / Е. Н. Любченко // Проблемы ветеринарной медицины и зооэкологии Российского и Азиатско-Тихоокеанского регионов: матер. I междунар. науч.-практ. конф., Благовещенск, 13–15 июня 2012 г. / Рос. акад. с.-х. наук [и др.] – Благовещенск : ДальГАУ, 2012.
7. Любченко, Е. Н. Морфометрические исследования диких кошачьих Дальнего Востока : учеб. пособ. / Е. Н. Любченко, И. П. Короткова, Г. В. Иванчук [и др.] – Уссурийск, Приморская гос. сельскохозяйств. академия», 2019. – 96 с.
8. Короткова, И. П. Топография желудочно-кишечного тракта тигра амурского в постэмбриональном периоде / И. П. Короткова, А. О. Федорова // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : тезисы докладов всероссийской науч.-практ. конференции, Благовещенск, 17 апреля 2019 г.. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ. – 78 с.
9. Особенности топографии органов мочеотделения у тигра амурского в позднем эмбриональном периоде / Е. Н. Любченко, И. Л. Камлия, Н. С. Кухаренко // Актуальные вопросы и инновационные технологии в ветеринарной медицине, животноводстве и природоохранном комплексе: материалы междунар. науч.-практ. конф. в 2-х ч. Часть II. / отв. ред. С. В. Иншаков. – Уссурийск : Приморская ГСХА.. – 2019. – С.170–173.
10. Стратегия сохранения амурского тигра в Российской Федерации. План действий на период до 2020 г. по реализации первоочередных мер по сохранению амурского тигра, определенных Стратегией сохранения амурского тигра в Российской Федерации / Министерство природных ресурсов и экологии РФ. – Москва : WWF России, 2010 г. – 102 с.
11. Юдин, В. Г. Тигр Дальнего востока России : монография / В. Г. Юдин, Е. В. Юдина ; Биолого-почвенный ин-т ДВО РАН. – Владивосток : Дальнаука, 2009. – 485 с.

### References

1. Bojd, Dzh. Topograficheskaja anatomija sobaki i koski: cv. atlas (Topographic anatomy of the dog and cat: col. atlas), Dzh. Bojd; per. s angl., Moskva, Skorpion, 1998, 190 p.
2. Zharov, A. V. Patologicheskaja anatomija zhivotnyh: uchebnik (Pathological anatomy of animals: textbook), A. V. Zharov, 2 izd., pererab. i dop., Sankt –Peterburg, Lan', 2013, 608 p.
3. Zhilin, R. A., Korotkova, I. P. Morfometricheskie harakteristiki vnutrennih struktur serdca amurskogo tigra v vozraste odnogo-trekh let (Morphometric characteristics of the internal structures of the Amur tiger heart at the age of one to three years), Vestnik KrasGAU, 2015, No 12, PP. 220-226.
4. Ivanchuk, G. V. Morfologija pecheni tigra amurskogo (The Amur tiger liver morphology), Aktual'nye voprosy i innovacionnye tehnologii v veterinarnoj medicine, zhivotnovodstve i prirodoohrannom komplekse: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Ussurijsk, 06–08 nojabrja 2019 g., PP.159-162.
5. Kuharenko, N. S., Fedorova. A. O. Patologicheskaja anatomija. Organopatologija: uchebno-metodicheskoe posobie k laboratorno-prakticheskim zanjatijam (Pathological anatomy. Organopathology: teaching aid for laboratory and practical exercises), Blagoveshhensk, izdatel'stvo Dal'GAU, 2015, 38 p.
6. Lyubchenko, Ye. N. Izmeneniye morfologicheskikh pokazateley pohek ot vesa i vozrasta amurskogo tigra (The changes in the morphological parameters of the kidneys on the weight and age of the Amur tiger) / Ye. N. Lyubchenko // Problemy veterinarnoy meditsiny i zoologii Rossiyskogo i Aziatsko-Tikhookeanskogo regionov: materialy I mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Blagoveshchensk, 13–15 iyunya 2012 g. / Ros. akad. s.-kh. nauk [i dr.] - Blagoveshchensk: Dal'GAU, 2012.
7. Lyubchenko, Ye. N., Korotkova, I. P., Ivanchuk, G. V. [et al.] Morfometricheskiye issledovaniya dikikh koshach'ikh Dal'nego Vostoka: uchebnoye posobiye (Morphometric studies of wild felines in the Far East: textbook), Ussuriysk, Primorskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya, 2019, 96 p.
8. Korotkova, I.P., Fedorova, A.O. Topografiya zheludochno-kishechnogo trakta tigra amurskogo v postembrional'nom periode (Topography of the Amur tiger gastrointestinal tract in the postembryonic period), Agropromyshlennyy kompleks: problemy i perspektivy razvitiya, Tezisy dokladov vserossiyskoy nauch.-prakt. konferentsii, Blagoveshchensk, 17 aprelya 2019 g., Blagoveshchensk, izdatel'stvo Dal'nevostochnogo GAU, 78 p.
9. Osobennosti topografii organov mocheotdeleniya u tigra amurskogo v pozdnem embrional'nom periode (Features of the topography of urinary organs in the Amur tiger in the late embryonic period), Ye.N. Lyubchenko, I.L. Kamliya, N. S. Kukharenko, Aktual'nyye voprosy i innovatsionnyye tekhnologii v veterinarnoy meditsine, zhivotnovodstve i prirodoohrannom komplekse: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., v 2-kh ch. Chast' II / Ussuriysk, FGBOU VO Primorskaya GSKHA. Otv. red. S.V. Inshakov, 2019, PP. 170–173.
10. Strategiya sokhraneniya amurskogo tigra v Rossiyskoy Federatsii. Plan deystviy na period do 2020 g. po realizatsii pervoocherednykh mer po sokhranenyu amurskogo tigra, opredelen-



nykh Strategiyei sokhraneniya amurskogo tigra v Rossiyskoy Federatsii, Ministerstvo prirodnikh resursov i ekologii RF. (Strategy for the conservation of the Amur tiger in the Russian Federation. The action plan for the period up to 2020 for the implementation of priority measures for the conservation of the Amur tiger, determined by the Strategy for the conservation of the Amur tiger in the Russian Federation, Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation), Moskva, WWF Rossii, 2010 g., 102 p.

11. Yudin, V.G., Yudina, Ye.V. Tigr Dal'nego vostoka Rossii: monografiya (The tiger of the Far East of Russia: monograph), Biologo-pochvennyy in-t DVO RAN, Vladivostok, Dal'nauka, 2009, 485 p.

© Любченко Е. Н., Короткова И. П., Коротков Е. А., 2021

#### **Информация об авторах**

**Любченко Елена Николаевна**, кандидат ветеринарных наук, доцент, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 692510 Приморский край, г. Уссурийск, ул. Блюхера, 44, E-mail: LyubchenkoL@mail.ru;

**Короткова Ирина Павловна**, кандидат ветеринарных наук, доцент Приморская государственная сельскохозяйственная академия», E-mail: Korotkovaira@mail.ru.

**Коротков Евгений Александрович**, обучающийся по специальности ветеринария, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, E-mail: ozzy\_98@mail.ru Ц

#### **Information about authors**

**Elena N. Lyubchenko**, Cand. Vet. Sci., Associate Professor; Primorskaya State Agricultural Academy; 44, Bliukhera str., Ussuriysk, Russia;; e-mail: LyubchenkoL@mail.ru;

**Irina P. Korotkova**, Cand. Vet. Sci., Associate Professor; Primorskaya State Agricultural Academy; e-mail: Korotkovaira@mail.ru;

**Evgeniy A. Korotkov**, Student of Specialist Program, Primorskaya State Agricultural Academy; e-mail: ozzy\_98@mail.ru. Ц

УДК 591.4

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-112-118

## АНАЛИЗ РАЦИОНА И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ У МОЛОЧНОГО СКОТА С РАЗЛИЧНЫМИ ФОРМАМИ ГИПОКАЛЬЦИЕМИИ

Никита Игоревич Максимов, Антон Павлович Лашин

*Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск*

**Аннотация.** Для того, чтобы выяснить причины возникновения и способы регулирования гипокальциемии у молочного скота, был поставлен опыт на животноводческой ферме в провинции Хэйлунцзян, где по принципу пар-аналогов было отобрано 30 коров голштинской породы с учетом конституции, экстерьера и объема лактации. В соответствии с уровнем кальция в крови и клиническими симптомами экспериментальные молочные коровы были разделены на следующие группы: контрольная группа (содержание кальция  $>2,20$  ммоль/л и здоровый скот без клинических симптомов), опытная группа 1 с признаками послеродовой гипокальциемии (содержание кальция  $<2,00$  ммоль/л с выраженными клиническими признаками), опытная группа 2 с признаками субклинической гипокальциемии (содержание кальция  $<2,00$  ммоль/л с отсутствием явных клинических симптомов), и для этих тестов исследовались кальций, паратиреоидный гормон, кровь крупного рогатого скота. Измерялись витамин D, фосфор, натрий, магний, калий, хлор, щелочная фосфатаза. Результаты показали, что концентрация кальция в плазме у всех экспериментальных животных имела очень значительную положительную связь с хлором, натрием и щелочной фосфатазой. В то же время прослеживалась очень значимая отрицательная связь с плазменным паратиреоидным гормоном ( $p<0,01$ ). Однако по сравнению с контрольной группой только группа с послеродовой гипокальциемией имеет значительные различия в концентрациях водорода, натрия и хлора в плазме ( $p<0,05$ ), по другим показателям достоверной разницы нет ( $p>0,05$ ). Таким образом, механизм гомеостаза кальция в крови у молочного скота играет определенную роль, но данный процесс способен проявлять свою активность не в полной мере.

**Ключевые слова:** молочный крупный рогатый скот, гипокальциемия, механизм регуляции кальция.

## DIET ANALYSIS AND COMPARATIVE ASSESSMENT OF BIOCHEMICAL INDICATORS OF BLOOD IN DAIRY CATTLE WITH VARIOUS FORMS OF HYPOCALCEMIA

Nikita I. Maksimov, Anton P. Lashin

*Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk*

**Abstract.** In order to find out the causes and methods of hypocalcemia regulating in dairy cattle, an experiment was set up on a livestock farm in Heilongjiang province, where 30 Holstein cows were selected according to the principle of analogous pairs, taking into account the constitution, exterior and lactation volume. According to the blood calcium level and clinical symptoms, the experimental dairy cows were divided into the following groups: control group (calcium content  $> 2.20$  mmol/L and healthy cattle without clinical symptoms), experimental group 1 with signs of postpartum hypocalcemia (calcium content  $< 2.00$  mmol/L with pronounced clinical signs), experimental group 2 with signs of subclinical hypocalcemia (calcium content  $<2.00$  mmol/L

with no obvious clinical symptoms), and for these tests calcium, parathyroid hormone, and bovine blood were examined. The Vitamin D, phosphorus, sodium, magnesium, potassium, chlorine, alkaline phosphatase were measured. The results showed that the plasma calcium concentration in all experimental animals had a very significant positive relationship with chlorine, sodium and alkaline phosphatase. At the same time, there was a very significant negative relationship with plasma parathyroid hormone ( $p < 0.01$ ). However, in comparison with the control group, only the group with postpartum hypocalcemia has significant differences in the concentrations of hydrogen, sodium and chlorine in plasma ( $p < 0.05$ ), there is no significant difference in other indicators ( $p > 0.05$ ). Thus, the mechanism of blood calcium homeostasis in dairy cattle plays a certain role, but this process is not fully capable of showing its activity.

**Key words:** dairy cattle; hypocalcemia; mechanism of calcium regulation.

Послеродовая гипокальциемия (молочная лихорадка) – заболевание, в основном молочного скота, характеризующееся пониженным уровнем кальция в крови. Это происходит после родов, в начале лактации, когда потребность в кальции для молозива и производства молока превышает способность организма мобилизовать кальций. На фоне этого возможно развитие признаков родового пареза и кетоза, сопровождающиеся снижением продуктивности молочного скота. В свою очередь, низкий уровень кальция может снизить чувствительность иммунных клеток к патогенным раздражителям, тем самым увеличивая вероятность развития инфекционных заболеваний, таких как мастит и эндометрит. Возможно уменьшение сокращения гладких мышц пищеварительного тракта, приводящее к угнетению подвижности рубца и сычуга [1]. Клинически, когда концентрация кальция в сыворотке крови молочного крупного рогатого скота менее 2 ммоль/л, и проявляются клинические признаки, то, как правило, говорят о клинической форме гипокальциемии. Если концентрация кальция в сыворотке крови выше 1,7 ммоль/л и меньше 2,2 ммоль/л., при отсутствии явных клинических симптомов, дойный скот оценивают, как больных субклинической формой гипокальциемии, однако этиология и механизм её регуляции до конца не изучены [2].

Целью данного эксперимента является установление биохимических факторов, связанных с регуляцией кальция при возникновении послеродовой гипокальциемии у молочного скота, таких как: паратиреоидный гормон, витамин D, фосфор, натрий, магний, калий, хлор, щелочная фосфатаза, что обеспечивает научно-теоретическую основу для дальнейшего выявления этиопатогенеза гипокальциемии у молочных коров и способов профилактики и лечения болезни в животноводческих комплексах.

**Материалы и методы исследования.** В эксперименте на животноводческой ферме в провинции Хэйлуцзян по принципу пар-аналогов было отобрано 30 коров голштинской породы с учетом конституции, экстерьера и объема лактации. В соответствии с уровнем кальция в крови и клиническими симптомами экспериментальные молочные коровы были разделены на следующие группы: контрольная группа (содержание кальция  $> 2,20$  ммоль/л и здоровый скот без клинических симптомов), опытная группа 1 – послеродовая гипокальциемия (содержание кальция  $< 2,00$  ммоль/л с выраженными клиническими признаками), опытная группа 2 – субклиническая гипокальциемия (содержание кальция  $< 2,00$  ммоль/л с отсутствием явных клинических симптомов). Группы животных, задействованных в эксперименте, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Состояние подопытных коров,  $M \pm m$ 

Группы животных	Количество голов	Возраст животных	Содержание кальция в крови (ммоль/л)
Контрольная	10	3 года 2 месяца	$2,2 \pm 0,11^{**}$
Опытная 1	10	3 года 2 месяца	$1,5 \pm 1,16^{**}$
Опытная 2	10	3 года 2 месяца	$2,0 \pm 0,10^{**}$

( $p > 0,05$ ) - \*, ( $p < 0,05$ ) - \*\*.

Перед проведением биохимических исследований сыворотки крови проводили оценку состава рациона, принятого на животноводческой ферме в провинции

Хэйлунцзян, с учетом содержания микроэлементов (таблица 2).

Таблица 2

## Состав рациона (в пересчете на сухое вещество), %

Состав рациона	Группы животных		
	Контрольная	Опытная группа 1	Опытная группа 2
Кукуруза	41,50	41,33	41,76
Пшеничные отруби	2,80	-	-
Рапсовый шрот	3,85	3,25	-
Барда кормовая	5,45	5,45	5,60
Соль поваренная	1,65	1,65	1,65
Пищевая сода	1,75	1,75	1,75
Премикс <sup>1</sup>	4,00	4,00	4,00
Кукурузный силос	39,00	40,78	43,24
<b>Питательные вещества</b>			
Чистая энергия	6,60	6,80	7,00
Сырой протеин	12,50	12,50	12,50
Кальций	0,6	0,6	0,6
Фосфор	0,4	0,4	0,3
NDF	32,46	31,30	30,85
ADF	20,83	20,46	20,32

1 кг премикса предоставляется на кг рациона: витамин А – 4300 МЕ, витамин Д – 3650 МЕ, витамин Е – 25 МЕ, медь – 8 мг, железо – 70 мг, марганец – 40 мг,

цинк – 60 мг, йод – 0,5 мг, селен – 0,1 мг, кобальт – 0,4 мг. Чистая энергия – это расчетное значение, другие – это измеренные значения.



Для проведения эксперимента у 30 молочных коров до приема корма из хвостовой вены брали 10 мл крови в день отела. Кровь стабилизировали 150 ЕД гепарина, центрифугировали со скоростью 3500 об/мин в течение 5 мин для отделения плазмы.

В качестве реактивов применяли гепариновый реагент-антикоагулянт Plasma Calcium Kit (651564-01, Германия Roche);

набор плазменных гормонов паращитовидных желез (166443-01, Германия Roche); набор плазменного витамина D (167728-01, German Roche S).

Обработку статистических данных проводили с помощью программы SPSS, с расчетом одностороннего дисперсионного и множественного корреляционного анализов.

**Таблица 3**

**Биохимический анализ плазмы крови молочного скота,  $M \pm m$**

<b>Показатели</b>	<b>Контрольная, n=10</b>	<b>Опытная 1, n=10</b>	<b>Опытная 2, n=10</b>
Паратиреоидный гормон (пг/мл)	33,6±33,52**	78,6±32,55**	47,8±34,61*
Витамин D (нг/мл)	25,8±20,71**	24,4±15,11**	18,2±17,30**
Фосфор (ммоль/л)	1,7±0,50**	1,7±0,68**	1,8±0,37**
Магний (ммоль/л)	0,8±0,08**	1,7±0,10**	1,7±0,13**
Калий (ммоль/л)	4,2±0,32**	4,0±0,30**	4,2±0,31**
Натрий (ммоль/л)	148,2±5,22*	133,6±12,29*	143,2±2,20*
Хлор (ммоль/л)	102,7±5,38*	92,2±7,61*	99,9±2,00*
Щелочная фосфатаза (МЕ/л)	90,0±25,16**	69,0±30,15**	77,3±27,22**

( $p < 0,05$ ) - \*, ( $p > 0,05$ ) - \*\*

Анализируя биохимический анализ плазмы крови молочного скота, можно отметить, что между контрольной и опытной группой 1 наблюдаются значительные различия показателей : паратиреоидный гормон, натрий и хлор ( $p < 0,05$ ), тогда как между контрольной и опытной группой 2 значимой разницы не наблюдалось ( $p > 0,05$ ). Содержание витамина D, фосфора, магния, калия и щелочной фосфатазы было практически аналогичным во всех трех исследуемых группах ( $p > 0,05$ ).

Следующим этапом проведения эксперимента было проведение корреляционного анализа биохимических показателей плазмы крови подопытных животных. Результаты всех протестированных образцов крови дойных коров были проанализированы с помощью программного обеспечения SPSS Multiple Corelation ANOVA методом анализа множественного коррелирования, данные представлены в таблице 4.

Таблица 4

## Результаты корреляционного анализа крови экспериментальных животных

Показатели	Кальций	Щелочная фосфатаза	Хлор	Натрий
Паратиреоидный гормон	-0.563	-0.467	-0.490	-0.460
Кальций	-	0.575	0.790	0.775
Щелочная фосфатаза	-	-	0.498	0.528
Калий	-	-	0.478	0.501
Хлор	-	-	-	0.967

Результаты таблицы 4 показали, что концентрация кальция в плазме крови значимо положительно коррелировала с натрием, хлором и щелочной фосфатазой ( $p < 0,01$ ) и значимо отрицательно коррелировала с паратиреоидным гормоном ( $p < 0,01$ ). Концентрация паратиреоидного гормона в плазме отрицательно коррелировала с натрием, хлором и щелочной фосфатазой, при этом корреляция была значимой ( $p < 0,05$ ). Концентрация К в плазме крови положительно коррелирует с натрием и хлором, среди которых корреляция с натрием чрезвычайно значима ( $p < 0,01$ ), а корреляция с хлором значима ( $p < 0,05$ ). Концентрация натрия в плазме положительно коррелирует с хлором и щелочной фосфатазой, что указывает на чрезвычайно значимую корреляцию ( $p < 0,01$ ). Концентрация хлора в плазме положительно коррелирует с щелочной фосфатазой, что также является значимой корреляцией ( $p < 0,01$ ).

Известно, что большое потребление кальция во время родов и секреция молока после родов вызывают большую потерю кальция в организме. Кроме того, стресс при доставке препятствует регуляции мозга и функции паращитовидных желез.

Механизм регуляции метаболизма кальция в организме взрослого организма не функционирует полностью, что делает дойных коров склонными к гипокальциемии, а затем приводит к развитию гипокальциемии [3].

В нашем эксперименте концентрация кальция в плазме крови молочного скота отрицательно коррелирует с концентрацией паратиреоидного гормона в плазме крови, то есть, когда концентрация кальция в крови молочных коров снижается, повышение концентрации паратиреоидного гормона указывает на то, что организм обладает эффектом адаптивной адаптации. Концентрация витамина D в плазме крови у молочного скота, вызванная кальцием, не увеличилась у коров с гипокальциемией, что указывает на то, что витамин D не оказывает своего физиологического воздействия. Однако конкретные причины требуют дальнейшего изучения. Когда концентрация кальция в крови у молочного скота снижается, кальций стимулирует рецепторы кальция на паращитовидных железах и увеличивает секрецию паратиреоидного гормона. В свою очередь паратиреоидный гормон стимулирует синтез 1,25-дигидроксивитамина D в печени и почках, тем самым увеличивая всасывание кальция в кишечнике, увеличивая высвобождение кальция из костей и всасывание кальция почечными канальцами, повышая концентрацию кальция в крови.

Исследования показали, что баланс анионов и катионов ( $\text{Na} + \text{K}$ ) - ( $\text{Cl} + \text{S}$ ) в корме в перинатальный период более важен, чем кальций в рационе при определении возникновения гипокальциемии. Высокий уровень хлора и натрия, низкий уровень натрия и калия в рационе могут уменьшить возникновение гипокальци-

емии [4]. В нашем эксперименте только натрий и хлор значительно различались между контрольной и опытными группами, и они положительно коррелировали с концентрацией кальция в плазме крови. Результаты показали, что при возникновении гипокальциемии у подопытных молочных коров содержание натрия, хлора и калия не повышались, а, наоборот, понижались, показывая изменения, несовместимые с литературными данными, что, в свою очередь, заслуживает дальнейшего исследования.

