

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

Науменко А. В. – заместитель главного редактора, канд. с.-х. наук, проректор по научной работе ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ

Овчинникова О. Ф. – ответственный секретарь, ст. преподаватель кафедры экономики АПК ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ

Редакционный совет:

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

Белко А. А., канд. вет. наук, доцент, проректор по научной работе УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», Республика Беларусь;

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

Друзьянова В. П., докт. техн. наук, профессор, Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова;

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

Клыков 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., Хейлуцзянская академия сельскохозяйственных наук, г. Харбин, КНР;

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 Тяньфу, д-р наук (PhD), профессор, Китайская академия сельскохозяйственных наук, Институт растениеводства, КНР;

Чабаев М. Г. – д-р с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных федерального исследовательского центра животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста

Редакционная коллегия:

Громов И. Н., д-р ветеринар. наук, профессор, заведующий кафедрой патологической анатомии и гистологии, Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», Республика Беларусь;

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

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

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;

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

Темираев Р. Б. – д-р с. х. наук, профессор, заведующий кафедрой биологии ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»;

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

Туаева Е. В., д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры кормления, разведения, зоогигиены и производства продуктов животноводства ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

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

Шицлов С. А., д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО Приморская государственная сельскохозяйственная академия;

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, Амурская обл., г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
Запись о регистрации ПИ № ФС 77-78057 27.03.2020

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

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 № 939 по состоянию на 20.07.2022)

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

P. V. Tikhonchuk – Chairman of Drafting Committee, Editor-in-Chief, Dr. Agr. Sci., Professor, Rector of the Far Eastern State Agrarian University

A. V. Naumenko – Deputy Editor-in-Chief, Cand. Agr. Sci., Vice-rector for Scientific Work of the Far Eastern State Agrarian University

O. F. Ovchinnikova – Executive Secretary, Senior Teacher of the Department of Agro-Industrial Complex Economics, Far Eastern State Agrarian University

Editorial Council:

T. A. Aseeva, Dr. Agr. Sci., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Far Eastern Research Institute of Agriculture;

A. A. Belko, Cand. Veterinar. Sci., Associate Professor, Vice-Rector for Scientific Work, Educational Establishment "Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine of the Order of "The Badge of Honor", Republic of Belarus;

L. N. Vladimirov, 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;

V. P. Druzyanova, Dr. Tech. Sci., Professor, North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov;

A. N. Emelyanov, Cand. Agr. Sci., Senior Researcher, Director of the Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A. K. Chaika;

A. G. Klykov, 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;

A. E. Komin, Cand. Agr. Sci., Assistant Professor, Rector of the Primorskaya State Academy of Agriculture;

Li Hongpeng, Cand. Agr. Sci., Senior Researcher, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, China;

M. E. Ostyakova, Dr. Biol. Sci., Associate Professor, Director of the Far Eastern Areal Research Veterinary Institute;

V.T. Sinegovskaya, 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;

Tianfu Han, PhD, Professor, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Institute of Crop Science, China;

M. G. Chabaev – Dr. Agr. Sci., Professor, Chief Researcher of the Department of Farm Animal Feeding of the Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst

Editorial Board:

I. N. Gromov, Dr. Veterinar. Sci., Professor, Head of the Department of Pathological Anatomy and Histology, Educational Establishment "Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine of the Order of "The Badge of Honor", Republic of Belarus;

E. B. Zakharova, Dr. Agr. Sci., Associate Professor of the Department of General Agriculture and Plant Growing of the Far Eastern State Agrarian University;

N. F. Klyuchnikova, Dr. Agr. Sci., Deputy Director of Research of the Far Eastern Research Institute of Agriculture;

N. S. Kukhareenko, Dr. Veterinar. Sci., Professor of the Department of Pathology, Morphology and Physiology of the Far Eastern State Agrarian University;

T. V. Miller, Cand. Biol. Sci., Leading Researcher of the Department of Microbiology, Virology and Immunology of the Far Eastern Areal Research Veterinary Institute;

A. A. Ovchinnikov, Dr. Agr. Sci., Professor, Head of the Department of Feeding, Animal Hygiene, Technology of Production and Processing of Agricultural Products of the South Ural State Agrarian University;

R. B. Temiraev – Dr. Agr. Sci., Professor, Head of the Department of Biology of the Gorsky State Agrarian University;

N. V. Trush, Dr. Biol. Sci., Associate Professor, Professor of the Department of Biology and Hunting of the Far Eastern State Agrarian University;