Магний и фосфор играют важную роль в регуляции баланса кальция. Mg – это вещество, которое определяет 1,25-дигидроксивитамин D в паратиреоидном гормоне и полимере. При низком уровне Mg почки и кости менее чувствительны к паратиреоидному гормону [5]. Повышение концентрации фосфора также может вызвать гипокальциемию. Хотя концентрация фосфора не связана напрямую с концентрацией кальция, все они связаны с  $PO_4$ , а  $PO$  напрямую регулируется 1,25-дигидроксивитамином D и косвенно регулируется отрицательной обратной связью паратиреоидного гормона/кальция. В нашем эксперименте разница в концентрации магния и фосфора существенно не различалась между тремя группами, и не было никакой корреляции с концентрацией кальция.

Щелочная фосфатаза – это класс ферментов, синтезируемых и секретируемых остеобластами, которые в основном происходят из костей и печени. Среди них щелочная фосфатаза, полученная из

костей, составляет от 40% до 75%. Следовательно, уровень щелочной фосфатазы в сыворотке крови представляет собой уровень щелочной фосфатазы в костях. Активность щелочной фосфатазы напрямую отражает активность остеобластов и статус образования кости [6].

В этом эксперименте, хотя содержание щелочной фосфатазы существенно не различалась между тремя группами, она значительно положительно коррелировала с концентрацией кальция в крови и значимо отрицательно коррелировала с паратиреоидным гормоном. Это указывает на то, что щелочная фосфатаза играет роль в формировании костей и регуляции кальция в крови.

#### Результаты исследования.

Таким образом, результаты проведенного опыта подтверждают, что молочный скот предрасположен к постнатальной и субклинической гипокальциемии в день отела. Мы считаем, что развитие гипокальциемии связано с недостаточностью кальция и фосфора в рационах сельскохозяйственных животных, с недостаточной функцией механизма регуляции метаболизма кальция в организме и его неспособностью удовлетворить потребность организма в кальции, а также с недостаточной квалификацией специалистов при составлении и анализе рационов в мелких хозяйствах. В целом, причины, по которым механизм регуляции кальция не функционирует в полной мере, должны быть, на наш взгляд, исследованы в дальнейшем.

#### Список литературы

1. Curtis, C. R., Erb, H. N., Sniffen, C. J., et al. Association of parturient hypocalcemia with eight periparturient disorders in Holstein cows [J]. J Am Vet Med Assoc., 1983, 183(5): 559–561.
2. Reinhardt, T. A., Lippolis, J. D., McCluskey, B. J., et al. Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds [J]. Vet J, 2011, 188 (1): 122–124.
3. Liamis, G., Milinis, H. J., Elisaf, M. A review of drug-induced hypocalcemia [J]. J Bone Miner Metab., 2009, 27(6): 635–642.
4. Carmeliet, G., van Cromphaut, S., Daei, E. et al. Disorders of calcium homeostasis [J]. Best Pract Res Clin Endocrinol Metab., 2003, 17 (4): 529–546.

5. De Garis, P. J., Lean, I. J. Milk fever in dairy cows: A review of pathophysiology and control principles [J]. Vet J, 2008, 176(1): 58–69.
6. Joyce, P. W., Sanchez, W. K., Goff, J. P. Effect of anionic salts in prepartum diets based on alfalfa [J]. J Dairy Sci., 1997, 80(11): 2866–2875.

### References

1. Curtis, C. R., Erb, H. N., Sniffen, C. J., et al. Association of parturient hypocalcemia with eight periparturient disorders in Holstein cows [J]. J Am Vet Med Assoc., 1983, 183(5): 559–561.
2. Reinhardt, T. A., Lippolis, J. D., McCluskey, B. J., et al. Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds [J]. Vet J, 2011, 188 (1): 122–124.
3. Liamis, G., Milinis, H. J., Elisaf, M. A review of drug-induced hypocalcemia [J]. J Bone Miner Metab., 2009, 27(6): 635–642.
4. Carmeliet, G., van Cromphaut, S., Daei, E., et al. Disorders of calcium homeostasis [J]. Best Pract Res Clin Endocrinol Metab., 2003, 17 (4): 529–546.
5. De Garis, P. J., Lean, I. J. Milk fever in dairy cows: A review of pathophysiology and control principles [J]. Vet J, 2008, 176 (1): 58–69.
6. Joyce, P. W., Sanchez, W. K., Goff, J. P. Effect of anionic salts in prepartum diets based on alfalfa [J]. J Dairy Sci., 1997, 80(11): 2866–2875.

© Максимов Н. И., Лашин А. П., 2021

### Информация об авторах

**Максимов Никита Игоревич**, д-р с.-х. наук., старший преподаватель кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, эпизоотологии и микробиологии факультета ветеринарной медицины Дальневосточного ГАУ; 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, e-mail: ums@dalgau.ru.

**Лашин Антон Павлович**, канд. биол. наук., доцент кафедры патологии, морфологии и физиологии факультета ветеринарной медицины Дальневосточного ГАУ; 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86.

### Information about authors

**Nikita I. Maksimov**, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Lecturer of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise, Epizootology and Microbiology of the Faculty of Veterinary Medicine; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnikeskaya, Blagoveshchensk, Amur region, Russia; 675005.

**Anton P. Lashin**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Pathology, Morphology and Physiology of the Faculty of Veterinary Medicine; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnikeskaya, Blagoveshchensk, Amur region, Russia; 675005.



УДК 619:612.1

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-119-125

## РЕАКЦИЯ ГРАНУЛОЦИТАРНОГО РОСТКА КРОВЕТВОРЕНИЯ ПРИ СТРЕССЕ И ЕГО КОРРЕКЦИИ

**Анастасия Олеговна Фёдорова**

*Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск*

**Резюме.** При воздействии стресса-фактора в разный период длительности стресс-реакции прослеживаются соответствующие ответные реакции организма, связанные со стадиями развития стресса. Наиболее активный выброс клеток гранулоцитопоза при холодовом стрессе у крыс наблюдается у животных с использованием нейролептика «Аминазин».

**Аннотация.** При разведении, содержании и выращивании сельскохозяйственных животных существуют различные технологические особенности, вызывающие развитие стрессовых состояний, поэтому для животных, постоянно подвергающихся стрессу, наиболее важными являются вторичные иммунодефициты приобретенного характера, характеризующиеся снижением функции иммунной системы и неспецифических факторов защиты. Стресс оказывает ярко выраженное угнетающее воздействие на иммунокомпетентные органы, на этом фоне вторичные иммунодефициты протекают с преимущественным нарушением Т-клеточного звена иммунитета и в основном в хронической форме.

Цель – изучить реакцию гранулоцитарного ростка кроветворения красного костного мозга на воздействие стресс-фактора и его коррекцию.

Материал и методы. Исследования проводили в условиях лаборатории патоморфологии Дальневосточного государственного аграрного университета на беспородных белых крысах – самках, 11–12 месячного возраста. Первой опытной группе скармливали с кормом пробиотический препарат «Интестевит». Животным второй опытной группы применяли нейролептический препарат «Аминазин». Животных третьей опытной группы подвергали холодовому стрессу без каких-либо препаратов.

Результаты исследования. При воздействии стресса-фактора в разный период длительности стресс-реакции прослеживаются соответствующие ответные реакции организма, связанные со стадиями развития стресса. У животных, получавших «Аминазин», при воздействии стресс-фактора наблюдается более активная ответная реакция организма, проявляющаяся незначительным снижением количественного состава клеток гранулоцитарного ряда в сравнении с реакцией животных других групп. Наиболее активный выброс клеток гранулоцитопоза при холодовом стрессе у крыс наблюдается у животных с использованием нейролептика «Аминазин». Воздействие стресс-фактора без применения каких-либо препаратов вызывает резкое угнетение гранулоцитопоза, а, значит, подавляет иммунную реакцию организма. При коррекции стресса пробиотическим препаратом «Интестевит» в организме крыс снижается гранулоцитарная активность без критических изменений.

**Ключевые слова:** холодовой стресс, красный костный мозг, гранулоцитопоз, крысы.

## RESPONSE OF BLOOD-FORMING GRANULOCYTIC LINEAGE UNDER STRESS AND ITS CORRECTION

Anastasiya O. Fyodorova

*Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk*

**Abstract.** When breeding, keeping and raising farm animals, there are various technological features that cause the development of stressful conditions. Therefore, the secondary immunodeficiency of an acquired nature, characterized by a decrease in the immune system function and non-specific defense factors is very important for animals that are constantly subjected to stress. Stress has a strongly marked inhibitory effect on immunocompetent organs. On this background, the secondary immunodeficiency occurs with preferential violation of the T-cell link of immunity, and mainly in chronic form. The aim is to study the response of the hematopoietic granulocytic lineage of red bone marrow to the effects of stress factor and its correction. Material and methods. The studies were carried out in the conditions of the pathomorphology laboratory of the Far Eastern State Agrarian University on the female infertile white rats of 11-12 months of age. The probiotic drug “Intestevit” was fed with food in the first experimental group. The animals of the second experimental group were treated with the antipsychotic drug “Aminazin.” The animals of the third test group were exposed to cold stress without any preparations. Results of the study. When the stress factor is exposed to different periods of the duration of the stress reaction, the corresponding body responses associated with the stages of stress development are traced. In animals treated with “Aminazin”, when exposed to stress factor, a more active body response is observed, manifesting a slight decrease in the quantitative composition of granulocyte cells compared to the reaction of animals of other groups. The most active release of granulocytopoiesis cells in cold stress in rats is observed in animals using the neuroleptic “Aminazin”. Exposure to stress without the use of any drugs causes a sharp inhibition of granulocytopoiesis, which means it suppresses the body’s immune response. The granulocytic activity in the body of rats is reduced without critical changes when correcting stress with the probiotic drug “Intestevit”.

**Key words:** cold stress, red bone marrow, granulocytopoiesis, rats.

**Введение.** При разведении, содержании и выращивании сельскохозяйственных животных существуют различные технологические особенности, вызывающие развитие стрессовых состояний, на фоне которых в организме животных происходит угнетение иммунной системы, снижение естественной резистентности и возникновение иммунодефицитов [1]. Иммунодефициты представляют собой патологическое состояние организма, при котором отмечается пониженный иммунный ответ на действие антигенов или его отсутствие. Для сельскохозяйственных животных наиболее важными являются вторичные иммунодефициты приобретенного характера, характеризующиеся снижением функции иммунной системы и неспецифических факторов защиты.

Некоторые авторы считают, что у сельскохозяйственных животных возникновение различных патологий незаразной этиологии напрямую связано с технологическими издержками (стрессами) при их выращивании [4]. Доказано, что организм животных особенно чувствителен к стрессам в первые 3–4 месяца жизни, а материнский организм – в последний период плодоношения и первые 2–3 месяца после родов [2]. Вторичные иммунодефициты протекают с преимущественным нарушением Т-клеточного звена иммунитета и в основном в хронической форме [5].

Стресс оказывает ярко выраженное угнетающее воздействие на иммунокомпетентные органы, и вызывает значительное снижение массы тимуса [3,6,7].

Из гранулоцитарного ростка кроветворения образуются эозинофилы, нейтрофилы и базофилы, которые являются важными структурами иммунитета организма и составляют лейкоциты крови. Клетки гранулоцитарного ростка уничтожают микроорганизмы, разрушают и переваривают поврежденные клетки и ткани, обладают регуляторной (гомеостатической), защитной и иммунорегуляторной функциями. Лейкоцитоз в периферической крови характерен не только при каком-либо заболевании, но и может нести физиологический характер, например, после приема пищи или при стрессе. Реакция гранулоцитарного ростка красного костного мозга на воздействие стресс-факторов является чувствительным показателем стресса, которую важно учитывать при разработке схем лечения и профилактики болезней, возникающих на фоне воздействия на организм различных стресс-факторов [9,10].

В ветеринарной практике для профилактики стрессов у животных используют различные группы фармакологических препаратов, действие которых направлено на снижение влияния стресса путем угнетения нервной системы. По истечении срока своего действия такие препараты могут оставлять нежелательный, негативный след в виде нарушения нервной деятельности [7]. В последнее время во избежание пагубных воздействий на организм животных используют препараты, обладающие адаптогенными свойствами,

способствующими снижению нагрузки на организм животного во время воздействия стресс-фактора, к ним относятся и пробиотические препараты.

Цель – изучить реакцию гранулоцитарного ростка кроветворения красного костного мозга на воздействие стресс-фактора и его коррекцию.

**Материал и методы.** Исследования проводили в условиях лаборатории патоморфологии Дальневосточного государственного аграрного университета на беспородных белых крысах – самках, 11–12 месячного возраста, содержащихся в одинаковых условиях вивария, с соблюдением адекватного питания, температурных факторов, освещённости, влажности помещения. Доступ к воде не ограничен. Крыс разделили на 3 группы – по 9 животных в каждой. За пять дней до эксперимента отобранные группы крыс помещены в соответствующие клетки для привыкания. Для нахождения физиологической нормы количественного состава клеток красного костного мозга у крыс предварительно были отобраны 9 клинически здоровых крыс также из учебного вивария по тем же параметрам, что и экспериментальные животные. Экспериментальных животных после привыкания в течение 8 суток помещали в морозильную камеру марки «STINOL» при температуре от -13°C до -150C на 3 часа. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1

Схема опыта

Группы	Схема опыта
Опытная группа 1 (O <sub>1</sub> )	Холодовой стресс 3 часа ежедневно в течение 8 суток. Пробиотический препарат «Интестевит» 0,2 г на 1 голову с кормом ежедневно в течение 10 дней до стресса и непосредственно в день перед стрессом.
Опытная группа 2 (O <sub>2</sub> )	Холодовой стресс 3 часа ежедневно в течение 8 суток. Аминазин 2,5% р-р двукратно - 1 мг/кг в/м за 12 часов до стресса и непосредственно перед стрессом.
Опытная группа 3 (O <sub>3</sub> )	Холодовой стресс 3 часа ежедневно в течение 8 суток.

Убой животных проводили на 1, 3 и 8 сутки от начала эксперимента. Красный костный мозг извлекали из грудины, мазки изготавливали по общепринятой методике и окрашивали по Майн-Грюнвальду и по Гимза. Микроскопировали мазки в цифровом монокулярном микроскопе марки Levenhuk (Левенгук) при увеличении 40-1600 крат, окуляр 10, объектив 40. Математическую обработку полученных цифровых результатов проводили по методике С. Б. Стефанова и Н. С. Кухаренко

(1989) [8]. Для определения доверительного интервала использовали таблицу Р. Б. Стрелкова.

Анализ и обсуждение результатов исследования. Минимальное значение клеток гранулоцитарного роста красного костного мозга составляет в процентном соотношении  $36,80 \pm 0,16\%$ , а максимальное -  $38,00 \pm 0,16\%$ . Реакция гранулоцитарного роста кроветворения при стрессе представлена в таблице 2 и на рисунке 1.

Таблица 2

Реакция гранулоцитарного роста кроветворения при стрессе,  $n=27$ ;  $M \pm m$ ; %

Дни эксперимента	Норма	«O <sub>1</sub> »	«O <sub>2</sub> »	«O <sub>3</sub> »
Первый	36,8- 38,0	30,7 $\pm$ 0,22	34,6 $\pm$ 0,12	28,0 $\pm$ 0,08
Третий		27,3 $\pm$ 0,06	37,3 $\pm$ 0,1	24,7 $\pm$ 0,08
Восьмой		26,6 $\pm$ 0,12	35,3 $\pm$ 0,08	31,1 $\pm$ 0,10

На первый день эксперимента при остром стрессе наиболее интенсивное снижение количества клеток гранулоцитарного роста на 8,8% ниже нижней границы физиологической нормы наблюдалось в третьей опытной группе. Наименьшее снижение данного показателя (на 2,2%) выявлено во второй опытной группе с применением нейрорептика «Аминазин»,

тогда как у животных, получавших пробиотический препарат, показатель снизился на 6,1% в сравнении с физиологической нормой. Снижение гранулоцитопоза у животных во всех группах указывает на торможение работы иммунной системы, причем в третьей группе это выражено сильнее.

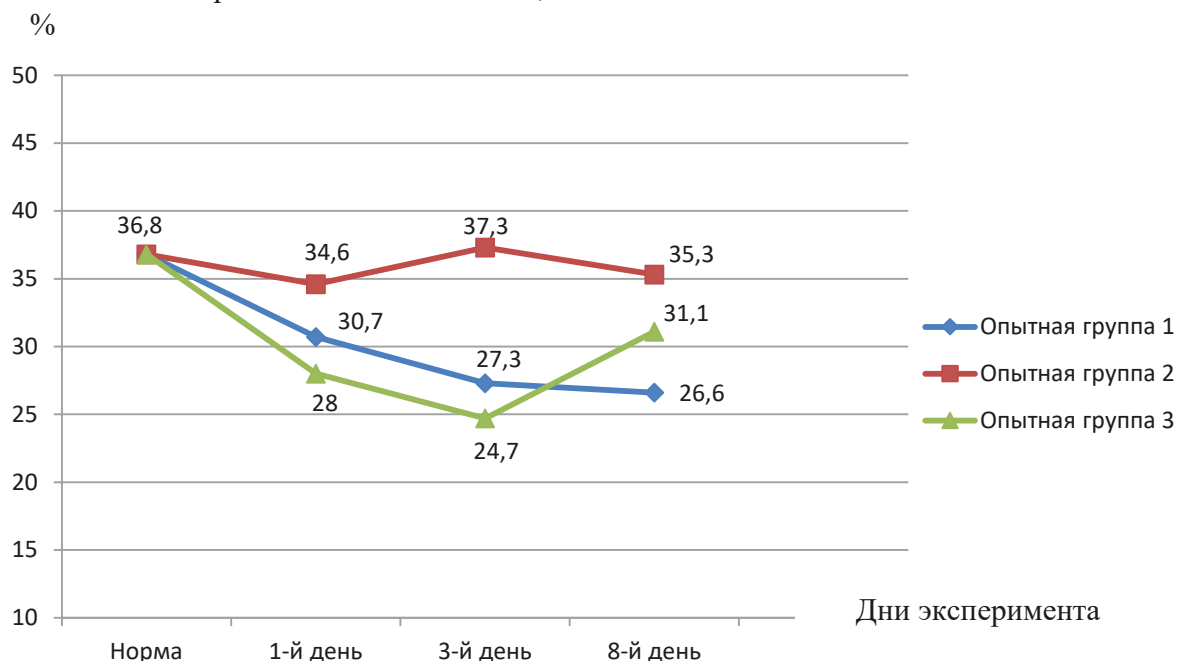


Рис. 1. Динамика реакции клеток гранулоцитопоза при стрессе, %.



На третий день воздействия стресса в гранулоцитопозе наблюдалось дальнейшее снижение показателя, особенно сильно это выражено (на 12,1%) в третьей опытной группе, менее интенсивно (на 9,5%) - у крыс, получавших пробиотический препарат «Интестевит». У животных, получавших нейролептический препарат «Аминазин», количество клеток гранулоцитопоза возросло до пределов физиологической нормы и достигло 37,3%.

На восьмой день воздействия стресс-фактора у животных во всех группах показатели клеточного состава гранулоцитопоза находились ниже границы физиологической нормы. Наименьшее снижение данного показателя (на 1,5%) обнаружено у животных второй опытной группы, получавших нейролептик «Аминазин». В третьей опытной группе отмечено улучшение динамики гранулоцитопоза по сравнению с третьим днем на 2,9%, но нижней границы физиологической нормы данный показатель так и не достиг, он меньше на 5,7%. У животных, получавших пробиотический препарат «Интестевит», на восьмые сутки прослеживалось дальнейшее снижение выработки клеток гранулоцитарного ростка на 10,2% от нижней границы физиологической нормы.

Изучив динамику гранулоцитопоза, можно сделать вывод, что при воздействии стресс-фактора в разный период длительности стресс-реакции прослеживаются соответствующие ответные реакции организма, связанные со стадиями развития стресса. У животных, получавших «Аминазин», при воздействии стресс-фактора наблюдается более активная ответная реакция организма, проявляющаяся незначительным снижением количественного состава клеток гранулоцитарного ряда в сравнении с реакцией животных других групп.

### Выводы

Наиболее активный выброс клеток гранулоцитопоза при холодовом стрессе у крыс наблюдается у животных с использованием нейролептика «Аминазин».

Воздействие стресс-фактора без применения каких-либо препаратов вызывает резкое угнетение гранулоцитопоза, а, значит, подавляет иммунную реакцию организма.

При коррекции стресса пробиотическим препаратом «Интестевит» в организме крыс снижается гранулоцитарная активность без критических изменений.

### Список литературы

1. Брайт, Д. Стресс. Теории, исследования, мифы / Д. Брайт, Ф. Джонс. – Санкт-Петербург : Прайм-Еврознак, 2003. – 352 с.
2. Баева, Е. В. Функциональное состояние клеточных факторов иммунитета у стельных коров в норме и при действии стресс-факторов / Е. В. Баева // Сельскохозяйственная биология. – 1990. – №6. – С. 145–150.
3. Кириллов, Н. А. Клеточные структуры органов иммунитета при действии стрессового фактора / Н. А. Кириллов, А. И. Волкова // Вестник ТГПУ. – 2009. – Вып. 11 (89). – С. 213–216.

4. Мищенко, В. А. Особенности иммунодефицитов у крупного рогатого скота / В. А. Мищенко, Н. А. Яременко, А. В. Кононов, В. В. Думова // Ветеринария. – 2006. – № 11. – С. 17–20.
5. Мищенко, В. А. Влияние физиологического и иммунобиологического статуса крупного рогатого скота на уровень поствакционного иммунитета / В. А. Мищенко, А. В. Кононов, А. В. Мищенко, В. В. Думова [и др.] // Ветеринария Кубани. – 2008. – №2. – URL : [http://vetkuban.com/num2\\_20083.html](http://vetkuban.com/num2_20083.html) (дата обращения: 14.03.2021).
6. Плященко, С. И. Стрессы у сельскохозяйственных животных // С. И. Плященко, В. Т. Сидоров. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 95 с.
7. Порядин, Г. В. Стресс и патология. Методическая разработка для самостоятельной работы студентов лечебного и педиатрического факультетов. / Г. В. Порядин, Л. И. Зеличенко ; под ред. Г. В. Порядина. – Москва : РГМУ, 2009 – 23 с.
8. Стефанов, С. Б. Ускоренный способ количественного сравнения морфологических признаков : науч.-метод. рекомендации / С. Б. Стефанов, Н. С. Кухаренко. – Благовещенск : Амурполиграфиздат, 1988. – 34 с.
9. Топурия, Г. М. Иммунодефицитные состояния и их коррекция у крупного рогатого скота в условиях экологического неблагополучия : дис. на соиск. учен. степ. д-ра биол. наук : 16.00.02 / Топурия Гоча Мирианович. – Оренбург, 2003. – 403 с.
10. Топурия, Г. М. Показатели иммунного статуса телочек при применении гермивита / Г. М. Топурия, Л. Ю. Топурия, И. А. Рубинский // Ветеринария. – 2011. – № 4. – С. 12–14.

### References

1. Brait, D., Dzhons, F. Stress. Teorii, issledovaniia, mify (Stress. Theories, studies, myths), Sankt-Peterburg, Praim-Evroznak, 2003, 352 p.
2. Baeva, E. V. Funktsional'noe sostoianie kletochnykh faktorov immuniteta u stel'nykh korov v norme i pri deistvii stress-faktorov (The functional state of cellular factors of pregnant cows immunity in normal conditions under the influence of stress-factors), Sel'skokhoziaistvennaia biologii, 1990, No 6, PP. 145-150.
3. Kirillov, N. A., Volkova, A. I. Kletochnye struktury organov immuniteta pri deistvii stressovogo faktora (Cellular structures of immunity organs under the influence of stress factor), Vestnik TGPU, 2009, Vyp.11 (89), PP. 213-216.
4. Mishchenko, V. A., Iaremenko, N. A., Kononov, A. V., Dumova, V. V. Osobennosti immunodefitsitov u krupnogo rogatogo skota (Features of immunodeficiencies in cattle), Veterinariia, 2006, No 11, PP. 17–20.
5. Mishchenko, V. A., Kononov, A. V., Mishchenko, A. V., Dumova, V. V. [i dr.] Vliianie fiziologicheskogo i immunobiologicheskogo statusa krupnogo rogatogo skota na uroven' postvaktzionnogo immuniteta (The influence of the physiological and immunobiological status of cattle on the level of post-delivery immunity), Veterinariia Kubani, 2008, No 2, URL: [http://vetkuban.com/num2\\_20083.html](http://vetkuban.com/num2_20083.html) (data obrashcheniia: 14.03.2021).

6. Pliashchenko, S. I., Sidorov, V. T. Stressy u sel'skokhoziaistvennykh zhivotnykh (Stresses in farm animals), Moskva, Agropromizdat, 1987, 95 p.
7. Poriadin, G. V. Stress i patologii. Metodicheskaya razrabotka dlia samostoiatel'noi raboty studentov lechebnogo i pediatricheskogo fakul'tetov. [Tekst] (Stress and pathology. Methodological development for the independent work of students of medical and pediatric faculties), G. V. Poriadin, L. I. Zelichenko, pod red. G. V. Poriadina, Moskva, RGMU, 2009, 23 p.
8. Stefanov, S. B., Kukhareno, N. S. Uskorennyi sposob kolichestvennogo sravneniia morfologicheskikh priznakov: nauch.-metod. rekomendatsii (Accelerated method of quantitative comparison of morphological features: scientific method. recommendations), Blagoveshchensk, Amurpoligrafizdat, 1988, 34 p.
9. Topuriia, G. M. Immunodefitsitnye sostoianiia i ikh korrektsiia u krupnogo rogatogo skota v usloviakh ekologicheskogo neblagopoluchiia (Immunodeficiency states and their correction in cattle in conditions of ecological disadvantage), dis. na soisk. uchen. step. d-ra biol. nauk: 16.00.02, Topuriia Gocha Mirianovich, Orenburg, 2003, 403 p.
10. Topuriia, G. M., Topuriia, L. Iu., Rubinskii, I. A. Pokazateli immunnogo statusa telochek pri primeneni germivita (Indicators of the immune status of calves during the change of germivitis), Veterinariia, 2011, No 4, PP. 12-14.

© Фёдорова А. О., 2021

#### **Информация об авторах**

**Федорова Анастасия Олеговна**, кандидат биологических наук, доцент, кафедра патологии, морфологии и физиологии, факультет ветеринарной медицины и зоотехнии Дальневосточного государственного аграрного университета (675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86.), e-mail: [anfedka@list.ru](mailto:anfedka@list.ru).

#### **Information about authors**

**Anastasiya O. Fyodorova**, Cand. Biol. Sci., Associate Professor; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnikeskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; 675005; e-mail: [anfedka@list.ru](mailto:anfedka@list.ru)

**ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ****PROCESSES AND MACHINERY OF AGRO-ENGINEERING SYSTEMS**

УДК 631.37

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-126-130

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛНОЙ МАССЫ ГРУЗОНЕСУЩИХ ПРИЦЕПОВ  
ТРАКТОРНО-ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТА СНАБЖЕННОГО  
ДОГРУЖАЮЩИМ ТЯГОВО-СЦЕПНЫМ УСТРОЙСТВОМ****Юрий Александрович Гуськов, Андрей Александрович Галынский***Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск*

**Аннотация.** В современном сельскохозяйственном производстве существенно вырос объём транспортной работы, который выполняется тракторно-транспортными агрегатами. Это стало возможным благодаря переоснащению аграрного производства тракторами-тягачами отечественного и зарубежного производства с расширенными функциональными возможностями. В этих условиях важное значение приобретают вопросы рационального комплектования и использования тракторно-транспортных агрегатов. Расчеты показывают, что тяговые возможности тракторов-тягачей на транспортных работах могут быть реализованы при условии применения специальных устройств, обеспечивающих догрузку ведущих колес тракторов-тягачей. Особый интерес представляют устройства, установка которых не требует вмешательства в конструкцию трактора-тягача. В работе предложено аналитическое выражение для определения полной массы грузонесущих прицепов тракторно-транспортного поезда, снабженного догружающим ТСУ (тягово-сцепным устройством). Проведена оценка возможного прироста полной массы экспериментального тракторно-транспортного агрегата и величины догружающего усилия при движении по асфальту, грунтовой дороге и стерне. Применение тракторно-транспортного агрегата с ТСУ по сравнению с базовым, составленным из двух прицепов, позволяет обеспечить прирост полной массы грузонесущих прицепов поезда от 0,5 до 4,0 т. Результаты теоретических расчетов были подтверждены экспериментально путем регистрирования значений усилий на прицепном крюке трактора-тягача опытного тракторно-транспортного агрегата при перемещении по трем поверхностям движения.

Установлено, что экспериментальный тракторно-транспортный агрегат с догружающим ТСУ при загрузке до паспортной грузоподъемности прицепов из-за улучшения тягово-сцепных свойств обладает лучшей проходимостью при неблагоприятных дорожно-климатических условиях, так как имеет запас увеличения полной массы грузонесущих прицепов поезда при движении по асфальтовому покрытию на 12,9 %, грунтовой дороге – на 16,9 %, стерне – на 21,3 %.

**Ключевые слова:** догружающее усилие, тягово-сцепное устройство, тракторно-транспортный агрегат, прицеп, тракторный поезд, грузоподъемность.

**DETERMINATION OF THE TOTAL WEIGHT OF LOADING TRAILERS OF THE  
TRACTOR-TRANSPORT UNIT EQUIPPED WITH AN ADDITIONAL TOWING  
HITCHING DEVICE****Yuriy A. Guskov, Andrey A. Galynskiy***Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk*



**Abstract.** In modern agricultural production the volume of transport work, which is carried out by tractor-transport units has significantly increased. This became possible due to the re-equipment of agricultural production with traction-tractors of domestic and foreign production with expanded functionality. In these conditions the issues of rational equipment and the use of tractor-transport units are of great importance. Calculations show that the traction capabilities of traction-tractors in transport operations can be realized when special devices, which provide additional loading of the driving wheels of traction-tractors are applied. The devices, where installation does not require intervention in the design of the traction-tractor are of particular interest. The paper proposes an analytical expression for determining of the total mass of the load-carrying trailers of a tractor-transport train equipped with an additional loading towing hitch. An assessment of the possible increase in the total mass of the experimental tractor-transport unit and the value of the additional loading force when driving on asphalt, dirt road and stubble is carried out. The use of a tractor-transport unit with a trailer hitch, in comparison with the basic aggregate, made up of two trailers, makes it possible to ensure an increase in the total mass of the load-carrying trailers of the train from 0.5 to 4.0 tons. The results of theoretical calculations were confirmed experimentally by registering the values of the forces on the hook of the traction-tractor of the experimental tractor-transport unit when moving on three surfaces of movement. It has been established that an experimental tractor-transport unit with an additional towing hitch when loading up to the rated carrying capacity of trailers has better cross-country ability under unfavorable road and climatic conditions due to improved traction and coupling properties, since it has a margin of increase in the total mass of load-carrying trailers trains when moving on asphalt pavement by 12.9%, unpaved road - by 16.9%, stubble - by 21.3%.

**Key words:** additional loading force, towing hitch, tractor-transport unit, trailer, tractor-transport train, lifting capacity.

**Введение.** Задача повышения производительности в агропромышленной отрасли на основе последовательного осуществления мероприятий по комплексной механизации тесно связана с ростом объема транспортной работы, существенная доля которой направлена на реализацию технологических процессов возделывания и уборки сельскохозяйственных культур. При этом средний объем перевозимых сельскохозяйственных грузов составляет от 20 до 60 тонно-километров на каждый гектар пашни.

В структуре затрат предприятия на выполнение сельскохозяйственных работ на погрузочные и транспортные работы приходится до 40% от стоимости механизированных работ, а затраты труда и энергии при этом могут составлять до 50% [4]. По данным ВИМ, в зависимости от интенсивности производства сельскохозяйственных работ и зоны использования тракторно-транспортных агрегатов нормативная потребность в транспортной технике в условных единицах составляет от 0,5 до 1,25 на каждые 100 га пашни [5].

Использование трактора-тягача в агрегате с несколькими прицепами позволяет увеличить суммарную грузоподъемность тракторно-транспортного поезда и даже при некотором снижении скорости передвижения обеспечить увеличение его производительности [6]. Известно, что допустимая полная масса грузовых емкостей при перемещении тракторно-транспортного агрегата ограничивается сцеплением движителей с поверхностью движения, с одной стороны, и максимальной движущей силой на колесах тягача, с другой [3].

На рисунке 1 схематично представлен тракторно-транспортный агрегат, снабженный догружающим тягово-сцепным устройством (ТСУ) [1]. ТСУ позволяет увеличить сцепную массу трактора-тягача. Эффект увеличения сцепной массы достигается за счет возникающей на прицепном крюке трактора-тягача вертикальной составляющей  $N$  от усилия  $P$ , необходимого для перекачивания второго прицепа при движении и передаваемого через тяговый трос прицепному устройству трактора-тягача.

**Цель работы** – получить аналитическое выражение для определения полной массы грузонесущих прицепов тракторно-транспортного агрегата с догружающим тягово-сцепным устройством.

**Методы исследований.** В транспортном положении дышло первого прицепа располагается горизонтально и если пренебречь перераспределением массы на движители возникающее от крюкового усилия и от касательного момента на ведущих колесах, то максимальную движущую силу  $T_\phi$ , развиваемую трактором-тягачом по условию сцепления движителей с дорогой, можно будет определить по формуле [2]:

$$T = \varphi(G_{\text{сц}} + kN) = k(G_T a/L + kN) \quad (1)$$

где  $\varphi$  – коэффициент сцепления движителей с дорогой;

$G_{\text{сц}}$  – сцепная масса трактора-тягача;

$G_T$  – полная масса трактора-тягача;

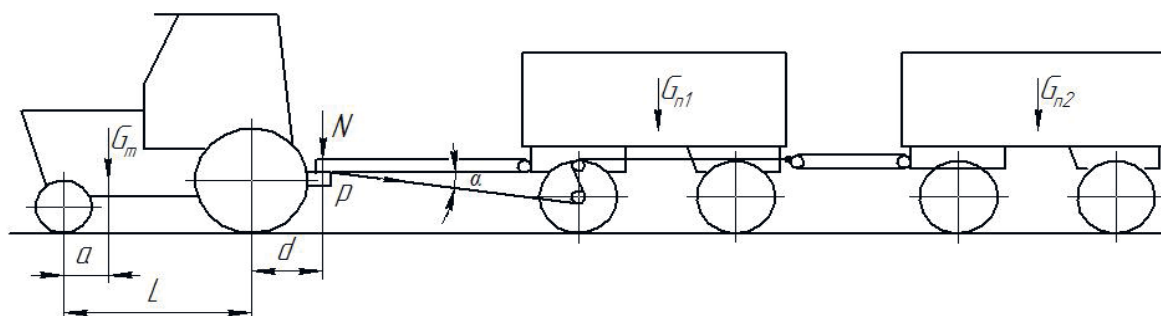
$a$  – расстояние от центра тяжести трактора-тягача до передней оси;

$L$  – база трактора-тягача;

$N$  – вертикальная составляющая усилия передаваемого через тяговый трос ТСУ сцепному устройству трактора-тягача;

$k$  – коэффициент увеличения сцепной массы от действия силы  $N$  (рис.1).

$$k = (L+d)/L \quad (2)$$



**Рис. 1. Тракторно-транспортный агрегат, снабженный догружающим тягово-сцепным устройством**

Результаты исследований. Анализируя рисунок 1, можно заключить, что

$$N = P \sin \alpha = f_n G_{n2} \sin \alpha \quad (3)$$

Подставим (3) в уравнение (1), тогда

$$T_\phi = \varphi(G_T a/L + k f_n G_{n2} \sin \alpha) \quad (4)$$

При равномерном движении на прямолинейном и без уклонов участке дороги трактор-тягач может преодолевать сопротивление перекачиванию транспортного агрегата:

$$T_\phi \geq f_T G_T + f_n (G_{n1} + G_{n2}) \geq f_T G_T + f_n G_n, \quad (5)$$

где  $f_T$  и  $f_n$  – коэффициенты сопротивления перекачиванию трактора-тягача и грузонесущего прицепа;

$G_n$  – полная масса грузонесущих прицепов тракторно-транспортного агрегата с ТСУ.

Примем  $G_{n2} = 0,5 G_n$  и  $f_T = f_n = f$  преобразуя (4), (5), запишем:

$$\varphi(G_T a/L + 0,5 k f G_n \sin \alpha) = f(G_T + G_n) \quad (6)$$

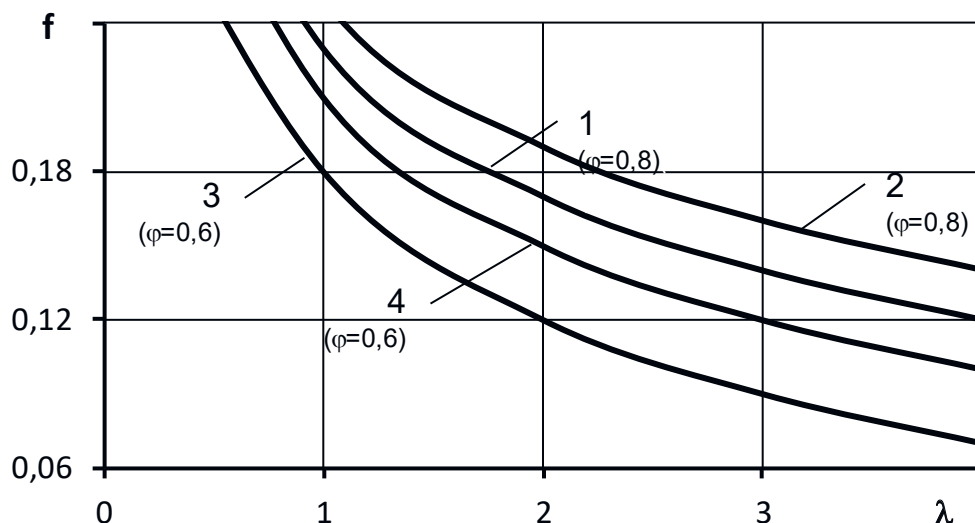
Полную массу грузонесущих прицепов, составляющих поезд с догружающим тягово-сцепным устройством, можно будет определить по формуле:

$$G_n = G_T (\varphi a / L - f) / f [1 - 0,5 k \varphi \sin \alpha] \quad (7)$$

Если тракторно-транспортный агрегат с ТСУ имеет  $m$  прицепов, полную массу грузонесущих прицепов поезда определяют по формуле:

$$G_n = G_T (\varphi a / L - f) / f [1 - (m-1) k \varphi \sin \alpha / m] \quad (8)$$

Полученное выражение позволяет построить графические зависимости (рис. 2), иллюстрирующие достигнутое увеличение грузонесущей способности тракторно-транспортного агрегата с ТСУ в сравнении с обычным тракторно-транспортным поездом с двумя прицепами, при перемещении по поверхности движения с различными значениями коэффициента сцепления  $\varphi$ .



**Рис. 2. Влияние коэффициента сопротивления перекачиванию на соотношение масс грузонесущих прицепов и трактора-тягача:**

- 1,3 – тракторно-транспортный агрегат с двумя прицепами;  
2, 4 – тракторно-транспортный агрегат с двумя прицепами, оборудованный ТСУ

В расчетах принята масса трактора-тягача  $G_T=35\text{кН}$ , характеристика  $a/L=0,62$ , соотношение масс грузонесущих прицепов и трактора-тягача  $\lambda = G_n / G_T$ . Теоретические расчеты были проверены экспериментально, путем регистрирования значений усилий на прицепном крюке трактора-тягача опытного тракторно-транспортного агрегата при перемещении по трем поверхностям движения, результаты которых приведены ниже.

**Вывод.** Применение тракторно-транспортного агрегата с ТСУ по сравнению с базовым, составленным из двух прицепов, позволяет увеличить соотношение  $\lambda$  в условиях снижения значения коэффициента сцепления  $\varphi$  и обеспечить прирост полной массы грузонесущих прицепов поезда от 0,5 до 4,0 т.

Экспериментальные исследования тракторно-транспортного агрегата, снабженного ТСУ, позволили установить, что среднее значение величины догружающего усилия на сцепное устройство трактора-тягача в зависимости от характеристики поверхности движения составляет: при перемещении по асфальтовому покрытию 2,9 кН, при движении по грунтовой дороге 3,6 кН, при движении по стерне 4,4 кН. Экспериментальный тракторно-транспортный агрегат с догружающим ТСУ при загрузке до паспортной грузоподъемности прицепов из-за улучшения тягово-сцепных свойств обладает лучшей проходимостью при неблагоприятных дорожно-климатических условиях, так как имеет запас увеличения полной массы грузонесущих прицепов поезда при движении по асфальтовому покрытию на 12,9 %, грунтовой дороге – на 16,9 %, стерне – на 21,3 %.

#### Список литературы

1. А. с. (Авторское свидетельство) № 1342751, МКИ В 60Д 1/02 Тягово-сцепное устройство / Ю. Н. Блынский, Ю. А. Гуськов, С. А. Голубь, В. И. Миркитанов. – № 3930493/31-11; заявл. 12.07.1986; опубл. 07.10.1987. – Бюл. № 37.
2. Вопросы земледельческой механики. – Минск : АСХН БССР, 1961. – Т. 10. – 329 с.
3. Зангиев, А. А. Эксплуатация машинно-тракторного парка / А. А. Зангиев, А. В. Шпилько, А. Г. Левшин. – Москва : КолосС, 2013. – 320 с.

4. Кузнецов, Е. Е. Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур: монография / Е. Е. Кузнецов, С. В. Щитов ; Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Благовещенск : Изд-во Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2017. – 272 с.
5. Нормативы потребности АПК в технике для растениеводства и животноводства. – Москва : ВИМ, 2003. – 85 с.
6. Повышение продольно-поперечной устойчивости и снижение техногенного воздействия на почву колесных мобильных энергетических средств : монография / С. В. Щитов, Е. Е. Кузнецов, Е. С. Поликутина, О. А. Кузнецова ; Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Благовещенск : Изд-во Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2020. – 148 с.

### References

1. A.s. (Avtorskoe svidetel'stvo) CA (Certificate of authorship) № 1342751, MKI V 60D 1/02 Tyagovo-stsepnое ustroystvo (Trailer coupling), Yu. N. Blynskiy, Yu .A. Gus'kov, S. A. Golub', V. I. Mirkitanov, № 3930493/31-11, zayavl. 12.07.1986, opubl. 07.10.1987, Byul. № 37.
2. Voprosy zemledel'cheskoy mekhaniki (Agricultural mechanics issues), Minsk, ASKhN BSSR, 1961, T. 10, 329 p.
3. Zangiev, A. A., Shpil'ko, A. A., Levshin, A. G. Ekspluatatsiya mashinno-traktornogo parka (Operation of the machine and tractor fleet), Moskva, KolosS, 2013, 320 p.
4. Kuznetsov, E. E., Shchitov, S. V. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya mobil'nykh energeticheskikh sredstv v tekhnologii vozdeystviya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: monografiya (Improving the efficiency of using mobile energy resources in the technology of cultivation of agricultural crops: monograph), Dal'nevost. gos. agrar. un-t, Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'nevost. gos. agrar. un-ta, 2017, 272 p.
5. Normativy potrebnosti APK v tekhnike dlya rastenievodstva i zhivot-novodstva (Requirements of the agro-industrial complex in equipment for plant growing and animal husbandry), Moskva, VIM, 2003, 85 p.
6. Povyshenie prodol'no-poperechnoy ustoychivosti i snizhenie tekhnogennogo vozdeystviya na pochvu kolesnykh mobil'nykh energeticheskikh sredstv: monografiya (Improving longitudinal-lateral stability and reducing the technogenic impact on the soil of wheeled mobile energy facilities: monograph), S. V. Shchitov, E. E. Kuznetsov, E. S. Polikutina, O. A. Kuznetsova, Dal'nevost. gos. agrar. un-t, Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'nevost. gos. agrar. un-ta, 2020, 148 p.

© Гуськов Ю. А., Галынский А. А., 2021

### Информация об авторах

**Гуськов Юрий Александрович**, д-р техн. наук, доцент, директор Инженерного института ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ; ул. Никитина, 147, г. Новосибирск, Россия; e-mail: nsauii@ngs.ru; тел. 8-903-903-00-78;

**Галынский Андрей Александрович**, магистрант ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ; ул. Никитина, 147, г. Новосибирск, Россия; e-mail: nsauii@ngs.ru; тел. 8-923-186-80-88.