E. V. Tuaeava, Dr. Agr. Sci., Associate Professor of the Department of Feeding, Breeding, Zoohygiene and Production of Animal Products of the Far Eastern State Agrarian University;

R. L. Sharvadze, Dr. Agr. Sci., Professor, Dean of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the Far Eastern State Agrarian University;

S. A. Shishlov, Dr. Tech. Sci., Professor, Primorskaya State Agricultural Academy;

S. V. Shchitov, Dr. Tech. Sci., Professor, Professor of the Department of Transport-Energy Facilities and Mechanization of Agro-Industrial Complex of the Far Eastern State Agrarian University

Founder and Publisher -
Far Eastern State
Agrarian University

Founder and Publisher Address:
675005, g. Blagoveshchensk,
Amur Region,
street Polytechnik, 86.

Registered by
Federal Service for Supervision
of Communications,
Information Technology,
and Mass Media
(Roskomnadzor)
Registration record
ИИ № ФС 77-78057
dated March 27, 2020

Subscription Indices
in the Catalogue
"PRESS OF RUSSIA"
94054 (semi-annual);
Online subscription:
<https://www.pressa-rf.ru/cat/1/edition/i94054/>

The Journal is presented
in the system of Russian
Science Citation Index (RSCI)
and on the platform
of Scientific Electronic Library
www.elibrary.ru.

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 № 939
for July 20, 2022)

Editorial office address:
86, Politekhnikeskaya Str.,
Bldg.1, Rm. 301
Blagoveshchensk,
Amur Region, 675005
Tel. (4162)995147
Tel./fax (4162)995127
www.vestnik.dalgau.ru
e-mail: DVagrovestnik@dalgau.ru

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ.....	5
<i>Асеева Т. А., Грифунтова И. Б.</i> Оценка адаптивных параметров сортов ярового овса дальневосточной селекции по признаку содержания лизина в зерне в условиях Среднего Приамурья	5
<i>Лыжин А. С., Лукьянчук И. В.</i> Молекулярный скрининг маркера гена устойчивости к антракнозной чёрной гнили (ген <i>Rca2</i>) генетической коллекции земляники	12
<i>Фандеева Я. Д., Федосова Н. В.</i> Продуктивность и кормовые качества селекционных образцов чукотского экотипа <i>Arctagrostis Latifolia</i>	20
<i>Шумилова Л. П., Каботов Е. Э., Некрасов Э. В.</i> <i>Gibellulopsis nigrescens</i> как возбудитель увядания растений сливы, полученных методом клонального микроразмножения.....	26
ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ.....	34
<i>Игнатович Л. С.</i> Влияние генотипа сельскохозяйственной птицы на качество и потребительские свойства продукции	34
<i>Колесников В. В., Сергеев А. А., Экономов А. В., Машкин В. И., Соловьев В. А.</i> Предложения к улучшению экспертизы трофеев лося, кабана и косули	44
<i>Курятова Е. В., Тюкавкина О. Н., Пискунов А. С.</i> Терапия хронического эмоционального стресса собак	59
<i>Любченко Е. Н., Болтенко Д. К., Овчаренко О. С.</i> Применение препарата «Неозидин М» при лечении лошадей, больных пироплазмозом на территории Приморского края	68
ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ.....	74
<i>Абидуев А. А., Пехутов А. С., Балданов М. Б., Тогмидон А. Ю.</i> Очистка семян ячменя от трудноотделимых примесей	74
<i>Головки А. Н., Бондаренко А. М., Хаценко А. В.</i> Эколого-экономическая модель технологического процесса получения, переработки жидкого навоза и применения полученных удобрений	81
<i>Колесников Д. А., Воякин С. Н., Щитов С. В., Кузнецов Е. Е., Епифанцев В. В.</i> Результаты исследований по определению оптимальных параметров процесса сушки кормовых продуктов	89
<i>Ленский А. В., Жешко А. А., Алетдинова А. А.</i> Построение математических моделей для определения тягового сопротивления	96
<i>Лонцева И. А., Кураш И. М., Овчинникова О. Ф.</i> Методы повышения эффективности уборочно-транспортного звена	107
<i>Лонцева И. А., Мунгалов В. А., Сенников В. А., Епифанцев В. В.</i> Грядобразователь для возделывания сои.....	115
<i>Сурин Р. О., Кривуца З. Ф., Кузнецов Е. Е., Щитов С. В., Панова Е. В.</i> К вопросу обеспечения тракторной устойчивости агрегата с фронтально установленным прокалывателем-щелерезом	123
<i>Шишлов С. А., Шишлов А. Н., Фадеев А. А.</i> Кинематические параметры рабочего органа с изменяемой глубиной обработки почвы по ширине междурядья	130
ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ, ПУБЛИКУЕМЫМ В ЖУРНАЛЕ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК».....	135