### Information about authors

**Yuriy A. Guskov**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, the Director of the Engineering Institute; Novosibirsk State Agrarian University; 147, Nikitina str., Novosibirsk Oblast, Novosibirsk, Russia; 639039; e-mail: nsauii@ngs.ru;

**Andrey A. Galynskiy**, Student of Master Program; Novosibirsk State Agrarian University; 147, Nikitina str., Novosibirsk Oblast, Novosibirsk, Russia; 639039; e-mail: nsauii@ngs.ru.



УДК 631.316:633.15(571.61)

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-131-136

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В ЮЖНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЗОНЕ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Иван Васильевич Бумбар<sup>1</sup>, Владимир Валерьевич Мазур<sup>1,2</sup>,  
Алексей Алексеевич Кувшинов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск

<sup>2</sup>Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», г. Благовещенск

**Аннотация.** На базе Дальневосточного НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства разрабатывалась технология и технические средства, связанные с уменьшением применением гербицидов при возделывании кукурузы на зерно в Амурской области. Анализ существующих технологий показал, что некоторые страны (Соединенные Штаты Америки, Китайская Народная Республика, Бразилия) имеют высокие показатели урожайности (до 10 т/га), основой которой является высокое применение почвенных гербицидов. Химический способ борьбы с сорняками в посевах кукурузы на зерно является основным. Значительное применение гербицидов несет существенную опасность природе и человеку. Составляющие гербицидов и их распада накапливаются в почве, вымываются из нее и попадают в водоемы, а, следовательно, попадают в организм животного и человека. По данным Министерства сельского хозяйства Амурской области в 2017 было внесено более 3,5 тыс. т гербицидов. Снижение объемов вносимых гербицидов при возделывании кукурузы на зерно возможно путем совершенствования междурядной обработки посевов. Для этого разработана конструкция культиватора для междурядного рыхления и уничтожения сорной растительности.

**Ключевые слова:** кукуруза на зерно, культиватор, междурядная обработка, гербициды.

## IMPROVEMENT OF TECHNOLOGIES AND TECHNICAL EQUIPMENT OF CORN CULTIVATION FOR GRAIN IN THE SOUTH AGRICULTURAL ZONE OF THE AMUR REGION

I. V. Bumbar<sup>1</sup>, V. V. Mazur<sup>1,2</sup>, A. A. Kuvshinov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk

<sup>2</sup>All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, Blagoveshchensk

**Absrtact.** The technology and technical means associated with reducing of herbicide application in the corn cultivation for grain in the Amur region were developed on the basis of the Far Eastern Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture. Analysis of existing technologies has shown that some countries (the United States of America, the People's Republic of China, Brazil) have high yield rates (up to 10 t/ha), based on the high use of soil herbicides. The chemical method of weed control in corn sowing for grain is the main one. The great use of

herbicides is a significant danger to nature and humans. The components of herbicides and their decay accumulate in the soil, washed out of it and enter water bodies, and, consequently, enter the body of animals and humans. More than 3.5 thousand tons of herbicides were applied in 2017 according to data of the Ministry of Agriculture of the Amur Region. The reducing of the amount of herbicides, applied in the cultivation of corn for grain is possible by improving the row-to-row treatment of crops. For this purpose, the design of the cultivator for row-to-row loosening and destruction of weed vegetation has been developed.

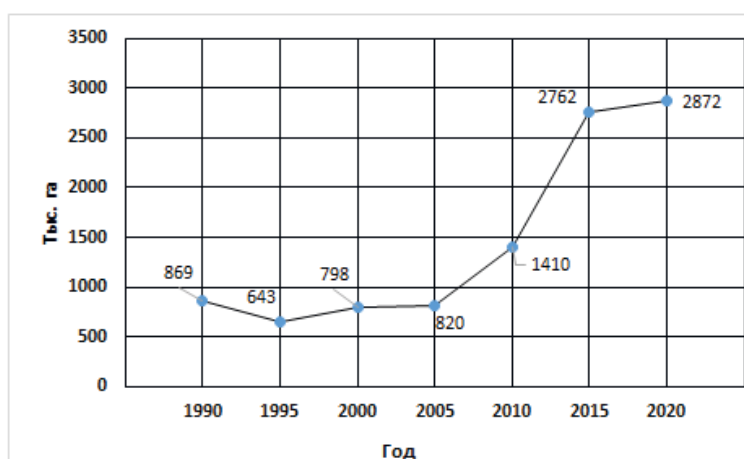
**Key words:** corn for grain, cultivator, row-to-row processing, herbicides.

Кукуруза – сравнительно засухоустойчивая культура, и наибольшая потребность по влаге отмечается в период ее активного роста. В Амурской области это июль-август, когда наблюдается интенсивный рост сорной растительности. Урожай зерна формируется при высоком освещении, низкой влагообеспеченности в фазу восковой и полной спелости в температурных пределах 20–25°C. Эти особенности определяют зональное размещение посевов кукурузы на зерно в Амурской области и технологические требования. Известно, что кукурузное зерно является хорошим кормовым продуктом при производстве продукции животноводства и птицеводства [1].

Основными производителями кукурузного зерна в мире являются Соеди-

ненные Штаты Америки (США), Китайская Народная Республика (КНР), Бразилия, которые занимают около 48% мировых посевов. Наибольшую урожайность имеют производители США, которые получают урожайность 10,5 т/га, а величина собранного урожая в 2019 составила 347 млн. т зерна. Большие перспективы в увеличении зерна кукурузы имеют КНР и Бразилия, собравшая в 2019 году соответственно 254 млн. т и 101 млн. т зерна [2].

В Советском Союзе и России наблюдались значительные изменения посевных площадей кукурузы на зерно. Наименьшее количество посевов было в 1995 и 2000 годах и составило в среднем 700 тыс. га. К 2020 году посевные площади кукурузы на зерно в России достигли площади 2872 тыс. га (рис. 1).



**Рис. 1. Посевные площади кукурузы на зерно в России 1990–2020 гг., тыс. га**

Посевные площади кукурузы на зерно Амурской области представлены на рисунке 2.

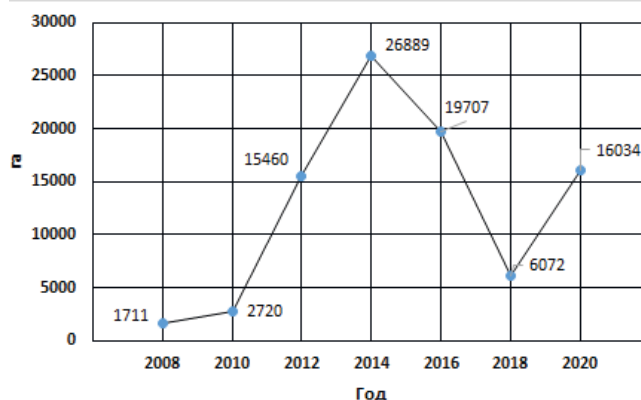


Рис. 2. Посевные площади кукурузы на зерно в Амурской области 2008–2020 гг., га

Из рисунка 2 видно, что в период 2008-2014 гг. посевная площадь увеличилась в 15,8 раз – с 1,7 тыс. га (в 2008 г) до 26,9 тыс. га (в 2014 г.). Однако, в дальнейшем происходит снижение посевных площадей кукурузы на зерно до 6,07 тыс. га в 2018 году. Эти изменения связаны с проблемами экспорта этой культуры на рынки соседних стран. Следует отметить, что по мере развития животноводства и птицеводства в Амурской области потребность в зерне кукурузы как ценной кормовой культуры будет расти.

В Амурской области в 2020 году посеяно 1135368 га яровых культур, среди них кукуруза на зерно составляет 16034 га. Наиболее значительные площади кукурузы на зерно в территориях Амурской области занимают Тамбовский район (877 га), Михайловский район (360 га), Архаринский район (460 га), Ивановский район (6178 га) и Константиновский район (800 га), расположенные в южной сельскохозяйственной зоне. Причем, в этой зоне размещено около 72% всех посевов кукурузы на зерно [3].

Увеличение производства зерна кукурузы в условиях Амурской области требует совершенствования технологии и технических средств при возделывании этой культуры, так как средняя урожайность в таких хозяйствах как АО «Луч», Агрофирма «Партизан» в среднем не превышает 4-5 тонн с гектара, что в два раза меньше чем в США, КНР и Бразилии. Решение

этой задачи возможно путем оптимизации необходимого количества внесения минеральных удобрений и совершенствования технологии ухода за посевами, как основных направлений повышения урожайности. Увеличение производства кукурузы на зерно в Амурской области не соответствует требованиям биологизированного земледелия [4]. Рекомендуемая технология производства кукурузы предусматривает протравливание семян и опрыскивание посевов в пределах 0,7-1 литра на гектар действующего яда Фронтьер оптимума [1]. Исключая гербициды из технологического процесса, необходимо разрабатывать почвообрабатывающие органы и секции культиватора для междурядной обработки почвы. Рыхление междурядий улучшает структуру почвы, подрезание и уничтожение сорняков. Это приводит к существенному улучшению доступа питательных веществ к корневой системе, где, как известно, корни прирастают в количестве, обеспечивая лучшее поступление питательных веществ, особенно в период формирования восковой спелости початка [5].

На базе Дальневосточного НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства разрабатывались технология и технические средства, исключая применение гербицидов.

Целью полевых исследований является совершенствование технологических операций и способов по междурядной об-

работке почвы при возделывании кукурузы на зерно в условиях Амурской области, позволяющее внедрять биологизированное земледелие.

Задача, решаемая для достижения цели – определить влияние способа междурядной обработки почвы при возделывании кукурузы на зерно на урожайность;

Варианты опыта:

1. Контроль – Две со смещением односторонние плоскорежущие лапы (бритвы) вдоль рядков + универсальная стрельчатая лапа по центру междурядья.

2. Две со смещением универсальные стрельчатые лапы + долотообразная лапа по центру междурядья + каток.

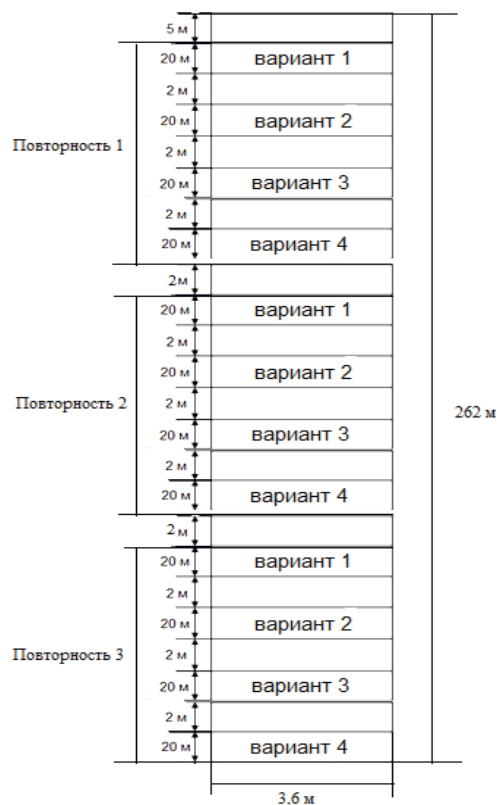
3. Две со смещением односторонние плоскорежущие лапы (бритвы) вдоль рядков + долотообразная лапа по центру междурядья + каток.

4. Две со смещением стрельчатые лапы + каток.

Предшественник – соя. Сорт (гибрид) – среднеспелый Фалькон. Срок посева – 10 - 25 мая. Норма высева 80-90 тыс. всхожих зерен на 1 га. Глубина заделки семян 4-6 см. Уход за посевами заключался в довсходовом бороновании и культивации. Для уничтожения сорняков и рыхления почвы проводили две междурядные обработки в фазу формирования первого и пятого листа. Глубина обработки односторонними плоскорежущими лапами (бритвы) – 6–8 см; универсальными стрельчатыми лапами – 10–12 см; долотообразной лапой – 15–20 см. Защитная зона при первой обработке составляла до 15 см, при второй до 25 см. Убирали початки в фазе восковой спелости при влажности зерна 35–40 % при наличии в нижней трети початка зерновок с затвердевшей вершиной, а остальные еще резались ногтем.

Размер делянки – длина 20 м, ширина 3,6 м, площадь – 72 м<sup>2</sup>. Общая площадь

под опытом 939,6 м<sup>2</sup>. Повторность вариантов 3-х кратная, размещение делянок систематическое (рис. 3).

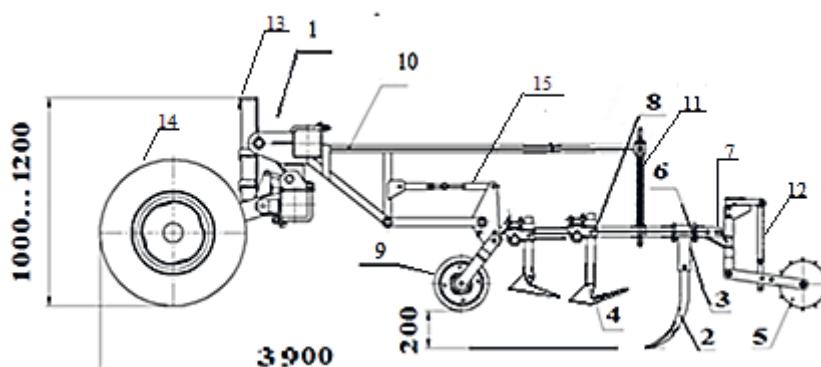


**Рис. 3. Схема размещения вариантов (делянок) в опыте**

Модернизированный нами культиватор имеет расположенное по центру бруса прицепное устройство (13) для навешивания на навеску трактора. На раме (1) установлены два опорных колеса (14). К раме жестко прикреплены секции культиватора (10). Глубина хода рабочих органов устанавливается при помощи колеса секции культиватора (9) и положения рабочих органов по высоте. При помощи пружин (11,12) можно изменять степень воздействия на почву рабочих органов по глубине обработки почвы.

На рисунке 4 представлена схема секции культиватора.





**Рис. 4. Вариант установки рабочих органов секции на раме культиватора:**

1 – рама культиватора; 2 – долотообразная лапа; 3 – кронштейн долотообразной лапы; 4 – односторонняя плоскорежущая лапа (бритва); 5 – каток; 6 – стремянка; 7, 8 – держатели; 9 – колесо секции культиватора; 10 – секция культиватора; 11, 12 – пружины; 13 – прицепное устройство; 14 – опорное колесо; 15 – регулировочный винт

На рис. 4 представлен общий вид секций рабочих органов навесного культиватора. При обработке междурядий посевов кукурузы односторонние плоскорежущие лапы (4) (бритвы) размещены с условием соблюдения защитной зоны, а долотообразная лапа (2) размещена по центру междурядья, рыхля почву по глу-

бине, обеспечивая лучшее водоотведение, а каток разрушает комков.

В табл. 1 представлены результаты продуктивности зерна кукурузы в зависимости от состава секций рабочих органов культиватора. Установлено, что наиболее эффективным является вариант 2.

**Таблица 1**

**Влияние состава рабочих органов культиватора на продуктивность кукурузы на зерно**

№ опыта	Состав рабочих органов культиватора	Высота растений через 7 суток после обработки, см		Урожайность, т/га	
		первой	второй	зеленой массы	зерна
1(контроль)	Две лапы бритвы + стрелчатая лапа -	11,5	35,3	45,2	4,1
2	Две стрелчатые лапы + долотообразная лапа + каток	18,3	46,5	54,8	5
3	Две лапы бритвы + долотообразная лапа + каток	15,6	43,8	50,7	4,7
4	Две со смещением стрелчатые лапы + каток	12,4	38,5	47,3	4,3
НСР05, т/га				2,2	0,2

В результате проведенного исследования определена величина производства зерна кукурузы основных производителей в мире, в России и Амурской области. Проанализированы технологии в Амурской области с применением гербицидов. Разработана методика, проведены опыты

по междурядной обработке посевов кукурузы с модернизацией конструкции секции рабочих органов. Установлено, что применение экспериментальных секций рабочих органов привело к увеличению урожайности в среднем на 0,53 т/га.

### Список литературы

1. Система земледелия Амурской области : производств.-практ. справочник / под общ. ред. П. В. Тихончука. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2016. – 570 с.
2. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – URL: <https://mcx.gov.ru/>.
3. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Амурской области. – URL: <http://agroamur.ru/>.
4. Щегорец, О. В. Соеводство. Монография / О. В. Щегорец. – 2-е изд., перераб. и дополн. – Краснознаменск : ООО «Типография Парадиз», 2018. – 600 с.
5. Харина, С. Г. Агроэкологический подход к использованию гербицидов на сезонно-мерзлотных почвах Среднего Приамурья / С. Г. Харина. – Благовещенск : Изд-во Даль-ГАУ, 2004. – 163 с.
- 6.

### References

1. Sistema zemledelija Amurskoj oblasti: proizvodstvenno-prakticheskij spravochnik (The farming system of the Amur region: production and practical reference book), pod obshch. red. d-ra s.-kh. nauk, prof. P. V. Tihonchuka Blagoveshhensk, Izd-vo Dal'nevostochnogo GAU, 2016, 570 p.
2. Ministerstvo sel'skogo hozjajstva Rossijskoj Federacii (Ministry of Agriculture of the Russian Federation). – URL : <https://mcx.gov.ru/>.
3. Ofitsial'nyi sait Ministerstva sel'skogo khozyaistva Amurskoi oblasti (Official Site of the Ministry of Agriculture of the Amur Region). – URL: <http://agroamur.ru/>.
4. Shhegorec, O. V. Soevodstvo. Monografija (Soybean growing. Monograph), 2-e izd., pererab. i dopoln., Krasnoznamensk, ООО «Tipografija Paradiz», 2018, 600 p.
5. Harina, S.G. Agrojekosistemnyj podhod k ispol'zovaniju gerbicidov na sezonno-merzlotnyh pochvah Srednego Priamur'ja (The agroecosystemic approach to the use of herbicides on seasonally frozen soils of the Middle Amur Region), Blagoveshhensk, izd-vo Dal'GAU, 2004, 163 p.

© Бумбар И. В., Мазур В. В., Кувшинов А. А., 2021

### Информация об авторах

**Бумбар Иван Васильевич**, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск.

**Мазур Владимир Валерьевич**, аспирант, место учебы – Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск, ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои, г. Благовещенск, Амурская обл., e-mail: [vmazur149@mail.ru](mailto:vmazur149@mail.ru).

**Кувшинов Алексей Алексеевич**, канд. техн. наук, научный сотрудник Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», г. Благовещенск, Амурская обл., e-mail: [pzrk\\_igla1992@mail.ru](mailto:pzrk_igla1992@mail.ru).

### Information about authors

**Ivan V. Bumbar**, Dr. Tech. Sci., Professor; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnikeskaya, Blagoveshchensk, e-mail: [tesimapk@dalgau.ru](mailto:tesimapk@dalgau.ru).

**Vladimir V. Mazur**, Postgraduate Student; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnikeskaya, Blagoveshchensk, e-mail: [vmazur149@mail.ru](mailto:vmazur149@mail.ru).

**Aleksei A. Kuvshinov**, Cand. Tech. Sci., Research Worker; All-Russian Scientific Research Institute of Soybean; 19, Ignatievskoe highway, Blagoveshchensk, e-mail: [pzrk\\_igla1992@mail.ru](mailto:pzrk_igla1992@mail.ru).

УДК 631.33:635.655

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-137-143

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОСЕВА СОИ РАЗЛИЧНЫМИ ПОСЕВНЫМИ АГРЕГАТАМИ

**Виктор Владимирович Епифанцев, Яков Александрович Осипов,  
Юрий Александрович Вайтехович**

*Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои»,  
г. Благовещенск*

**Аннотация.** В статье представлены результаты оценки качества посева сои различными современными посевными агрегатами по показателям заданной нормы высева семян, глубины заделки семян, нормативной ширины междурядий и густоты стояния растений. Полевой опыт проводили в 2017–2018 гг. в Амурской области на опытном поле ДальНИИМЭСХ на типичной луговой черноземовидной почве. Выявлено, что наибольший балл за качество посева 12,1 имеет посевной агрегат John Deer 1890, на 0,35 балла ему уступает агрегат Amazon DMC 9000, а оценка агрегата Томь 12 составила 10,55 баллов. Наибольшую урожайность сформировали растения сои при посеве агрегатом John Deer 1890 – 1,87 т/га. Посевной агрегат John Deer 1890 по урожайности сои несущественно превзошёл Amazon DMC 9000 (St) – 0,07 т/га или 3,88%. Аграриям области рекомендуется использовать для посева сои широкозахватные высокопроизводительные посевные агрегаты Case Pro Disk 500 AFS, Lemken Solitaire 12, Horsch Pronto 9 DC, Amazon DMC 12000 и John Deer 1890.

**Ключевые слова:** показатели качества, посев, агрегат, урожайность, соя, Приамурье.

## COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE QUALITY OF SOYBEAN SOWING BY DIFFERENT SOWING AGGREGATES

**V. V. Epifantsev, Ya. A. Osipov, Yu. A. Vaitekovich**

*All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, Blagoveshchensk*

**Abstract.** The article presents the results of the quality assessing of soybean sowing by different modern sowing units by indicators of the specified seeding rate, seed embedding depth, standard row spacing and plants densities. The field experiment was conducted on the on typical meadow chernozemic soil in the experimental field of FSBSI FERIMEA in the Amur region in 2017-2018. It was found that a sowing unit John Deer 1890 had the highest score for sowing quality – 12.1, it was 0.35 points behind the unit Amazon DMC 9000, and the score of the unit Tom 12 was 10.55 points. The highest yield was formed by the soybean plants when planting with John Deer 1890 unit – 1.87 t/ha. The seeding unit John Deer 1890 was insignificantly higher than Amazon DMC 9000 (St) by soybean yield – 0.07 t/ha or 3.88%. Agrarians of the region are recommended to use wide-cut high-performance seeding units Case Pro Disk 500 AFS, Lemken Solitaire 12, Horsch Pronto 9 DC, Amazon DMC 12000 and John Deer 1890 for sowing soybean.