CONTENTS

AGRONOMY	5
<i>Aseeva T. A., Trifuntova I. B.</i> Evaluation of the adaptive parameters of spring oat varieties of Far Eastern breeding by the trait of lysine content in grain in the conditions of the Middle Priamurye	5
<i>Lyzhin A. S., Lukyanchuk I. V.</i> Molecular screening of resistance gene marker to the anthracnose black rot (the <i>Rca2</i> gene) of strawberry genetic collection	12
<i>Fandeeva Ya. D., Fedosova N. V.</i> Productivity and forage quality of selection samples of the Chukotka ecotype <i>Arctagrostis Latifolia</i>	20
<i>Shumilova L. P., Kabotov E. E., Nekrasov E. V.</i> <i>Gibellulopsis nigrescens</i> as a causal agent of plum plants wilting obtained by clonal micropropagation	26
VETERINARY AND ANIMAL BREEDING	34
<i>Ignatovich L. S.</i> Effect of farm poultry genotype on product quality and consumer properties	34
<i>Kolesnikov V. V., Sergeev A. A., Economov A. V., Mashkin V. I., Solovyov V. A.</i> Proposals for improving the examination of moose, wild boar and roe deer trophies	44
<i>Kuryatova E. V., Tyukavkina O. N., Piskunov A. S.</i> Chronic emotional stress therapy in dogs ...	59
<i>Lyubchenko E. N., Boltenko D. K., Ovcharenko O. S.</i> Use of "Neozidin M" in treatment of horses with piroplasmiasis in Primorsky krai	68
PROCESSES AND MACHINERY OF AGRO-ENGINEERING SYSTEMS	74
<i>Abiduev A. A., Pekhutov A. S., Baldanov M. B., Togmidon A. Yu.</i> Barley seeds cleaning from hard-separable impurities	74
<i>Golovko A. N., Bondarenko A. M., Hatsenko A. V.</i> Ecological and economic model of the technological process for obtaining, processing liquid manure and applying the obtained fertilizers.....	81
<i>Kolesnikov D. A., Voyakin S. N., Shchitov S. V., Kuznetsov E. E., Epifantsev V. V.</i> Results of studies to determine the optimal parameters of the drying process of feed products.....	89
<i>Lenski A. V., Zheshko A. A., Aletdinova A. A.</i> Construction of mathematical models to determine traction resistance	96
<i>Lontseva I. A., Kurash I. M., Ovchinnikova O. F.</i> Methods for increasing the efficiency of the harvesting and transport link	107
<i>Lontseva I. A., Mungalov V. A., Sennikov V. A., Epifantsev V. V.</i> A ridge formation machine for soybean cultivation	115
<i>Surin R. O., Krivutsa Z. F., Kuznetsov E. E., Shchitov S. V., Panova E. V.</i> On the issue of ensuring the trajectory stability of the unit with a frontally installed piercer-slitter	123
<i>Shishlov S. A., Shishlov A. N., Fadeev A. A.</i> Kinematic parameters of the working body with a variable tillage depth along the width of the row spacing	130
THE REQUIREMENTS APPLIED TO THE ARTICLES BEING PUBLISHED IN THE FAR EASTERN AGRARIAN HERALD	137

АГРОНОМИЯ

AGRONOMY

Научная статья

УДК 633.1:631.52

EDN ZFKNTT

DOI: 10.22450/199996837_2022_3_5

Оценка адаптивных параметров сортов ярового овса дальневосточной селекции по признаку содержания лизина в зерне в условиях Среднего Приамурья**Татьяна Александровна Асеева¹, Ирина Борисовна Трифунтова²**^{1,2} Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Хабаровский край, Восточное, Россия¹ aseeva59@mail.ru

Аннотация. Цель работы – оценка адаптивных параметров ярового пленчатого овса Дальневосточной селекции по признаку содержания лизина в зерне в условиях Среднего Приамурья. Исследования проводились в 2017–2021 гг. на опытном поле Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства. Почва севооборота – буроподзолистая. Площадь делянки 12 м², повторность 3-кратная. Оптимальными для формирования высоколизинового зерна анализируемого набора сортов овса характеризовались 2017 (I_j=25,1) и 2020 гг. (I_j=21,0); максимальные значения признака отмечены в 2021 г. (I_j=64,8) у сортов Тигровый (422,8 мг/%) и Передовик (574,2 мг/%). Разница среднесортového значения признака содержания лизина в зерне по годам составила 151,2 мг/%. Наиболее стабильное проявление признака установлено у сорта Дальневосточный золотой (V=12,5 %) и у стандарта Маршал (V=14,4 %). Наибольшая изменчивость признака содержания лизина в зерне отмечена у сорта овса Передовик (V=28,5 %). По размаху содержания лизина в зерне все сорта уступали стандартному сорту Маршал (d=109,8). Наиболее интенсивными по степени признака, рассчитанного по содержанию лизина в зерне, установлены сорта овса Дальневосточный золотой (И=51,7), Кардинал (И=54,8), Премьер (И=56,6), Тигровый (И=59,9). В условиях Среднего Приамурья показатель (St²) указывает на стабильность образования высоколизинового зерна у сортов Передовик, Дальневосточный кормовой, Дальневосточный золотой, Премьер, Кардинал, Тигровый (St²=0,987–0,994). Повышенный критерий на стабильность признака содержания лизина в зерне отмечен у сорта Дальневосточный кормовой (A=3,6). По фактору стабильности (SF) наиболее стабильными отмечены сорта овса Маршал (SF=1,5), Экспресс (SF=1,5), Передовик (SF=1,6) и Дальневосточный кормовой (SF=1,6). По комплексу параметров выделены наиболее адаптированные сорта ярового овса Передовик, Дальневосточный золотой, Дальневосточный кормовой.

Ключевые слова: овёс яровой (*Avena sativa* L.), селекция, сорт, лизин, адаптивность

Для цитирования: Асеева Т. А., Трифунтова И. Б. Оценка адаптивных параметров сортов ярового овса дальневосточной селекции по признаку содержания лизина в зерне в условиях Среднего Приамурья // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 3. С. 5–11. doi: 10.22450/199996837_2022_3_5.

Original article

Evaluation of the adaptive parameters of spring oat varieties of the Far Eastern breeding by the trait of lysine content in grain in the conditions of the Middle Priamurye**Tatyana A. Aseeva¹, Irina B. Trifuntova²**^{1,2} Far Eastern Agricultural Research Institute, Khabarovsk krai, Vostochnoye, Russia¹ aseeva59@mail.ru

Abstract. The purpose of the work is to assess the adaptive parameters of spring filmy oats of the Far Eastern breeding on the basis of the content of lysine in the grain in the conditions of the Middle Amur region. The studies were carried out in 2017–2021 on the experimental field of the Far East Research Institute of Agriculture. The crop rotation soil is brown-podzolic. Plot area 12 m², 3-fold repetition. Optimal for the formation of high-lysine grain of the analyzed set of oat varieties were characterized by 2017 ($I_j=25.1$) and 2020 ($I_j=21.0$), the maximum values of the trait were noted in 2021 ($I_j=64.8$) in the varieties Tigrovy (422.8 mg/%) and Peredovik (574.2 mg/%). The difference in the average varietal value of the trait, the content of lysine in grain over the years, was 151.2 mg/%. The most stable manifestation of the trait the content of lysine in grains in varieties of spring oats was found in the variety Far East gold ($V=12.5\%$) and in the standard Marshall ($V=14.4\%$). The greatest variability of the trait lysine content in grain was noted in the oat variety Peredovik ($V=28.5\%$). In terms of the range of lysine content in the grain, all varieties were inferior to the standard variety Marshall ($d=109.8$). The most intense in terms of the degree of trait calculated by the content of lysine in the grain were the oat varieties Far East golden ($I=51.7$), Cardinal ($I=54.8$), Premier ($I=56.6$), Tigrovy ($I=59.9$). In the conditions of the Middle Amur region, the indicator (St^2) indicates the stability of the formation of high-lysine grain in the varieties Peredovik, Far East fodder, Far East golden, Premier, Cardinal, Tigrovy ($St^2=0.987-0.994$). An increased criterion for the stability of the trait, the content of lysine in the grain, was noted in the variety Far East fodder ($A=3.6$). According to the stability factor (SF), the most stable varieties of oats are Marshal ($SF=1.5$), Express ($SF=1.5$), Peredovik ($SF=1.6$) and Far Eastern fodder ($SF=1.6$). Based on a set of parameters, the most adapted varieties of spring oats Peredovik, Far East golden, Far East fodder were identified.