**Key words:** quality indicators, sowing, unit, yield, soybean, Priamurye.

**Введение.** В настоящее время аграрии Приамурья для посева сои применяют разнообразные современные посевные агрегаты [1]. Сравнительных испытаний отечественных и зарубежных образцов этих сельскохозяйственных машин здесь не проводили [5]. Качество посева в одинаковых почвенно-климатических условиях на типичных полях в области пока никто не оценивал.

По технологическому процессу посева семян, внешнему виду, типу бункера, распределительно-высевающему аппарату, типу сошников и других рабочих органов многие современные посевные агрегаты похожи друг на друга. Но по конструктивным особенностям узлов, механизмов и устройств, деталей рабочих органов, характеру выполнения операций и инженерным решениям технические средства существенно различаются между собой [3].

Фирмы, изготавливающие и реализующие современные посевные агрегаты, широко рекламируют достоинства своих изделий, но не раскрывают недостатки их конструкций в процессе эксплуатации. Амурским аграриям, приобретающим посевные агрегаты различных фирм, на собственном опыте приходится проверять качество их работы на различных полях в различных производственных условиях, оценивать технические характеристики, надежность, долговечность, возможность замены узлов, деталей и механизмов.

**Цель исследований** – выявить перспективные современные посевные агрегаты, обеспечивающие высокое качество посева и урожайность сои на полях Приамурья.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводили в 2017–2018 гг. на опытном поле ФГБНУ ДальНИИМЭСХ. Оно находится в Тамбовском районе Амурской области. Почва поля типичная лугово-черноземовидная, среднесиловатая. В ней содержалось гумуса, определенного по методу Тюрина в модификации ЦИНАО – 4,5–4,7 %, Нитратного азота, определенного ионометрическим методом согласно ГОСТ 26951-86 было 4,02 – 4,47 мг на 100 г почвы. Содержание подвижного фосфора, установленного по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО, достигало 5,5–5,8 мг/100 г. Калия (по Кирсанову в модификации ЦИНАО) было в пределах 15–19 мг/100 г почвы. Реакция почвенного раствора оценивалась как среднекислая и была в пределах pH KCl 5,0–5,2. Рельеф опытного поля – ровный. Микрорельеф участка под опытом слабо выражен. Глубина пахотного слоя доходит до 25 см.

Для 2017 г. Было характерно теплое и сухое лето. Летний период 2018 г. по температурным показателям был прохладнее 2017 г. на 0,4° С, но превышал многолетние данные на 0,3°С. По сумме осадков он превосходил 2017 г. на 132 мм, их выпало выше нормы (средней многолетней суммы) на 137 мм (табл. 1).

Таблица 1

**Погодные условия летнего периода вегетации сои**

Месяц	Температура воздуха, °С (данные ГМС г. Благовещенска)			Осадки, мм (данные ГМС с. Садовое)		
	2017 г.	2018 г.	средняя многолетняя	2017 г.	2018 г.	среднее многолетнее
Июнь	19,0	17,9	18,8	77	188	85
Июль	22,5	22,3	21,5	68	182	106
Август	19,9	20,1	19,2	154	61	103
За лето	20,5	20,1	19,8	299	431	294



Погодные условия 2017 г. были удовлетворительными для всех сельскохозяйственных культур (ГТК (гидротермический коэффициент)=0,9 – 2,6). Менее благоприятным по метеорологическим условиям для возделывания сои был 2018 г. (ГТК=0,5 - 3,4).

Материалом для исследования служил сорт сои амурской селекции Лазурная. Метод исследований – полевой опыт.

В 2017–2018 гг. был заложен опыт по изучению качества посева современными посевными агрегатами, используемыми для посева сои в различных хозяйствах области. В опыте изучали сеялки: 1. Amazon DMC 9000 (контроль); 2. Amazon DMC 12000; 3. Case Pro Disk 500 AFS; 4. John Deer 1890; 5. Lemken Solitair 12; 6. Horsch Pronto 9 DC, 7. Томь 12. Посевной агрегат Amazon DMC 9000 широко используется в хозяйствах области, поэтому был взят за контроль. Этот агрегат имеет следующие основные технические характеристики: ширина захвата – 9 м; скорость при посеве – 10-15 км/ч; тяговая потребность – 180/250 кВт/л. с. Площадь посевной деланки 10800 м<sup>2</sup> (300×36 м), учетной 3600 м<sup>2</sup> (300×12 м), повторность трехкратная.

В севообороте предшественником сои была пшеница яровая сорта Арюна. Семена сои в 2017 г. высевали 20 мая, в 2018 г. – 23 мая. Все агрегаты её сеяли рядовым способом. Для всех сеялок норма высева сои соответствовала 800 тыс. шт./га. Глубина заделки семян была в пределах 5 см. После посева почву прикатывали. Уход за посевами включал боронование до всходов и по всходам сои и обработку гербицидами. Боронили деланки опыта легкими боронами БПРЗ – 1,2 конструкции ДАЛЬНИИМЭСХ [10]. Сначала деланки опыта обрабатывали почвенным гербицидом Бегин, КЭ 1,6 л/га. Затем, по вегетации, применяли смесь гербицидов Базагран, ВР 2,0 л/га + Зодиак, ВР 0,8 л/га + ГалактАлт, КЭ 0,2 л/га. Убирали урожай сои комбайном John Deer 3316. Полученную с каждой деланки урожайность учитывали весовым методом.

В опыте проводили сопутствующие наблюдения и учеты. При фенологических наблюдениях определяли фазы роста и развития сои. Началом фазы считали появление характерных изменений и признаков у 10% растений. Массовое прохождение фазы – когда они отмечались более чем у 50%. За окончание принималось появление изменений не менее, чем у 80% растений [7]. Определяли качество посева сои, засоренность деланок, согласно методикам, описанным в пособиях [2, 6]. Данные, полученные в опыте, обрабатывали методом дисперсионного анализа по методике Б.А. Доспехова [4].

**Результаты исследований.** При оценке степени засоренности посевов сои на деланках опыта глазомерным методом использовали шкалу А.И. Мальцева [2]. В изучаемых вариантах на специальных наблюдательных площадках площадью 1 м<sup>2</sup> отмечали единичные сорняки. В изучаемых вариантах опыта и контроле засоренность посевов была в пределах одного балла. Существенного влияния на урожайность сои она не оказала. Отклонения от заданной глубины посева семян сои на деланках опыта составляли не более ± 1 см. Такие пределы соответствуют агротехническим требованиям. Ко времени уборки на деланках опыта фактически густота стояния растений сои была в пределах от 720 до 750 тыс. шт./га. Отклонения по этому показателю оценивались как несущественные. Потери семян сои на деланках опыта при уборке комбайном John Deer 3316 были в пределах ±1,2%. При оценке данных по этому показателю существенных отклонений в опыте не было выявлено.

Качество посева оценивала специальная комиссия в баллах. При оценке качества посева наибольшее количество баллов (12,1) за время эксперимента было поставлено посевному агрегату John Deer 1890. На 0,35 балла ему уступал посевной агрегат Amazon DMC 9000 контрольного варианта (табл. 2).



Таблица 2

## Качество работы посевных агрегатов, баллы (2017-2018 гг.)

Посевной агрегат	Показатель отклонения от				Сумма
	заданной нормы высева семян, %	заданной глубины заделки семян, см	нормативной ширины междурядий, см	густоты стояния, тыс. шт./га	
Amazon DMC 9000 <i>St</i>	3,75	2,60	2,80	2,60	11,75
Amazon DMC 12000	3,45	2,75	2,75	2,60	11,65
Case Pro Disk 500 AFS	3,60	2,60	2,80	2,65	11,55
John Deer 1890	3,80	2,80	2,75	2,75	12,10
Lemken Solitair 12	3,55	2,55	2,75	2,55	11,40
Horsch Pronto 9 DC	3,50	2,45	2,65	2,55	11,15
Томь 12	3,15	2,40	2,60	2,40	10,55

Большинство посевных агрегатов за качество проведения посевных работ получили от 11,15 до 11,65 баллов. Самая низкая оценка по посеву сои была у посевного агрегата Томь 12, она составила 10,55 баллов.

От качества проведенного различными агрегатами посева зависела урожайность сои. Наибольшую урожайность сои получили в четвертом варианте опыта – 1,8 т/га. Этот вариант опыта за время эксперимента показал несущественную прибавку урожайности сои по сравнению с контрольным вариантом. Она составила 0,07 т/га или 3,88%. Посевные агрегаты в третьем, пятом, шестом и втором вариан-

те опыта по урожайности сои в среднем за время эксперимента уступали контролю на 0,32 т/га, 0,23, 0,25 и 0,41 т/га. Соответственно в этих вариантах опыта прибавка урожайности сои по сравнению с седьмым вариантом составила 0,22 т/га, 0,61, 0,31 и 0,13 т/га. Если в 2017 г. посевные агрегаты второго, третьего, шестого и седьмого варианта опыта по урожайности сои существенно на 0,36–0,59 т/га уступали контролю, то в 2018 г. существенно уступал контролю на 0,54 т/га только посевной агрегат седьмого варианта. По остальным агрегатам снижение урожайности было не существенно (табл. 3).

Таблица 3

## Урожайность сои при посеве различными агрегатами

Посевной агрегат	Урожайность, т/га			Прибавка урожайности	
	2017 г.	2018 г.	Средняя	т/га	%
Amazon DMC 9000 <i>St</i>	1,77	1,83	1,80	-	-
Amazon DMC 12000	1,28	1,50	1,39	-0,41	-22,8
Case Pro Disk 500 AFS	1,35	1,61	1,48	-0,32	-17,8
John Deer 1890	1,75	1,99	1,87	+0,07	+3,9
Lemken Solitair 12	1,48	1,66	1,57	-0,23	-12,8
Horsch Pronto 9 DC	1,41	1,69	1,55	-0,25	-13,9
Томь 12	1,18	1,34	1,26	-0,54	-30,0
НСР <sub>05</sub> , т/га	0,33	0,45			

Для оценки существенности частных различий вычислили ошибку разности средних, которая составила в 2017 г.  $S_d = 0,157$  т и в 2018 г.  $S_d = 0,214$  т. Наименьшая существенная разность (НСР<sub>05</sub>) между вариантами опыта на 5% -ном уровне значимости была в пределах от 0,33 т/га до 0,45 т/га. Посевной агрегат седьмого вари-

анта опыта показал существенное снижение урожайности на 30% по сравнению с преобладающим в хозяйствах области контрольным агрегатом. Это объясняется тем, что качество укладки семян в борозду у агрегата Amazon DMC 9000 на 30–50% выше (равномерность, глубина, распределение), чем у агрегата Томь 12. В иссле-

дованиях ученых Дальневосточного ГАУ посевной агрегат Amazon DMC 12000 при прямом посеве сои работал удовлетворительно [8]. Ученые ДальНИИМЭСХ в своем труде описывают недостатки посевного агрегата Томь 12 [9]. Сведений о проведении сравнительной оценки качества посева сои современными посевными агрегатами в условиях Приамурья ранее не было.

**Выводы.** Таким образом, наибольшую оценку за качество посева в баллах (12,1) получила сеялка John Deer 1890, на 0,35 балла ей уступала сеялка контрольного варианта Amazon DMC 9000. Большинство посевных агрегатов за качество проведения посевных работ получили от 11,15 до 11,65 баллов. Самая низкая оценка по качеству посева сои была у посевного агрегата Томь 12, и составила 10,55 баллов.

Наибольшую урожайность (1,87 т/га) сформировали растения сои в варианте посева сеялкой John Deer 1890. Этот посевной агрегат в 2018 г. обеспечил прибавку урожайности сои по сравнению с контрольным агрегатом (Amazon DMC

9000) – 0,19 т/га или 3,88% за время эксперимента. Посевные агрегаты третьего, пятого, шестого и второго варианта опыта по урожайности за годы проведения эксперимента уступали контролю на 0,32 т/га, 0,23, 0,25 и на 0,41 т/га. Существенно за время эксперимента уступал контролю по урожайности сои только посевной агрегат Томь 12 – на 0,54 т/га или 30%. Снижение урожайности сои при посеве другими посевными агрегатами оценивается как незначительное или в пределах точности опыта.

Аграриям Приамурья рекомендуется использовать широкозахватные высокопроизводительные посевные агрегаты Case Pro Disk 500 AFS, Lemken Solitair 12, Horsch Pronto 9 DC, Amazon DMC 12000 и John Deer 1890. Они предпочтительны на больших полях с выровненным рельефом при возделывании сои по высокоинтенсивной технологии. Для повышения конкурентоспособности сеялки Томь 12, для проведения посева сои заводам производителям необходимо совершенствовать конструкцию.

### Список литературы

1. Асеева, Т. А. Основы агрономии и технологии возделывания сельскохозяйственных культур на российском Дальнем Востоке / Т. А. Асеева, Е.П. Киселев // Приамурский институт агроэкономики и бизнеса (ПРИАБ) – Хабаровск : Изд-во ПРИАБ, 2011. – 318 с.
2. Баздырев, Г.И. Земледелие / Г.И. Баздырев, В. Г. Лошаков, А. И. Пупонин [и др.]; под ред. А. И. Пупониной. – Москва : КолосС, 2002. – 552 с.
3. Беляев, В. И. Сравнительная оценка показателей качества работы посевных машин / В. И. Беляев // Вестник Алтайского государственного университета. – 2018. – №10 (168). – С. 124–130.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с., ил.
5. Епифанцев, В. В. Урожайность сои при посеве современными посевными агрегатами в условиях Приамурья / В. В. Епифанцев, Я. А. Осипов, Ю. А. Вайтехович // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : тез. докл. всерос. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 15 апр. 2020 г.) / Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного гос. аграр. ун-та, 2020. – С. 26.

6. Косинский, В. С. Основы земледелия и растениеводства /В. С. Косинский, А. М. Рубанов, В. В. Ткачев, А. А. Сучилина; под ред. В. С. Косинского. – Москва : Колос, 1980. – 335 с., ил.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры). – Вып. 2. – Москва : [б. и.]. – 1989. – 194 с.
8. Немыкин, А. А. Влияние прямого посева на структуру агрофитоценоза и урожайность сои /А. А. Немыкин, Е. Б. Захарова, С. А. Немыкин // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : матер. всерос. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 11 апр. 2018 г.). – В 2 ч. – Ч.1. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2018. – С. 97–99.
9. Орехов, Г. И. Повышение эффективности возделывания сои за счет совершенствования способов и технических средств посева семян/ Г. И. Орехов, А. А. Цыбань // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 7–6. – С. 1007–1010.
10. Панасюк, А. Н. Основные элементы и средства механизации биологизированной безотходной технологии выращивания сои в Амурской области / А. Н. Панасюк, В. В. Епифанцев, Я. А. Осипов, В. А. Сахаров, А. Н. Демко, Г. И. Орехов // Масличные культуры. – 2019. – № 4 (180). – С. 61–69.

### References

1. Aseeva, T. A., Kiselev, E. P. Osnovy agronomii i tekhnologii vozdel'yvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur na rossiiskom Dal'нем Vostoke (Fundamentals of agronomy and technology of cultivation of agricultural crops in the Russian Far East), Priamurskii institut agroekonomiki i biznesa (PRIAB), Khabarovsk, Izd-vo PRIAB, 2011, 318 p.
2. Bazdyrev, G. I. Zemledelie (Agriculture), G. I. Bazdyrev, V. G. Loshakov, A. I. Puponin i dr.], pod red. A. I. Puponina, Moskva, KolosS, 2002, 552 p.
3. Belyaev, V. I. Sravnitel'naya otsenka pokazatelei kachestva raboty posevnykh mashin (Comparative assessment of performance indicators of seeding machines), Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta, 2018, No 10 (168), PP. 124-130.
4. Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) (Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results)), B.A. Dospekhov, 5-e izd., dop. i pererab., Moskva, Agropromizdat, 1985, 351 p., il.
5. Epifantsev, V. V., Osipov, Ya. A., Yu. A. Vaitekhovich. Urozhainost' soi pri poseve sovremennymi posevnymi agregatami v usloviyakh Priamur'ya (Soybean yield when sowing with modern seeding machines in the Amur region), Agropromyshlenniy kompleks: problemy i perspektivy razvitiya: tez. dokl. vseros. nauch. - prakt. konf. (Blagoveshchensk, 15 apr. 2020 g.), Dal'nevost. gos. agrar. un-t, Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'nevostochnogo gos. agrar. un-ta, 2020, P. 26.
6. Kosinskii, V. S. Osnovy zemledeliya i rastenievodstva (Fundamentals of agriculture and crop production), V. S. Kosinskii, A. M. Rubanov, V.V. Tkachev, A. A. Suchilina, pod red. V. S. Kosinskogo, Moskva, Kolos, 1980, 335 p., il.
7. Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury) (Methodology of the State va-

riety testing of agricultural crops (cereals, leguminous plants, corn and forage crops), Вып. 2, Moskva [b. i.], 1989, 194 p.

8. Nemykin, A. A., Zakharova, E. B., Nemykin, S. A. Vliyanie pryamogo poseva na strukturu agrofitotsenoza i urozhainost' soi (Influence of direct sowing on the structure of agrophytocenosis and yield of soybeans), Agropromyshlennyyi kompleks: problemy i perspektivy razvitiya: mater. vseros. nauch.-prakt. konf. (Blagoveshchensk, 11 apr. 2018 g.), V 2 ch., Ch.1., Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'nevostochnogo gos. agrarnogo un-ta, 2018, PP. 97–99.

9. Orekhov, G. I., Tsyban', A. A. Povyshenie effektivnosti vozdeleyvaniya soi za schet sovershenstvovaniya sposobov i tekhnicheskikh sredstv poseva semyan (Increasing the efficiency of soybean cultivation by improving the methods and technical means of sowing seeds), Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy, 2016, No 7–6, PP. 1007–1010.

10. Panasyuk, A. N., Epifantsev, V. V., Osipov, Ya. A., Sakharov, V. A. Demko, A.N., Orekhov, G. I. Osnovnye elementy i sredstva mekhanizatsii biologizirovannoi bezotkhodnoi tekhnologii vyrashchivaniya soi v Amurskoi oblasti (The main elements and means of mechanization of biologized waste-free technology for soybean growing in the Amur Region), Maslichnye kul'tury, 2019, No 4 (180), PP. 61–69.

© Епифанцев В. В., Осипов Я. А., Вайтехович Ю. А., 2021

#### *Информация об авторах*

**Епифанцев Виктор Владимирович**, д-р с.-х. наук, профессор, вед. научн. сотр., ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои, e-mail: viktor.iepifantsiev.59@mail.ru;

**Осипов Яков Александрович**, канд. техн. наук, доцент, ст. научн. сотр., ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои, г. Благовещенск, Амурская обл., Россия.

**Вайтехович Юрий Александрович**, мл. научн. сотр., аспирант, лаборатория механизации и автоматизации растениеводства; Амурская обл., Россия. ВНИИ сои, г. Благовещенск,

#### *Information about the authors*

**Victor V. Epifantsev**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Leading Researcher; Laboratory of mechanization and automation of crop production; All-Russian Scientific Research Institute of Soybean; e-mail: viktor.iepifantsiev.59@mail.ru;

**Yakov A. Osipov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher; Laboratory of mechanization and automation of crop production; All-Russian Scientific Research Institute of Soybean.

**Yuriy A. Vaitekhovich**, Junior Researcher, Postgraduate Student; Laboratory of mechanization and automation of crop production; All-Russian Scientific Research Institute of Soybean.

УДК 620.97:631.862

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-144-151

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ИЗ БИОГАЗА, ПОЛУЧАЕМОГО ОТ НАВОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

**Ирина Аркадьевна Савватеева, Варвара Петровна Друзьянова**

*Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова, г. Якутск*

**Аннотация.** В Республике Саха (Якутия) животноводство представлено следующими видами животных – крупный рогатый скот, лошади, олени, свиньи и птицы. На конец 2020-го года количество поголовья животных составляет 540 тыс. гол. Соответственно, они производят ежегодно 2,8 млн. т навоза. В настоящее время отсутствуют технологии по переработке и утилизации данного объема навоза, наносится невосполнимый урон окружающей среде.

Существуют различные способы по обеззараживанию, переработке и утилизации навоза животных [8]. Для применения в сложившихся условиях Якутии наиболее подходит психрофильная биогазовая технология, разработанная якутскими учеными [1, 8, 10, 16, 18]. При переработке навоза в биогазовых установках получается качественное удобрение и сопутствующий продукт биогаз – альтернативное топливо, возобновляемый источник энергии.

Необходимость широкого внедрения возобновляемых источников энергии требует учитывать все выходные параметры, а именно энергетическую, экологическую, режимную (эксплуатационную), экономическую и социальную эффективность. Сегодня более перспективный путь – использование солнечной энергии, запасённой в биомассе в результате фотосинтеза растений, для получения жидкого и газообразного топлива [2, 8, 19]. В отличие от ветроустановок и фотоэлектрических станций, затраты на внедрение биогазовых установок окупаются быстрее – от 5 до 26 месяцев в зависимости от объёма реакторов [19].

При внедрении биогазовых технологий можно достичь следующих целей: дешевое производство тепловой и электрической энергии; увеличение урожайности сельскохозяйственных культур с помощью применения эффлюента; улучшение качества сельскохозяйственной продукции – производство экологически чистых продуктов; улучшение социальных условий сельского населения путем создания замкнутого энергосберегающего производства; сохранение лесопосадок и снижение эрозии почв; экономия за счет снижения затрат на энергоносители и удобрения; снижение внутренней миграции из сельской местности.

**Ключевые слова:** навоз животных, биогазовые технологии, биогаз, летние фермы, удои молока, возобновляемые источники энергии, автономное электричество, энергоэффективность, удобрения, независимое автономное производство.

## TECHNOLOGY OF ELECTRICITY PRODUCTION FROM BIOGAS OBTAINED FROM CATTLE MANURE

**I. A. Savvateeva, V. P. Druzianova**

*North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov, Yakutsk*

**Abstract.** In the Republic of Sakha (Yakutia), animal husbandry is represented by the following animal species - cattle, horses, deer, pigs and poultry. At the end of 2020, the number of livestock



is 540000 head. Accordingly, they produce annually 2.8 million tons of manure. Currently, there are no technologies for processing and disposal of this volume of manure, and irreparable damage to the environment is caused.