Keywords: spring oat (*Avena sativa* L.), breeding, variety, lysine, adaptability

For citation: Aseeva T. A., Trifuntova I. B. Ocenka adaptivnyh parametrov sortov yarovogo ovsa dal'nevostochnoj selekcii po priznaku soderzhaniya lizina v zerne v usloviyah Srednego Priamur'ya [Evaluation of the adaptive parameters of spring oat varieties of Far Eastern breeding by the trait of lysine content in grain in the conditions of the Middle Priamurye]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2022; 16; 3: 5–11. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_3_5.

Введение. Овёс посевной (*Avena sativa* L.) – древняя культура, известная человечеству не менее 4 000 лет. Питательная ценность зерна овса определяется содержанием в нём углеводов, белков, витаминов и других биологически активных веществ. По сравнению с ячменём и другими зерновыми культурами белки зерна овса имеют более высокую биологическую ценность [1].

Зерно овса является ценным сырьём для производства продуктов питания. Высокое содержание и хорошая усвояемость питательных веществ и витаминов в овсяных продуктах позволяет использовать их для детского и функционального питания [2, 3].

Обычно в зерне овса содержится 10–15 % белка, при этом он хорошо сбалансирован по аминокислотному составу и на 90–95 % усваивается организмом. От белка пшеницы и ячменя он отличается повышенным содержанием таких аминокислот, как лизин, валин, цистеин, лейцин и другие. Доминирующими фракциями овса являются глобулины и глютелины, в

которых содержится соответственно 5,0 и 5,5 % лизина [4].

В результате сравнительной характеристики зерна сортов овса, пшеницы и ячменя по аминокислотному составу Р. И. Белкиной и В. Т. Жуковой установлено, что по содержанию незаменимых аминокислот (лизина, треонина, валина, изолейцина и лейцина) белок овса имел преимущество над белком пшеницы и ячменя, и лишь по содержанию фенилаланина уступал ячменю. По содержанию наиболее дефицитной в зерне незаменимой аминокислоты лизина в белке овёс выгодно отличается от пшеницы и ячменя (оно составляет 4,2 %, что на 1,4 % больше, чем в зерне пшеницы и на 0,5 % больше, чем в зерне ячменя). Это подтверждают сведения о высокой питательной ценности белка овса [5].

Глобальные климатические изменения, безусловно, являются одним из факторов снижения производительности зерновых культур. Интенсивность процессов изменений климата диктует необходи-

мость исследований сортов на предмет их адаптивности [6].

В связи с этим, *цель работы – оценка адаптивных параметров сортов ярового пленчатого овса Дальневосточной селекции по признаку содержания лизина в зерне в условиях Среднего Приамурья.*

Материалы и методы исследований. Исследования выполнялись в 2017–2021 гг., согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [7] и Международному классификатору СЭВ рода *Avena* [8].

Объект изучения – районированные сорта ярового овса дальневосточной селекции. Стандарт – сорт Маршал. Предшественником в полевых опытах был чёрный пар в 2017–2019 гг. и картофель – в 2021 г.

Почва участка буропodzолистая и тяжелосуглинистая по механическому составу. Содержание гумуса не превышает 3,5 %, подвижных фосфатов – 9,9–15,5 и обменного калия – 27,7–30,4 мг/100 г почвы; гидролитическая кислотность составляет 8–10 мг-экв.; сумма обменных оснований – 10–14 мг-экв. на 100 г почвы, реакция среды кислая (рН сол. < 4,0–4,5) [9].

Площадь делянок – 12 м², размещение – рандомизировано в 3-кратной повторности. Содержание лизина в зерне определяли по методу А. С. Мусийко и А. Ф. Сысоева [10].

Математическую обработку полученных результатов проводили согласно методике полевого опыта [11].

Для характеристики поведения сорта вычисляли показатель размаха содержания лизина в зерне (*d*), предложенный В. А. Зыкиным [12].