There are various methods for the disinfection, processing and disposal of animal manure [8]. The psychrophilic biogas technology developed by Yakut scientists is most suitable for application in the current conditions of Yakutia [1, 8, 10, 16, 18].

When processing manure in biogas plants, high-quality fertilizer and related product – biogas are obtained. It is an alternative fuel and a renewable energy source.

The need for widespread introduction of renewable energy sources requires taking into account all output parameters, namely, energy, environmental, operating (operational), economic and social efficiency. Today, a more promising way is the use of solar energy to obtain liquid and gaseous fuels in detail to produce liquid and gaseous fuels [2, 8, 19]. In contrast to wind turbines and photovoltaic power stations, the cost of introducing biogas plants pays back from 5 to 26 months depending on the volume of reactors [19].

With the introduction of biogas technologies, the following goals can be achieved: cheap production of heat and electric energy (individual and state level), increase in crop yields through the using of effluent (individual and state level); improvement of the quality of agricultural products - the production of ecologically safe products; improvement of the social conditions of the rural population by creating a closed energy-saving production (individual and state level); preservation of forest plantations and reduction of soil erosion (mainly at the state level); savings due to lower energy costs and fertilizers (state level); reduction of internal migration from rural areas (state level).

**Key words:** animal manure, biogas technologies, biogas, summer farms, milk yield, renewable energy sources, autonomous electricity, energy efficiency, fertilizers, independent autonomous production.

**Введение.** Целью данной работы является создание автономной технологии электроснабжения в Республике Саха для эффективного использования удаленных территорий под пастбищные угодья, что положительно повлияло бы на повышение показателей удоев молока. Таким образом, можно не только вернуть заброшенные земли в оборот, но и создать безотходное независимое производство путем применения автономных энергогенерирующих комплексов. За основу взята психрофильная технология переработки свежего навоза животных, разработанная якутскими учеными [1, 8, 10, 16, 18].

Как известно, при утилизации в биоэнергетических установках свежий навоз превращается в качественное ор-

ганическое удобрение и в результате его анаэробного сбраживания образуется альтернативное топливо в виде биогаза [8]. Основным горючим составляющим биогаза является метан, а увеличение его количества достигается путем очистки биогаза от негорючих составляющих – воды, сероводорода и углекислого газа. В настоящее время разработаны и используются различные способы по доведению биогаза до качества моторного топлива, которые описаны в работах Семеновой О. П. [18], Петрова Н. В. [16].

**Методика.** На первом этапе была собрана и запущена лабораторная линия по анаэробному сбраживанию свежего навоза КРС (рис.1).



**Рис. 1. Принципиальная схема лабораторной биогазовой линии**

1 – метантенк объемом 1 м<sup>3</sup>; 2 – газгольдер; 3 – компрессор; 4 – фильтр; 5 – газовый баллон

Лабораторная линия по анаэробному сбраживанию свежего навоза КРС была установлена на территории частной жи-

вотноводческой фермы на металлической платформе (рис. 2).



**Рис. 2. Общий вид лабораторной линии по анаэробному сбраживанию**

После достижения устойчивой работы биогазовой линии, а именно с получением биогаза, поддерживающего процесс

горения, к линии добавили газовый генератор и потребитель энергии в виде электрической лампы (рис.3).



**Рис. 3. Экспериментальная когенерационная линия**

1 – метантенк объемом 1 м<sup>3</sup>; 2 – газгольдер; 3 – компрессор; 4 – фильтр; 5 – газовый баллон; 6 – газовый генератор марки «СПЕЦ» модель SG-6500E; 7 – электрическая лампа 40 Ватт

Для оценки топливного потенциала отходов предприятий животноводства будем опираться на количество поголовья КРС, содержащегося в фермерских хозяйствах Якутии. В Республике Саха (Якутия) животноводство представлено следующими видами животных – крупный рогатый скот, лошади, олени, свиньи и птицы. На конец 2020 года количество поголовья животных составляет 540 тыс. гол. Соответственно, они производят ежегодно 2,8 млн. т навоза. Эти отходы путем анаэробной технологии можно преобразовать в экологически чистое удобрение с получением сопутствующего продукта в виде биогаза. После очистки биогаз, альтернативное топливо можно преобразовывать в электрическую энергию через генераторы.

Для когенерации биогаза в электрическую энергию используются газопоршневые станции (ГПЭС). Газовые двигатели используются для работы в составе генераторных установок, предназначенных для стабильной и циклической работы (пиковые нагрузки) с комбинированной выработкой электроэнергии и тепла, а также в качестве аварийных источников энергии. Кроме того, они могут работать как в составе холодильных установок, так

и для привода насосов и газовых компрессоров. Они могут использовать различные виды газа: природный, газы с низкой теплотворной способностью, невысоким содержанием метана и низкой степенью детонации или газы с высокой теплотворной способностью – факельный, пропан, бутан, а также приспособлены к перестройке для работы с одного вида газа на другой.

**Результаты и обсуждение.** Перед запуском генератора был произведен сбор биогаза – установка работала в психрофильном режиме и средний суточный выход биогаза составлял 0,4–1,3 м<sup>3</sup>/сут. По работам разных исследователей известно, что в психрофильном режиме получается наилучшего качества биогаз – соотношение метана в психрофильном газе в основном преобладает [16]. Анализ полученного биогаза проведен газоанализатором «Автотест – 01.03М» – метан составил 94–96%.

Нами был выбран газовый генератор марки «СПЕЦ» модель SG-6500E. Требования к газу данного генератора: природный газ при условии состава метана CH<sub>4</sub> более 90%, уровень подачи топлива Q<sub>l</sub> > 2 кг/час (или Q<sub>l</sub> > 1 куб.м/час), рекомендуемое давление газа выходе 2 Кпа – 6 КПа.



Биогазовая линия с газогенератором



Процесс когенерации биогаза в электроэнергию

**Рис. 4. Момент преобразования биогаза в электрическую энергию (лампа 40 Вт)**

Таким образом, были обозначены основные значения факторов для обеспечения устойчивой работы генератора марки «СПЕЦ», модели SG-6500E: объем метана в биогазе 90–94%; регулятор давления на выходе 3,6 КПа; диаметр жиклера подачи газа  $d=40$  мм.

**Выводы.** Сырье – свежий навоз крупного рогатого скота с влажностью 87–90%. Режим работы биогазовой линии

– психрофильный (дневная температура воздуха 18–27 °С; ночная – 13–16 °С). Состав биогаза для оптимальной работы газового генератора должен находиться в пределах 94–96%  $\text{CH}_4$ . Ввиду того, что размеры частиц биогаза намного больше частиц природного газа, следует увеличить жиклеры при входе в камеру сгорания до 40 мм.

### Список литературы

1. Апробация новой биогазовой технологии: эксперименты и результаты / В. П. Друзьянова, С. А. Петрова, М. К. Охлопкова, А. В. Спиридонова, А. М. Бондаренко // Журнал борьбы с промышленным загрязнением окружающей среды. – 2017. – Т. 33. – № 1. – С. 1058–1066.
2. Баадер, В. Биогаз. Теория и практика / В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер. – Москва : Колос, 1982. – 148 с.
3. Биогаз на основе возобновляемого сырья – сравнительный анализ шестидесяти одной установки по производству биогаза в Германии (Russische Kurzfassung Biogas-Messprogramm II). // Biteco. – URL: <https://mediathek.fnr.de/russische-kurzfassung-biogas-messprogramm-ii.html> (дата обращения 11.02.2014).
4. Веденев, А. Г. Руководство по биогазовым технологиям / А. Г. Веденев, Т. А. Веденева. – Бишкек: ДЭМИ, 2011. – 84 с.
5. Веденев, А. Г. Биогазовые технологии в Кыргызской Республике / А. Г. Веденев, Т. А. Веденева. – ОФ «Флюид», Б. Типография «Полиграфоформление», 2006. – 90 с.
6. Гюнтер, Л. И. Метантенки / Л. И. Гюнтер, Л. Л. Гольдфрах. – Москва : Стройиздат, 1991. – 128 с., ил.
7. Даянова, Г. И. Анализ эффективности использования сельскохозяйственных угодий в республике Саха(Якутия) / Г. И. Даянова, И. К. Егорова, Л. Д. Протопопова // Материалы из заседания научно-координационного совета Якутский научно-исследова-



тельский институт сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова. –URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-effektivnosti-ispolzovaniya-selskohozyaystvennyh-ugodiy-v-respublike-saha-yakutiya> (дата обращения 03.03.2021).

8. Друзьянова, В. П. Энергосберегающая технология переработки навоза крупного рогатого скота : автореф. дис.на соиск. учен. степ. докт. техн. наук : 05.20.01 / Друзьянова Варвара Петровна □ Вост. Сиб. ун-т технологий и управления. – Улан-Удэ, 2015. – 22 с.

9. Евтеев, В. К. Особенности механизации животноводства в Республике Саха (Якутия) / В. К. Евтеев, В. П. Друзьянова // Актуальные проблемы АПК: материалы регион. науч.-практ. конф. Ч. 3. Механизация сельскохозяйственного производства. – Иркутск, 2001. – С. 14–15.

10. Егорова, Е. Н. Обоснование параметров метантенка малого объема с перемешивающим устройством для условий Республики Саха (Якутия) : автореф. дис.на соиск. учен. степ. канд. техн. наук : 05.20.01/ Егорова Елена Николаевна; Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Благовещенск, 2017. – 20 с.

11. Ковалев, А. А. Повышение энергетической эффективности биогазовых установок : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук : 05.20.01 / Ковалев Андрей Александрович; Всеросс. науч.-исслед. ин-т электрификации сельского хозяйства. – Москва, 2014. – 22 с.

12. Ковалев, В. В. Теоретические и практические аспекты совершенствования процессов биогазовой технологии / В. В. Ковалев, Д. В. Унгурияну, О. В. Ковалева // Проблемы региональной энергетики. – 2012. – №1. – С. 102–114.

13. Костромин, Д. В. Анаэробная переработка органических отходов животноводства в биореакторе с барботажным перемешиванием : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 05.20.01 / Костромин Денис Владимирович; Всерос. науч.-исслед. технол. ин-т ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка. – Москва, 2010. – 17 с.

14. Панцхава, Е. С. Биогаз – высокорентабельное топливо для всех регионов России / Е. С. Панцхава, М. М. Шипилов, А. П. Пауков, Н. Д. Ковалев // Новости теплоснабжения. – 2008. – № 1. – С. 20–23.

15. Петров, К. П. Аэродинамика тел простейших форм / К. П. Петров. – Москва : Физматлит, 1998. – 428 с.

16. Петров, Н. В. Обеспечение работоспособности бензиновых двигателей внутреннего сгорания сельскохозяйственной техники при переводе на биогаз корректированием регулировочных параметров двигателя : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 05.20.03 / Петров Николай Вадимович; Вост. Сиб. ун-т технологий и управления. – Улан-Удэ, 2013. – 20 с.

17. Ресурсосберегающая технология производства экологически чистых органических удобрений / Друзьянова В. П., Петрова С. А., Охлопкова М. К., Сергеев Ю.О. – Дупа, 2018 г. - Т. 93. - № 4. - С. 398-403.

18. Семенова, О.П. Повышение экологической безопасности в сельскохозяйственном производстве путем применения фильтра очистки биогаза с природным цеолитом: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 05.20.01/ Семенова Ольга Пантелеймоновна; Алт. гос. ун-т им. И.И. Ползунова. – Якутск, 2018. – 24 с.

19. Безруких, П. П. Эффективность возобновляемой энергетики. Мифы и факты. – URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-vozobnovlyaemoy-energetiki-mify-i-fakty> (дата обращения 21.01.2021).



### References

1. Aprobatsiia novoi biogazovoi tekhnologii: eksperimenty i rezul'taty (Approbation of new biogas technology: experiments and results), V.P. Druzianova, S. A. Petrova, M. K. Okhlop-kova, A. V. Spiridonova, A. M. Bondarenko, Zhurnal bor'by s promyshlennym zagriazneniem okruzhaiushchei sredy, 2017, T. 33, No 1, PP. 1058-1066.
2. Baader, V., Done, E., Brennderfer, M. Biogaz: Teoriia i praktika (Biogas: Theory and Practice), Moskva, Kolos, 1982, 148 p.
3. Biogaz na osnove vozobnovliaemogo syr'ia - Sravnitel'nyi analiz shestidesiati odnoi ustanovki po proizvodstvu biogaza v Germanii (Russische Kurzfassung Biogas- Messprogramm II). (Biogas based on renewable raw materials – Comparative analysis of sixty-one biogas plants in Germany, Viteco, URL: <https://mediathek.fnr.de/russische-kurzfassung-biogas-messprogramm-ii.html> (accessed data 11.02.2014).
4. Vedenev, A. G., Vedeneva, T. A. Rukovodstvo po biogazovym tekhnologiiam (Biogas Technology Guide), Bishkek, DEMI, 2011, 84 p.
5. Vedenev, A. G., Vedeneva, T. A. Biogazovye tekhnologii v Kyrgyzskoi Respublike (Biogas technologies in the Kyrgyz Republic), OF «Fluid», B. Tipografia «Poligrafoformlenie», 2006, 90 p.
6. Giunter, L. I., Goldfrab, L.I. Metantenki (Digesters), Moskva, Stroiizdat, 1991, 128 p.
7. Dayanova, G. I., Egorova, I. K., Protopopova, L. D. Analiz effektivnosti ispol'zovaniya sel'skokhozyaistvennykh ugodii v respublike Sakha (Yakutiya) (Analysis of the efficiency of agricultural land use), materialy iz zasedaniya nauchno-koordinatsionnogo soveta FGBNU Yakutskii nauchno-issledovatel'skii institut sel'skogo khozyaistva im. M.G. Safronova [Elektr. resurs] - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-effektivnosti-ispolzovaniya-selskohozyaystvennykh-ugodiy-v-respublike-saha-yakutiya> (data obrashcheniya 3.03.2021).
8. Druzianova, V. P. Energoberegaiushchaia tekhnologiya pererabotki navoza krupnogo rogatogo skota: avtoref. dis.na soisk. uchen. step. dokt. tekhn. nauk :05.20.01 (Energy-saving technology for processing cattle manure: Abstract of Doctor's degree dissertation: 05.20.01), Druzianova Varvara Petrovna, Vost. Sib. un-t tekhnologii i upravleniia, Ulan-Ude, 2015, 22 p.
9. Evteev, V. K., Druzianova, V. P. Osobennosti mekhanizatsii zhivotnovodstva v Respublike Sakha (Iakutiia) (Features of mechanization of animal husbandry in the Republic of Sakha (Yakutia)), Aktual'nye problemy APK: materialy region. nauch.- prakt. konf.: Ch. 3. Mekhanizatsiia sel'skokhoziaistvennogo proizvodstva, Irkutsk, 2001, PP. 14-15.
10. Egorova, E. N. Obosnovanie parametrov metantenka malogo ob'ema s peremeshivaiushchim ustroistvom dlia uslovii Respubliki Sakha (Iakutiia): avtoref. dis.na soisk. uchen. step. kand. tekhn. nauk : 05.20.01 (Substantiation of the parameters of a small digester with a mixing device for the conditions of the Republic of Sakha (Yakutia): Abstract of Ph.D. thesis: 05.20.01), Egorova Elena Nikolaevna, Dal'nevost. gos. agrar. un-t, Blagoveshchensk, 2017, 20 p.
11. Kovalev, A. A. Povyshenie energeticheskoi effektivnosti biogazovykh ustanovok: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. tekhn. nauk : 05.20.01 (Increasing of the energy efficiency of biogas plants: Abstract of Ph.D. thesis: 05.20.01), Kovalev Andrei Aleksandrovich, Vseross. nauch.-issled. in-t elektrifikatsii sel'skogo khoziaistva, Moskva, 2014, 22 p.
12. Kovalev, V. V., Ungurianu, D.V., Kovaleva, O.V. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty sovershenstvovaniia protsessov biogazovoi tekhnologii (Theoretical and practical aspects of improving the processes of biogas technology), Problemy regional'noi energetiki, 2012, No 1, PP.102-114.
13. Kostromin, D. V. Anaerobnaia pererabotka organicheskikh otkhodov zhivotnovodstva v bioreaktore s barbotazhnym peremeshivaniem: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. tekhn. nauk: 05.20.01 (Anaerobic processing of organic animal waste in a bioreactor with bubbling mix-

ing: Abstract of Ph.D. thesis: 05.20.01), Kostromin Denis Vladimirovich, Vseros. nauch.-issled. tekhnol. in-t remonta i ekspluatatsii mashinno-traktornogo parka, Moskva, 2010, 17 p.

14. Pantskhava, E. S., Shipilov, M. M., Paukov, A.P., Kovalev, N. D. Biogaz - vysokorentabel'noe toplivo dlia vseh regionov Rossii (Biogas is a highly profitable fuel for all regions of Russia), *Novosti teplosnabzheniia*, 2008, No 1., PP. 20-23.

15. Petrov, K. P. Aerodinamika tel prosteishikh form (Aerodynamics of bodies of the simplest shapes), Moskva, Fizmatlit, 1998, 428 p.

16. Petrov, N. V. Obespechenie rabotosposobnosti benzinovykh dvigatelei vnutrennego sgoraniia sel'skokhoziaistvennoi tekhniki pri perevode na biogaz korrektsirovaniem regulirovochnykh parametrov dvigatel'ia: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. tekhn. Nauk : 05.20.03 (Ensuring of the operability of gasoline internal combustion engines of agricultural machinery when converting to biogas by adjusting the regulated parameters of the engines: Abstract of Ph.D. thesis: 05.20.03, Petrov Nikolai Vadimovich, Vost. Sib. un-t tekhnologii i upravleniia, Ulan-Ude, 2013, 20 p.

17. Resursosberegaiushchaia tekhnologiia proizvodstva ekologicheskii chistykh organicheskikh udobrenii (Resource-saving technology for the production of environmentally friendly organic fertilizers), Druzianova V. P., Petrova S. A., Okhlopko M. K., Sergeev Yu.O., *Dyna*, 2018 g., T. 93, No 4, PP. 398-403.

18. Semenova, O. P. Povyshenie ekologicheskoi bezopasnosti v sel'skokhoziaistvennom proizvodstve putem primeneniia fil'tra ochistki biogaza s prirodnykh tseolitom: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. tekhn. nauk: 05.20.01 (Improvement of environmental safety in agricultural production by using a biogas filter with natural zeolite: Abstract of Ph.D. thesis: 05.20.01), Semenova Ol'ga Panteleimonovna, Alt. gos. un-t im. I.I. Polzunova, Iakutsk, 2018, 24 p.

19. Bezrukikh, P. P. Effektivnost' vobnovliaemoi energetiki. Mify i fakty. [Elektr. resurs] (Renewable energy efficiency. Myths and facts.) URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-vozobnovlyaemoy-energetiki-mify-i-fakty> (accessed data 21.01.2021).

© Савватеева И. А., Друзьянова В. П., 2021

### **Информация об авторах**

**Друзьянова Варвара Петровна**, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой эксплуатации автомобильного транспорта и автосервиса Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова, г. Якутск, e-mail: [druzvar@mail.ru](mailto:druzvar@mail.ru).

**Савватеева Ирина Аркадьевна**, старший преподаватель кафедры эксплуатации автомобильного транспорта и автосервиса Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова, г. Якутск, e-mail: [karinushka\\_nv25@mail.ru](mailto:karinushka_nv25@mail.ru).

### **Information about authors**

**Varvara P. Druzianova**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Car Operation and Service, Faculty of Road Traffic; North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov; 58, Belinsky st., Yakutsk, Sakha Republic (Yakutia), Russia; 677007; e-mail: [druzvar@mail.ru](mailto:druzvar@mail.ru);

**Irina A. Savvateeva**, Senior Lecturer of the Department of Car Operation and Service, Faculty of Road Traffic; North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov; 58, Belinsky st., Yakutsk, Sakha Republic (Yakutia), Russia; 677007; e-mail: [karinushka\\_nv25@mail.ru](mailto:karinushka_nv25@mail.ru).

УДК 631.86:661.7

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-152-159

## ПИРОЛИЗНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

**Анастасия Валериевна Спиридонова, Варвара Петровна Друзьянова**

*Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова, Якутск*

**Аннотация.** Агропромышленный комплекс – лидер среди производственных отраслей по количеству образующихся вредных веществ. Отходы, получаемые при ведении сельского хозяйства, наносят огромный вред экологии. Без очистки, утилизации, переработки они отравляют почву, водоемы, негативно влияют на атмосферу. При этом сельский «мусор» путем применения соответствующей технологии переработки может преобразоваться в сырье для удобрений, кормов или топлива. В настоящее время существуют различные технологии, позволяющие организовать малоотходное или безотходное производство [7].

На конец 2020 года количество крупного рогатого скота, лошадей, свиней, оленей по Республике Саха (Якутия) составляет 540 тыс. голов. Ежегодно они производят до 2 729 170 т навоза. В настоящее время отсутствуют технологии по переработке и обезвреживанию производимого навоза, наносится огромный вред хрупкой экологии Крайнего Севера. Известно, что 1 т свежего навоза поглощает за сутки до 5 т кислорода, при использовании в виде удобрения в почву вносится до 14 млн семян сорных растений и выбрасывается ощутимый объем углекислого газа и метана в атмосферу. Естественное перепревание навоза в условиях Якутии, происходит в течение 36–48 месяцев. Чтобы стабилизировать и в перспективе улучшить экологическую ситуацию в Республике Саха (Якутия), предлагается внедрить пиролизную технологию по обезвреживанию и утилизации твердого навоза животных с получением альтернативного топлива в виде пиролизного газа [3].

**Ключевые слова:** животноводство, твердый навоз, утилизация отходов, пиролизная технология, пиролизный газ, природный цеолит, моторное топливо.