Показатель интенсивности (И) по методике Р. А. Удачина [13], отражающий реакцию сортов на благоприятные условия выращивания, вычисляли по следующей формуле:

$$И = \frac{\bar{x}_{\text{опт}} - \bar{x}_{\text{лим}}}{\bar{x}_{\text{ср}}} \cdot 100 \quad (1)$$

где $\bar{x}_{\text{опт}}$, $\bar{x}_{\text{лим}}$ – среднее значение содержания лизина в зерне в оптимальных и лимитированных условиях;

$\bar{x}_{\text{ср}}$ – среднее значение содержания лизина в зерне.

Экологическая стабильность сортов, согласно методике Н. А. Соболева [14] определяется относительной стабильностью признака (St^2) и критерием стабильности (А), с учётом формул (2)–(3):

$$St^2 = \frac{\bar{x}^2 - S^2}{\bar{x}^2}, \quad (2)$$

$$A = \sqrt{\bar{x}^2 - S^2} \quad (3)$$

где \bar{x}^2 – среднее содержание лизина в зерне сорта;

S^2 – общая дисперсия содержания лизина в зерне данного сорта.

Фактор стабильности (*SF*), рассчитывали по методике D. Lewis [15], как отношение значения признака в высокопродуктивной среде к значению признака в низкопродуктивной среде, по формуле (4):

$$SF = \frac{\bar{x} H.E}{\bar{x} L.E} \quad (4)$$

Результаты исследований и обсуждение. Существенными различиями по температурному и водному режимам характеризовались периоды вегетации в годы исследований (рис.1).

Гидротермические условия вегетационного периода варьировали от засушливых (ГТК=0,8) в 2021 г., увлажнённых (ГТК=1,9–2,0) в 2017, 2018 и 2020 гг. и переувлажнённых (ГТК=3,0) в 2019 г. При среднемноголетнем значении 2 180 °С, суммы эффективных температур в годы изучения изменялись от 2 154 до 2 305,1 °С, колебания выпавших осадков составили от 263 до 620 мм (при норме 466 мм).

В условиях Среднего Приамурья содержание лизина в зерне у сортов овса различалось как по уровню проявления признака, так и по реакции на внешние условия года. Следствием слабого адаптивного потенциала анализируемого набора сортов являются отрицательные индексы; положительные значения формируются у генотипов при наибольшей реализации потенциальных возможностей в условиях