## PYROLYSIS TECHNOLOGY IN ANIMAL HUSBANDRY

**Anastasia V. Spiridonova, Varvara P. Druzyanova**

*North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov, Yakutsk*

**Abstract.** The agro-industrial complex is a leader among industrial sectors in terms of the amount of harmful substances. Waste from agriculture is extremely harmful to the environment. Without cleaning, disposal, processing, they poison the soil, water bodies, negatively affect the atmosphere. At the same time, rural “garbage” can be transformed into raw materials for fertilizers, feed or fuel through the use of appropriate processing technology. Currently, there are various technologies that make it possible to organize low-waste or non-waste production [7].

At the end of 2020, the number of cattle, horses, pigs, deer in the Republic of Sakha (Yakutia) is 540 thousand heads. They produce up to 2,729,170 tons of manure annually. Currently, there are no technologies for processing and neutralizing the produced manure, and enormous damage is caused to the delicate ecology of the Far North. It is known that 1 ton of fresh manure absorbs up to 5 tons of oxygen per day; when used as a fertilizer, up to 14 million weed seeds are introduced into the soil and a significant amount of carbon dioxide and methane is emitted into the atmosphere. Natural overheating of manure in Yakutia takes place within 36 - 48 months. In order to stabilize and improve the ecological situation in the Republic of Sakha (Yakutia) in the future, it

is proposed to introduce pyrolysis technology for the neutralization and utilization of solid animal manure to obtain an alternative fuel in the form of pyrolysis gas [3].

**Key words:** livestock raising, solid manure, waste disposal, pyrolysis technology, pyrolysis gas, natural zeolite, motor fuel.

**Введение.** Целью данной работы является адаптация пиролизной технологии Глушкова под утилизацию твердых отходов животноводства для очистки окружа-

ющей среды от скоплений твердого навоза и производства альтернативного топлива в виде пирогаза.



**Рис. 1. Кучи твердого навоза возле животноводческих ферм**

В условиях существующего топливно-энергетического кризиса конечные пользователи энергоносителей становятся незащищенными от возможности прекращения поставок. В связи с этим в последнее время резко возрос интерес к альтернативным источникам энергии, характеризующимся доступностью и постоянной возобновляемостью [1, 2, 10].

Их можно разделить на две большие категории:

- с превращением энергии ветра, воды, солнца и др. в необходимую для человека энергию;

- путем переработки углерод-водород содержащего, а также органического сырья в энергоносители.

Первая категория характеризуется низкой эффективностью получения энергии, её высокой стоимостью и не универсальностью применения. Из источников второй категории наибольшей реальностью применения (с точки зрения наличия легкодоступности и возобновляемости ресурсов) обладают те, перерабатываемым

сырьем для которых является органическое сырьё [4, 12]. Для удовлетворения нужд потребителей данные технологии должны характеризоваться простотой конструкторских решений, полнотой и высокой скоростью переработки и малыми затратами на нее, что определяет их эффективность [5].

**Методика.** По договору о совместном сотрудничестве с Ижевским государственным техническим университетом в 2013 году СВФУ приобрел лабораторную пиролизную установку ГВА-1, разработанную к.т.н., доцентом Глушковым В.А. (патент №2225573 от 10 марта 2004 г.) (рис.2) [5-8,13,14].

Технические характеристики установки ГВА – 1: масса – 300 кг, габаритные размеры – 1590x1350x930 мм, максимальный объем загрузки – 0,08 м<sup>3</sup>, максимальная масса загрузки (исходя из плотности до 200 кг/м<sup>3</sup>) – 16 кг, максимальная производительность по газу – 40 м<sup>3</sup>/час, выработка газа – 1,7 м<sup>3</sup> с 1 кг биомассы, теплотворная способность газа – 15–18 МДж/м<sup>3</sup>, мощность нагревателя – 6 кВт [5,11].



Эксперименты проводились в два этапа.

На первом этапе проведен цикл работ по ознакомлению с установкой Глушкова [5], которые выявили следующие недостатки [6, 7]:

1. Слабая герметичность термореактора.

2. Водяной конденсат обратно закачивается в термореактор.

3. Термоэлектрические нагреватели (ТЭНы) открытые, поэтому в процессе утилизации отходов происходит налипание продуктов сгорания на поверхности ТЭНов, что выводит их из строя.



**Рис. 2. Пиролизная установка ГВА-1:**

1 – термореактор, 2 – гидрозатвор, 3 – электронный блок контроля и управления, 4 – рама, 5 – газовое оборудование, 6 – датчики температуры [6, 7, 8]

Вышеназванные проблемы устранены следующим образом:

1. Герметизация улучшена добавлением к паронитовому листу, базальтовой ваты и асбестовой ленты.

2. Предусмотрели обратный клапан, исключающий возврат конденсата в термореактор (рис. 3).



**Рис. 3. Обратный клапан**

3. На ТЭНы вдеты трубы длиной 300 мм с диаметром 22 мм.

Последующие эксперименты проводили на установке с защитными кожухами на ТЭНах.

Эксперименты проводились при следующих параметрах окружающей среды и утилизируемого сырья: температура помещения 23°C; масса древесных опилок 3 кг; температура сырья 18°C.

Растительная биомасса – щепа древесная (сосна) загружается в термореактор 1, плотно привинчивается крышка, установка подключается к сети. В термореакторе устанавливается рабочая температура в 400°C. При переработке 3 кг древесных опилок выход газа происходит в среднем за 45 мин, а процесс пиролиза завершается за 112 мин.

**Результаты и обсуждение.** На фермах КРС образуется бесподстилочный навоз, который агрессивнее влияет на экологию, чем подстилочный. В стойловый период свежий навоз формируется в брикеты и стаскивается в близлежащие к ферме открытые местности [9].

За жаркое короткое лето поверхность куч навоза высушивается под воздействием воздуха, а через 4–5 лет оттаивает и перепревает основная куча. Таким образом, кучи навозов максимально перепревают минимум за 6–7 лет в естественных условиях. За этот период происходит размножение и рассеивание семян сорных растений, возбудителей различных болезней, и наносится непоправимый урон экологии Севера.

В настоящее время ввиду локализаций ферм в населенных пунктах пейзаж большинства сел имеет весьма удручающий вид – деревни опоясаны массами твердого навоза, которые в период дождей превращаются в зловонное месиво.

В наших исследованиях утилизируется по пиролизной технологии твердый навоз влажностью от 5–25%.

Химический состав коровьего навоза следующий :

1. Азот. Его соединения способствует ускорению роста растений.

2. Калий – нужен растениям для продуктивного использования воды, увеличения движения соков в них, развития мощной корневой системы. Особенно необходим калий растениям в начале образования цветков и роста плодов. Калий делает растения устойчивее к засухе, заморозкам, грибковым заболеваниям и вредителям.

3. Кальций нейтрализует кислоты органики, превращая их в форму, которая не наносит вреда растениям.

4. Фосфор нужен растениям для образования завязи плодов.

5. Магний непосредственно участвует в выработке энергии роста организма растений, его урожайности и плодоношении.

Плотность навоза – это соотношение веса искомого материала к его занимаемому объему (Н/м<sup>3</sup>). В зависимости от влажности навоза определение плотностей проводятся по следующей формуле:

$$\rho = \gamma / g \quad (1)$$

где  $\rho$  – плотность,  $\gamma$  – удельный вес,  $g$  – ускорение свободного падения, которое в обычных случаях является константой и равняется 9,81 м/с<sup>2</sup>.

Чтобы перевести этот показатель в систему СИ, то есть в кг/м<sup>3</sup>, необходимо его умножить на 0,102.

По данным различных исследователей, теплотворная способность 1 кг навоза составляет примерно 3,2 кВт\*ч, т.е. тонна навоза дает 1600 кВт\*ч тепловой энергии.

Выходные параметры по эксперименту следующие:

– потребление электроэнергии

$$W = 3 - 3,3 \text{ кВт}$$

– объем полученного газа

$$V_{\text{п.г.}} = 0,103 - 0,105 \text{ м}^3$$

– масса отработавшего сырья

$$m_{\text{отр.с.}} = 0,500 - 0,55 \text{ кг}$$

– масса не сгоревшего сырья

$$m_{\text{ост.}} = 1,95 - 2$$

– время эксперимента

$$T_{\text{экс}} = 112 \text{ мин}$$

– потенциальный выход газа

$$m_{\text{пот}} = 2,3 - 2,5 \text{ м}^3$$

– «Потерянный» объем газа

$$V_{\text{потер.}} = 1,15 - 1,25 \text{ м}^3$$

Изучены математические модели [1–5] пиролизного процесса. Обнаружено, что подавляющее количество моделей описывают химический процесс, протекающий в тех или иных реакторах. На сегодняшний день только модель Глуш-

кова В. А. описывает технологический процесс пиролиза.

Модель процесса пиролиза в установленном режиме по Глушкову имеет вид:

$$Q(m)=605,7 \cdot m \quad (2)$$

где  $Q$  – в Ватт-минутах,  $m$  – в граммах.

При переводе мин в секунды, уравнение (1) примет следующий вид:

$$Q(m)=0,16 \cdot m \quad (3)$$

Следует отметить, что данная модель учитывает только массу утилизируемого сырья, а такой значимый параметр, как влажность, не берется во внимание. В связи с этим предлагаем внести коррективы.

Известно, что масса – это физическая величина, которая является мерой инертности тела:

$$m = \rho V. \quad (4)$$

Сырье примем за твердое сыпучее вещество и для определения его объема будем пользоваться формулой для прямого кругового цилиндра:

$$V = \pi r^2 h. \quad (5)$$

Плотность вещества с учетом влажности определяется по формуле:

$$\rho = \frac{\omega_{\text{ог}} \cdot 1000}{\omega} \quad (6)$$

Тогда, с учетом (3) и (4) выражений уравнение (2) примет следующий вид:

$$Q(m) = 0,16 \left( \frac{\omega_{\text{ог}} \cdot 1000}{\omega} \right) \cdot \pi r^2 h \quad (7)$$

Таким образом, получена модель процесса пиролиза для установки Глушкова, позволяющая рассчитывать требуемый расход энергии на перерабатываемую массу сырья с учетом ее объема и влажности.

Однако, модель (7) не учитывает такие важные факторы процесса как период выдержки сырья в реакторе и размеры измельченной фракции сырья. Поэтому наши дальнейшие исследования по модернизации модели пиролиза будут продолжены.

**Выводы.** Таким образом, пиролизная технология позволит:

- эффективно утилизировать твердый навоз влажностью 15-20% в альтернативный источник энергии;
- очистить экологию от органических отходов;
- по-новому взглянуть на возможные пути выхода из энергетического кризиса

и открывает научно-техническое направление создания экологически безопасных энергетических установок пиролизической переработки органического сырья.

За год в Республике Саха (Якутия) образуется 2 729 178 т навоза животных, который в настоящее время никак не обезвреживается и не утилизируется. Путем пиролиза из данного объема навоза можно получить топливного газа в объеме 6 822 500 м<sup>3</sup> в год, что равноценно 5 799 125 т условного топлива (каменного угля).

### Список литературы

1. Глушков, В. А. Анализ проблемы поиска альтернативы нефти и природному газу / В. А. Глушков. – Москва ; Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2007. – 200 с.
2. Глушков, В. А. Возможности энергоресурсосбережения для ИжГТУ при использовании биомассы / В. А. Глушков // Приборостроение в XXI веке. Интеграция науки, образования и производства : сб. материалов VII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, посвященной 50-летию приборостроительного факультета. 15–17 ноября 2011 г. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2012. – С. 241–243.

3. Глушков, В. А. Результаты испытаний экспериментальной пиролизной установки / В. А. Глушков, В. П. Тарануха, А. Ю. Печенкин // Приборостроение в XXI веке. Интеграция науки, образования и производства: сб. материалов VII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, посвященной 50-летию приборостроительного факультета. 15–17 ноября 2011 г. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2012. – С. 244–245.
4. Глушков, В. А. Технологические режимы получения энергоносителей путем переработки биомассы / В. А. Глушков, В. П. Тарануха, А. Ю. Печенкин, И. Г. Русяк. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2011. – 112 с.
5. Глушков, В. А. Экспериментальная установка для пиролизической переработки биомассы с повышенной энергетической отдачей / В. А. Глушков, В. П. Тарануха, А. Ю. Печенкин // Приборостроение в XXI веке. Интеграция науки, образования и производства: материалы VI Всероссийской научно-технической конференции. декабрь 2010 г. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2011. – С. 29–35.
6. Друзьянова, В. П. Возможности утилизации отходов автомобильного транспорта с использованием пиролизной установки ГВА-1 / В. П. Друзьянова, А. В. Спиридонова // Перспективы социально-эконом. развития села РС(Я) : сб. статей по матер. респ. научно-практ. конф. – Якутск : Изд. «Алаас», 2015. – 22 с.
7. Друзьянова, В. П. Пиролизный способ получения альтернативного моторного топлива / В. П. Друзьянова, А. В. Спиридонова // Вестник ИрГСХА. - 2018. – № 84. – С. 150–156.
8. Друзьянова, В. П. Пиролизная технология в автотранспортной отрасли Якутии / В. П. Друзьянова, М. Я. Рожина, В. А. Спиридонова // Научно-технический вестник Поволжья. – 2016. – № 2. – С. 17–20.
9. Друзьянова, В. П. Ресурсосберегающая технология утилизации бесподстилочного навоза крупного рогатого скота в условиях Республики Саха (Якутия), автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук : 05.20.01 / Друзьянова Варвара Петровна; Восточно-Сибирский госуд. ун-т технологий и управления.– Улан-Удэ, 2004. – 24 с.
10. Зайцев, Ю. В. Опыт создания СПГ установок различного назначения / Ю. В. Зайцев, Г. К. Лавренченко// Технические газы. – 2007. – № 2. – С. 48 – 55.
11. Ибрагимов, Ч. Ш. Научные основы и практические задачи химической кибернетики / Ч. Ш. Ибрагимов, А. И. Бабаев. – Баку: Изд. АГНА, 2015. – С. 235–238.
12. Лавренченко, Г.К. Вклад профессора А.П. Клименко и его школы в создание научных основ углеводородных энерготехнологий / Г.К. Лавренченко // АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо. – 2014. – №1(49). – С. 34 – 39.
13. Патент РФ А 1 2225573 RU 7 F23G5/027. Установка для пиролиза углеводородных отходов / Глушков В. А. – 2002120394/03; заявл. 29.07.2002 // Изобретения. Полезные модели. – 2004. – № 7.
14. Шахтактинский, Т. Н. Системный анализ процессов разделения и очистки продуктов нефтехимии /Т. Н. Шахтактинский, Ч Ш. Ибрагимов А. И. Бабаев. – Баку : Изд-во «Элм», 2006. – С. 120–124.



### References

1. Glushkov, V. A. Analiz problemy poiska al'ternativy nefti i prirodnomu gazu (Analysis of the problem of finding alternatives to oil and natural gas), Moskva, Izhevsk, NITS «Regulyarnaya i khaoticheskaya dinamika», 2007, 200 p.
2. Glushkov, V. A. Vozmozhnosti energoresursosberezheniya dlya IzhGTU pri ispol'zovanii biomassy (Possibilities of energy saving for ISTU when using biomass), Priborostroyeniye v XXI veke. Integratsiya nauki, obrazovaniya i proizvodstva, sb. materialov VII Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, posvyashchennoy 50-letiyu priborostroitel'nogo fakul'teta, 15–17 noyabrya 2011 g., Izhevsk, Izd-vo IzhGTU, 2012, PP. 241–243.
3. Glushkov, V. A., Taranukha, V.P., Pechenkin, A.YU. Rezul'taty ispytaniy eksperimental'noy piroliznoy ustanovki (Test results of the experimental pyrolysis plant), Priborostroyeniye v XXI veke. Integratsiya nauki, obrazovaniya i proizvodstva, sb. materialov VII Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, posvyashchennoy 50-letiyu priborostroitel'nogo fakul'teta, 15–17 noyabrya 2011 g., Izhevsk, Izd-vo IzhGTU, 2012, PP. 244–245.
4. Glushkov, V. A., Taranukha, V. P., Pechenkin, A. YU., Rusyak, I. G. Tekhnologicheskiye rezhimy polucheniya energonositeley putem pererabotki biomassy (Technological modes of obtaining energy carriers by processing biomass), Izhevsk, Izd-vo IzhGTU, 2011, 112 p.
5. Glushkov, V. A., Taranukha, V. P., Pechenkin A. YU. Eksperimental'naya ustanovka dlya piroliticheskoy pererabotki biomassy s povyshennoy energeticheskoy otdachey (Experimental installation for pyrolytic processing of biomass with increased energy efficiency), Priborostroyeniye v XXI veke. Integratsiya nauki, obrazovaniya i proizvodstva, materialy VI Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, dekabr' 2010 g., Izhevsk, Izd-vo IzhGTU, 2011, PP. 29–35.
6. Druzyanova, V. P., Spiridonova, A. V. Vozmozhnosti utilizatsii otkhodov avtomobil'nogo transporta s ispol'zovaniyem piroliznoy ustanovki GVA-1 (The possibilities of recycling road transport waste using the GVA-1 pyrolysis unit), Perspektivy sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya sela RS(YA) Sbornik statey po materialam resp. nauchno-prakt. konf., Yakutsk, Izd. «Alaas», 2015, 22 p.
7. Druzyanova, V. P., Spiridonova, A.V. Piroliznyy sposob polucheniya al'ternativnogo motornogo topliva (Pyrolysis method for producing alternative motor fuel), Vestnik IrGSKHA, 2018, No 84, PP. 150-156.
8. Druzyanova, V.P., Rozhina, M.YA., Spiridonova, V.A. Piroliznaya tekhnologiya v avtotransportnoy otrasli Yakutii (Pyrolysis technology in the motor transport industry of Yakutia), Nauchno-tekhnicheskiiy vestnik Povolzh'ya, 2016, No 2, PP. 17-20.
9. Druzyanova, V. P. Resursosberegayushchaya tekhnologiya utilizatsii bespodstilochnogo navoza krupnogo rogatogo skota v usloviyakh Respubliki Sakha (Yakutiya), avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. tekhn. nauk: 05.20.01 (Resource-saving technology for the utilization of bedless cattle manure in the Republic of Sakha (Yakutia), Abstract of Ph.D. thesis: 05.20.01) / Druzyanova Varvara Petrovna, Vostochno-Sibirskiy gosudarstvennyy universitet tekhnologiy i upravleniya, Ulan-Ude, 2004, 24 p.

10. Zaytsev, Yu. V., Lavrenchenko, G.K. Opyt sozdaniya SPG ustanovok razlichnogo naznacheniya (Experience in creating LNG plants for various purposes), Tekhnicheskiye gazy, 2007, No 2, PP. 48 - 55.
11. Ibragimov, Ch.Sh., Babayev, A.I. Nauchnyye osnovy i prakticheskiye zadachi khimicheskoy kibernetiki (Scientific foundations and practical tasks of chemical cybernetics), Baku, izd. AGNA, 2015, PP. 235-238.
12. Lavrenchenko, G. K. Vklad professora A.P. Klimenko i yego shkoly v sozdaniye nauchnykh osnov uglevodorodnykh energotekhnologiy (Contribution of Professor A.P. Klimenko and his schools in the creation of scientific foundations of hydrocarbon energy technologies), AvtoGazoZapravochnyy Kompleks + Al'ternativnoye toplivo, 2014, No 1(49), PP. 34 - 39.
13. Patent RF A 1 2225573 RU 7 F23G5/027. Ustanovka dlya piroliza uglevodorodnykh otkhodov (RF patent A 1 2225573 RU 7 F23G5 / 027. Installation for pyrolysis of hydrocarbon waste), Glushkov V. A., 2002120394/03; zayavl. 29.07.2002., Izobreteniya. Poleznyye modeli, 2004, No 7.
14. Shakhtakhtinskiy, T. N., Ibragimov, Ch. Sh., Babayev, A. I., Sistemnyy analiz protsessov razdeleniya i ochistki produktov neftekhimii (System analysis of processes of separation and purification of petrochemical products), Baku, izd-vo «Elm», 2006, PP. 120–124.

© Друзянова В. П., Спиридонова А. В., 2021

#### **Информация об авторах**

**Друзьянова Варвара Петровна**, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой эксплуатации автомобильного транспорта и автосервиса автодорожного факультета Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, 677000, Россия, Якутск, ул. Красильникова 13, e-mail: [druzvar@mail.ru](mailto:druzvar@mail.ru).

**Спиридонова Анастасия Валериевна**, старший преподаватель кафедры эксплуатации автомобильного транспорта и автосервиса автодорожного факультета Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, 677000, Россия, Якутск, ул. Красильникова 13, e-mail: [savadf0706@mail.ru](mailto:savadf0706@mail.ru).

#### **Information about the authors**

**Varvara P. Druzianova**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Car Operation and Service, Faculty of Road Construction; North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov; 13, Krasilnikova str., Yakutsk, Sakha Republic (Yakutia), Russia; 677000; e-mail: [druzvar@mail.ru](mailto:druzvar@mail.ru);

**Anastasia V. Spiridonova**, Senior Lecturer of the Department of Car Operation and Service, Faculty of Road Construction, North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov; 13, Krasilnikova str., Yakutsk, Sakha Republic (Yakutia), Russia; 677000; e-mail: [savadf0706@mail.ru](mailto:savadf0706@mail.ru).

УДК 631.37

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-160-164

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЯ ПОГРУЖЕНИЯ В ПОЧВУ ТРАПЕЦИЕВИДНОГО ПОЧВОЗАЦЕПА

Сергей Александрович Шишлов, Александр Николаевич Шишлов, Наталья Александровна Чугаева

*Приморская государственная сельскохозяйственная академия, г. Уссурийск*

**Аннотация.** Применение мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин на гусеничном ходу является в ряде случаев единственным возможным вариантом проведения агротехнических операций в сложившихся природно-производственных условиях. Форма и конструкция почвозацепа во многом определяют характер деформирования опорной поверхности, с которой взаимодействует гусеничный движитель сельскохозяйственной техники, усилия, возникающие при этом взаимодействии, и, в конечном итоге, способность гусеничной техники к передвижению. В статье представлены некоторые результаты теоретических и экспериментальных исследований по определению усилия, необходимого для погружения трапецевидного почвозацепа в почву. Получены закономерности, позволяющие определить величину усилия с учетом геометрических параметров почвозацепа и физико-механических свойств почвы. Экспериментально установлено, что при погружении почвозацепа его наклонные боковые поверхности дополнительно деформируют больший объем почвы, уплотняя ее и способствуя повышению сцепных свойств движителя с почвой.

**Ключевые слова:** почва, почвозацеп, деформация, тягово-сцепные свойства.

## DEFINITION OF THE INTRUSION FORCE OF A TRAPEZOIDAL GROUSER IN THE SOIL

Sergey A. Shishlov, Aleksandr N. Shishlov, Natalia A. Chugaeva

*Primorskaya State Academy of Agriculture, Ussuriisk*

**Abstract.** In some cases the application of mobile power equipment and agricultural machines on crawler tracks is the only possible option for conducting agricultural operations in the prevailing natural and industrial conditions. The shape and design of the grouser largely define the nature of the deformation of the support surface with which the crawler mover of agricultural machinery interacts; the forces, arising from this interaction, and, ultimately, the ability of the tracked vehicles to move. The article presents some results of theoretical and experimental studies on the definition of the force required for the intrusion of trapezoidal grousers in the soil. Regularities that allow defining the magnitude of the force, taking into account the geometric parameters of the grouser and the physical and mechanical properties of the soil are obtained. It is experimentally established that when the grouser is intruded, its inclined side surfaces additionally deform a larger volume of soil, compacting it and contributing to an increase in the coupling properties of the mover with the soil.

**Key words:** soil, grouser, deformation, traction properties.

**Введение.** Тягово-сцепные свойства движителей машин являются одним из основных факторов, влияющих на качество полевых механизированных работ, сроки их проведения и затраты на выполнение [2]. Особенно это актуально при работе техники на почвах повышенной влажности, что характерно для условий Дальневосточного региона [3].

Цель работы – выявить конструкцию почвозацепа гусеничного движителя, наиболее полно отвечающую условиям эксплуатации на почвах с малой несущей способностью.

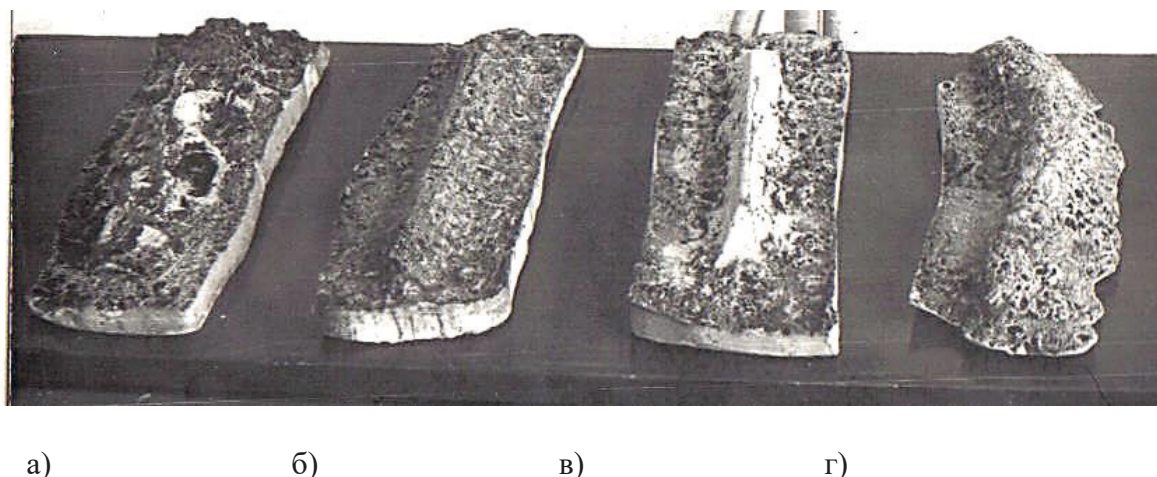
В соответствии с поставленной целью задачами работы являются:

– исследование воздействия распространенных форм почвозацепов гусеничных движителей на почву;

– анализ усилий, возникающих при внедрении в почву почвозацепа, показавшего наибольшую эффективность.

**Условия и методы исследования.** Исследования проводились в лабораторных и полевых условиях при влажности почвы от 24 до 37 процентов [1, 3]. Методика исследования базировалась на основных закономерностях деформации и физико-механических свойствах почв при воздействии на них движителей машин.

Для сравнительного анализа были выбраны четыре типа почвозацепов гусеничного движителя – прямой расчлененный, прямой сплошной, трапециевидный, криволинейный. После прохода почвозацепа в образовавшийся на почве след заливали жидкий гипс. При застывании гипса, по слепку, оценивали характер воздействия почвозацепа на почву.



**Рис. 1. Результат воздействия почвозацепа на почву:**

а) прямого расчлененного; б) прямого сплошного;  
в) трапециевидного; г) криволинейного

Анализ полученных результатов (рисунок 1) показывает, что залипание и повреждение почвы происходит при взаимодействии с ней всех рассматриваемых типов почвозацепов, при этом наименьшему залипанию подвержен трапециевидный почвозацеп.

Для выявления характера вертикальной деформации почвы трапециевидным почвозацепом исследовали ее вертикальный срез по месту прохождения почвозацепа (рис. 2). С целью обеспечения на-

глядности деформации, почва по месту прохождения почвозацепа послойно засыпалась с песком, то есть слой почвы – слой песка. Полученный срез почвы наглядно показывает, что деформация происходит не только вглубь, но и в боковом направлении от наклонных боковых граней (поверхностей) почвозацепа, при этом за счет большего объема уплотняемой почвы возможно повышение тягово-сцепных свойств движителя.



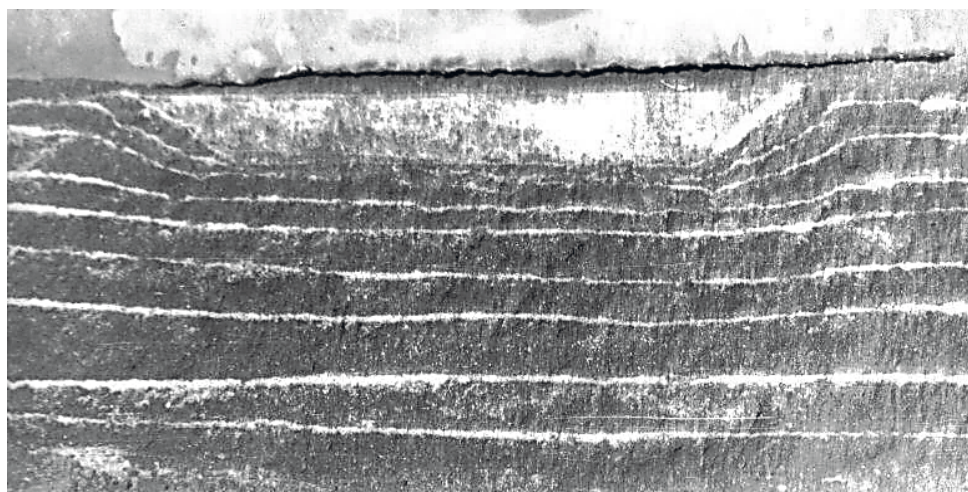


Рис. 2. Деформация почвы трапециевидным почвозацепом

**Результаты исследований.** Определим усилия, возникающие при внедрении в почву трапециевидного почвозацепа (рисунок 3). Введем обозначения:  $N_{\delta}$  и  $N_{y}$  – нормальные усилия на боковой и упорной

гранях почвозацепа соответственно;  $N_{\delta \text{ тр}}$  и  $N_{y \text{ тр}}$  – усилия трения на боковой и упорной гранях почвозацепа соответственно;  $F$  – вертикальное усилие на почвозацеп.

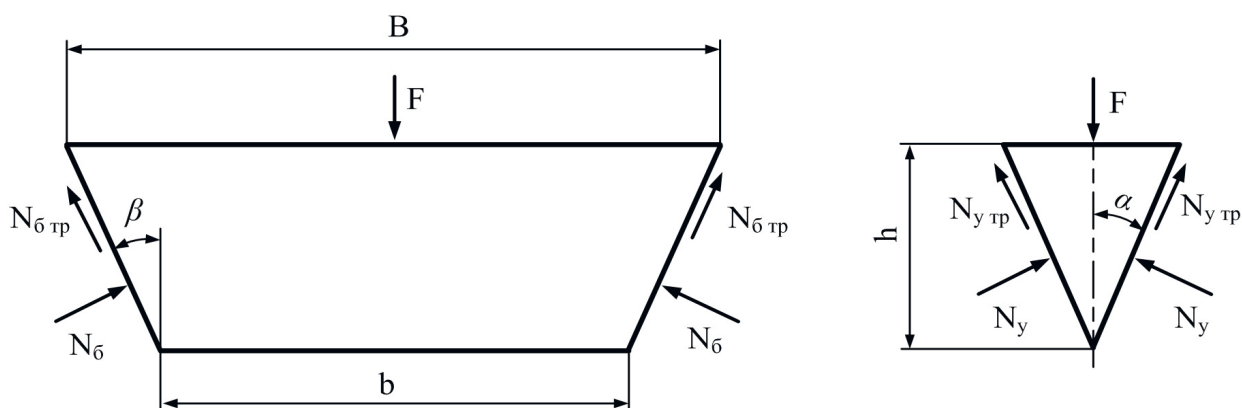


Рис. 3. Усилия на гранях трапециевидного почвозацепа

Условие равновесия системы сил, действующих на почвозацеп при их проецировании на вертикальную ось, имеет вид

$$2[(N_{\delta} \sin \beta + N_{\delta \text{ тр}} \cos \beta) + (N_y \sin \alpha + N_{y \text{ тр}} \cos \alpha)] - F = 0, \quad (1)$$

Откуда

$$F = 2[(N_{\delta} \sin \beta + N_{\delta \text{ тр}} \cos \beta) + (N_y \sin \alpha + N_{y \text{ тр}} \cos \alpha)], \quad (2)$$

Нормальные составляющие усилий на боковой и упорной гранях почвозацепа определим из выражений

$$N_{\delta} = \sigma_{\text{см}} A_{\delta}, \quad (3)$$

$$N_y = \sigma_{\text{см}} A_y, \quad (4)$$

где  $\sigma_{\text{см}}$  – несущая способность почвы, Па,

$A_{\delta}$  – площадь боковой поверхности почвозацепа, м<sup>2</sup>,

$A_y$  – площадь упорной поверхности почвозацепа, м<sup>2</sup>.

$$A_{\delta} = \frac{h^2 \tan \alpha}{\cos \beta} \quad (5)$$

$$A_y = \frac{(B+b)h}{2 \cos \alpha} \quad (6)$$

Подставляя (5) и (6) в (3) и (4), получим

$$N_6 = \sigma_{\text{см}} \frac{h^2 \operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta} \quad (7)$$

$$N_y = \sigma_{\text{см}} \frac{(B+b) h}{2 \cos \alpha} \quad (8)$$

Составляющие сил трения на боковой и упорной поверхностях почвозацепа определим из выражений

$$N_{\text{б тр}} = f \sigma_{\text{см}} \frac{h^2 \operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta} \quad (9)$$

$$N_{\text{у тр}} = f \sigma_{\text{см}} \frac{(B+b) h}{2 \cos \alpha} \quad (10)$$

где  $f$  - коэффициент трения материала почвозацепа (стали) по почве.

Подставляя (9) и (10) в уравнение (2), получим

$$F = 2 \sigma_{\text{см}} h [\operatorname{tg} \alpha (\operatorname{tg} \beta + f) + \frac{(B+b)}{2} (\operatorname{tg} \alpha + f)] \quad (11)$$

**Вывод.** Уравнение (11) позволяет определить значение усилия, необходимого для погружения трапециевидного почвозацепа в почву в зависимости от его геометрических параметров, материала, из которого изготовлен почвозацеп, состояния и физико-механических свойств почвы.

### Список литературы

1. Кузнецов, Е. Е. Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур: монография / Е. Е. Кузнецов, С. В. Щитов. – Благовещенск : Изд-во Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2017. – 272 с.
2. Шишлов, С. А. Фрикционно-адгезионные свойства почв Приморского края, влияющие на работу машин / С. А. Шишлов, А. Н. Шишлов, П. В. Тихончук, С. В. Щитов, А. Б. Жирнов // Научное обозрение. – 2016. – №17. – С. 102–106.
3. Шишлов, С. А. Оценка работы движителей гусеничных машин на переувлажненных почвах Приморского края / С. А. Шишлов, А. Н. Шишлов, А. Н. Сергеев, А. В. Бондарчук, Р. С. Бондарчук // Роль аграрной науки в развитии лесного и сельского хозяйства Дальнего Востока : материалы II Национальной (Всероссийской) научн.-практ. конф. – Уссурийск, 2018. – Ч. II. – С. 149–155.

### References

1. Kuznetsov, E. E. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya mobil'nykh energeticheskikh sredstv v tekhnologii vzdelyvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur: monografiya (The efficiency increase of the use of mobile energy resources in the technology of cultivation of agricultural crops: monograph), E. E. Kuznetsov, S. V. Shchitov, Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'nevost. gos. agrar. un-ta, 2017, 272 p.
2. Shishlov, S. A. Friksionno-adgezionnye svoistva pochv Primorskogo kraya, vliyayushchie na rabotu mashin (Friction and adhesion properties of soils in Primorsky Krai, affecting

the operation of machines), S. A. Shishlov, A. N. Shishlov, P. V. Tikhonchuk, S. V. Shchitov, A. B. Zhirnov, Nauchnoe obozrenie, 2016, No 17, PP. 102 – 106.

3. Shishlov, S. A. Otsenka raboty dvizhitelei gusenichnykh mashin na pereuvlazhnen-nykh pochvakh Primorskogo kraia (Assessment of the work of propellers of tracked vehicles on waterlogged soils of the Primorsky Krai), S. A. Shishlov, A. N. Shishlov, A. N. Sergeev, A. V. Bondarchuk, R. S. Bondarchuk, Rol' agrarnoi nauki v razvitii lesnogo i sel'skogo khozyaistva Dal'nego Vostoka: Materialy II Natsional'noi (Vserossiiskoi) nauchn.-prakt. konf., Ussuriisk, 2018, Ch. II, PP. 149 – 155.

©Шишлов С. А., Шишлов А. Н., Чугаева Н. А., 2021

#### **Сведения об авторах**

**Шишлов Сергей Александрович**, профессор, доктор технических наук; Приморская государственная сельскохозяйственная академия; e-mail: sergey\_a\_shishlov@mail.ru.; 692527, Приморский край, г. Уссурийск.

**Шишлов Александр Николаевич**, доцент, кандидат технических наук; Приморская государственная сельскохозяйственная академия, г. Уссурийск.

**Чугаева Наталья Александровна**, доцент, кандидат биологических наук, декан института животноводства и ветеринарной медицины; приморская государственная сельскохозяйственная академия, г. Уссурийск.

#### **Information about authors**

**Sergey A. Shishlov**, Doctor of Technical Sciences, Professor; Primorskaya State Academy of Agriculture; Ussuriisk, Primorsky Krai, Russia; 692527; e-mail: sergey\_a\_shishlov@mail.ru;

**Aleksandr N. Shishlov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; Primorskaya State Academy of Agriculture; Ussuriisk.

**Natalia A. Chugaeva**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Dean of the Institute of Breeding and Veterinary Medicine; Primorskaya State Academy of Agriculture; Ussuriisk.

## **ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ, ПУБЛИКУЕМЫМ В ЖУРНАЛЕ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК»**

**Редакция журнала принимает статьи по следующим научным специальностям и соответствующим отраслям наук:**

- 05.20.01** – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки);
- 06.01.01** – Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки);
- 06.01.05** – Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений (сельскохозяйственные науки);
- 06.01.07** – Защита растений (сельскохозяйственные науки);
- 06.02.01** – Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных (ветеринарные науки);
- 06.02.08** – Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технологии кормов (сельскохозяйственные науки);
- 06.02.09** – Звероводство и охотоведение (биологические науки)

Статьи должны содержать результаты неопубликованных законченных научных исследований, предназначенные для использования в практической работе специалистами сельского хозяйства, либо представлять для них познавательный интерес.

В статье, представляемой в вышеуказанный раздел должны сжато и четко излагаться современное состояние вопроса, описание методики исследования и обсуждение полученных данных. Заглавие статьи должно полностью отражать ее содержание.

Основной текст экспериментальных статей необходимо структурировать, используя подзаголовки соответствующих разделов: методика, результаты и обсуждение, заключение или выводы, Библиографический список.

Печатный оригинал статьи должен содержать УДК статьи, название, фамилии и инициалы авторов, их ученые степени и звания (при наличии), ключевые слова, реферат (ГОСТ Р 7.0.99-2018).

Рекомендуемый объем реферата 1000 – 2000 знаков (200 – 250 слов). В начале не повторяется название статьи. Структура реферата кратко отражает структуру работы. Вводная часть минимальна. Место исследования уточняется до области (края). Изложение результатов содержит конкретные сведения (выводы, рекомендации и т.п.).

### **Авторы представляют (одновременно):**

– **статью** объемом не более 15 страниц машинописного текста через двойной интервал (ГОСТ 7.89-2005) в печатном виде – 2 экземпляра, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного листа формата А4, подписанную на последнем листе второго экземпляра всеми авторами или сопроводительное письмо за подписью руководителя организации (учреждения), в которой работает автор(ы), представляющий статью;

– **иллюстрации** к статье (при наличии) представляются в электронном виде, в стандартных графических форматах; линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы; таблицы – в редакторе MS Word или MS Excel, диаграммы – только в MS Excel, формулы – в стандартном редакторе формул MS Equation.

– **сведения об авторе (ах)** (на отдельном листе или в конце статьи) в произвольной форме в печатном виде: Ф.И.О., место работы, должность, ученое звание, степень, контактную информацию (телефон, e-mail, почтовый адрес для отправки печатной версии журнала);

– желательно – фотографии автора (ов) любого формата (либо электронным файлом в стандартных графических редакторах на магнитных или лазерных носителях, либо по вышеуказанным адресам e-mail);

Библиографический список должен быть оформлен согласно ГОСТ Р 7.0.100–2018 в виде общего списка в АЛФАВИТНОМ порядке, в тексте указывается ссылка с номером в квадратных скобках.

Пакет документов в соответствии с требованиями журнала, направляется в электронном виде на почту редакции журнала **DVagrovestnik@dalgau.ru**.

Оригиналы документов направляются почтой в адрес редакции журнала.

Оригиналы статей, электронные носители и фотографии автору не возвращаются.

### **АДРЕС РЕДАКЦИИ:**

675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, уч. корп.1,

каб. 301, редакция журнала «Дальневосточный аграрный вестник»;

тел. (факс) (4162)995127

тел. (4162)995115 – главный редактор; e-mail: tikhonchukp@rambler.ru;

тел. (4162)995147 – редакция журнала; e-mail: DVagrovestnik@dalgau.ru



## THE REQUIREMENTS APPLIED TO THE ARTICLES BEING PUBLISHED IN THE FAR EASTERN AGRARIAN HERALD

**The Editorial Board invites researchers to submit their articles for publication on the following specialties and branches of science:**

**05.20.01** - Agricultural Mechanization Engineering (Technical Sciences)

**01.06.01** - General Agriculture and Plant Cultivation (Agricultural Sciences)

**01.06.05** - Selection and Seed Farming of Agricultural Plants (Agricultural Sciences)

**01.06.07** - Plant Protection (Agricultural Sciences)

**06.02.01** - Animal Disease Diagnostics, Animal Therapy, Pathology, Oncology and Animal Morphology (Veterinary Sciences)

**06.02.08** - Forage Production, Farm Animal Feeding and Forage Technology (Agricultural Sciences)

**06.02.09** - Commercial Breeding of Fur Animals and Game Management (Biological Sciences)

The article presented in the above mentioned part must in concise and precise form give a modern state of the question, description of the methods and discussion of the obtained data. The heading of the article must completely reflect its content.

The main text of experimental articles should be structured with the use of subtitles of the correspondent parts: methods, results and discussion, conclusions, list of literature.

The printed article original must contain UDC (Universal Decimal classification) of the article, name, surnames and initials of the authors, their academic degrees and statuses (if there are any), key words, abstract (GOST R 7.0.99-2018).

The recommended volume of an abstract is 1000 – 2000 characters (200 – 250 words). In the beginning of the abstract the name of the article shall not be repeated. The structure of the abstract shall concisely reflect the structure of article. The preface is minimal. The place of research shall be detailed up to region. The statement of the results shall contain concrete information (conclusions, recommendations and so on).

**The authors shall present (at one time):**

– **the article**, volume is within 15 typescript pages, double spacing (GOST 7.89-2005) in printed form – 2 copies without manuscript notes, on one side of the standard sheet, size A4, signed on the last sheet of the second copy by all the authors or covering letter signed by the head of the organization where the author (authors) of the article works;

– **illustration** for an article (if available) shall be presented in e-copy form in standard graphic formats; the lines and drawings in the file must be grouped; tables – in MS Word or MS Excel, diagrams – only in MS Excel, formulas – in the standard formula editor MS Equation.

– **information about author** (authors) (on the separate sheet or in the end of the article) in free printed form: name and given names, place of employment, position, academic status, degree, contact information (telephone, e-mail, postal address for sending printed version of the journal);

– **advisable** – author (s) photos of any size (or e-file in standard graphic editors on magnetic or laser medium to the above said e-mail addresses);

The list of literature must be arranged in accordance with GOST R 7.0.100–2018 as a general list in alphabetic order, the References with number shall be indicated in the text in the square brackets.

A package of documents in accordance with the requirements of the journal is sent electronically to the post office of the journal **DVagrovestnik@dalgau.ru**.

Original documents are sent by mail to the editorial office.

Article originals, e-copies and photos shall not be returned to the authors.

### **EDITORIAL OFFICE ADDRESS:**

86, Polytechnicheskaya Str., Bldg.1. Rm.301.

Blagoveshhensk, Amur Region, 675000, editorial office of the Journal «Far East Agrarian Herald»;

Tel. (fax): (4162)995127

Tel. (4162) 995115 – Editor-in-Chief; e-mail: tikhonchukp@rambler.ru;

Tel. (4162) 995147 – Editorial Office; e-mail: DVagrovestnik@dalgau.ru