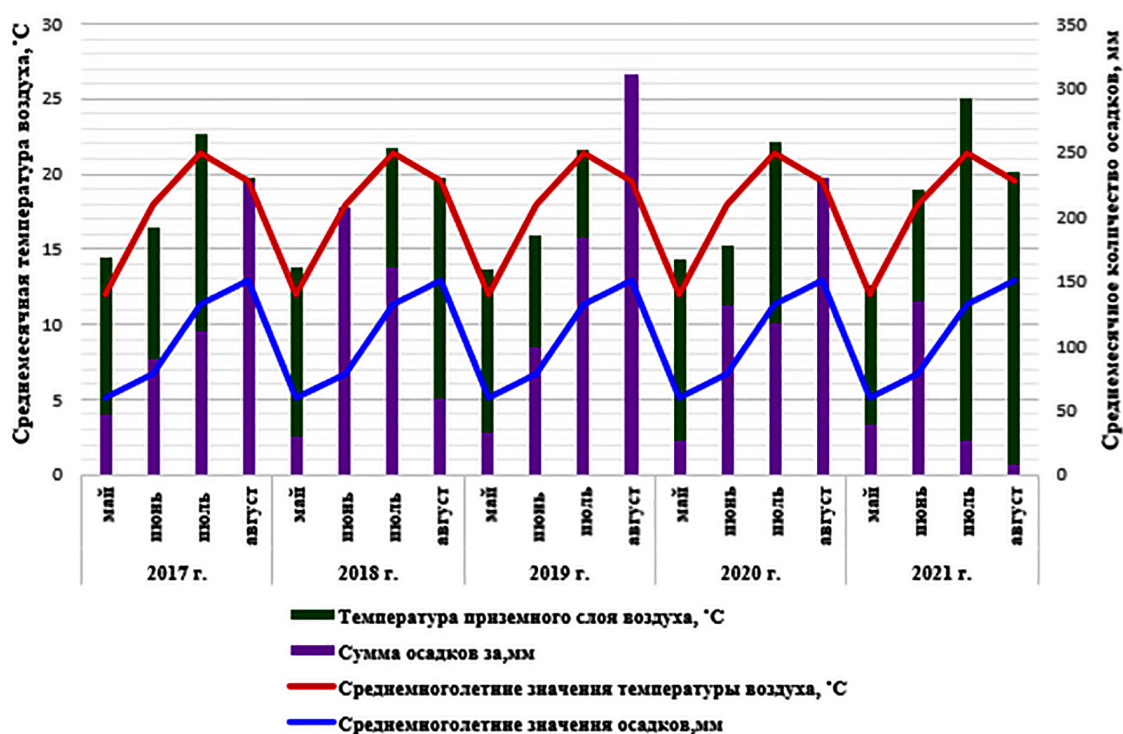


Рисунок 1 – Гидротермические условия в годы исследований

года. В 2018 и 2019 гг. вследствие сильного переувлажнения в фазу созревания посевов ярового овса отмечено наименьшее содержание лизина в зерне ($I_j = -27,4$ и $-86,4$). Оптимальными для формирования высоколизинового зерна анализируемого набора сортов овса характеризовались 2017 ($I_j = 25,1$) и 2020 гг. ($I_j = 21,0$).

Разница среднесортového значения признака по годам у сортов составила 151,2 мг/% (табл. 1).

Максимальное значение содержания лизина в зерне отмечено в 2021 г. у сортов овса Тигровый и Передовик; превышение над стандартным сортом Маршал составило 91,3 и 242,7 мг/% соответственно.

Наиболее стабильное проявление признака установлено у сорта Дальневосточный золотой ($V = 12,5$ %) и у стандарта Маршал ($V = 14,4$ %). Наибольшая изменчивость признака содержания лизина в зерне отмечена у сорта овса Передовик ($V = 28,5$ %).

Согласно методике В. А. Зыкина, при анализе адаптивности сортов, важен параметр размаха содержания лизина в зерне (d). Чем меньше данный параметр, тем стабильнее признак в контрастных ус-

ловиях внешней среды. По данному критерию все сорта уступали стандартному сорту Маршал ($d = 109,8$). В процентном выражении параметра размаха признака наиболее стабильным проявлением содержания лизина в зерне ($d < 40$ %) отличались сорта Экспресс, Дальневосточный кормовой, и Передовик (табл. 2).

Одним из способов оценки различного противодействия сортов внешней среде Р. А. Удачным предложен показатель интенсивности (I).

Наиболее интенсивными по степени признака, рассчитанного по содержанию лизина в зерне, установлены сорта овса Дальневосточный золотой ($I = 51,7$), Кардинал ($I = 54,8$), Премьер ($I = 56,6$), Тигровый ($I = 59,9$).

Стабильность содержания лизина в зерне (St^2) в условиях Среднего Приамурья отмечена у сортов Передовик, Дальневосточный кормовой, Дальневосточный золотой, Премьер, Кардинал, Тигровый ($St^2 = 0,987 - 0,994$).

Повышенный критерий на стабильность признака содержания лизина в зерне определён у сорта Дальневосточный кормовой ($A = 3,6$).

Таблица 1 – Содержание лизина в зерне сортов ярового овса Дальневосточной селекции (2017–2020 гг.)

Сорт	Год					Среднее	± St.	V, %
	2017	2018	2019	2020	2021			
Маршал (St)	341,3	297,2	231,5	316,8	331,5	303,6	–	14,4
Тигровый	397,5	315,6	222,8	377,9	422,8	347,3	+43,6	23,1
Экспресс	296,1	273,1	246,1	282,5	379,2	295,4	–8,2	17,1
Премьер	287,4	268,4	198,3	284,4	356,2	278,9	–25,0	20,2
Кардинал	352,3	284,6	217,5	383,6	313,9	310,4	+6,8	20,6
Передовик	367,4	324,3	288,3	388,7	574,2	384,6	+81,0	28,5
ДВ кормовой	374,2	314,9	226,3	358,3	391,1	333,0	+29,3	19,8
ДВ золотой	385,9	324,8	279,1	376,1	350,5	343,3	+39,7	12,5
Xj	350,3	300,4	238,7	346,1	389,9	325,1	–	–
НСР _{0,5}	10,1	11,0	9,8	11,4	12,0	–	–	–
Ij	25,1	–27,4	–86,4	21,0	64,8	–	–	–

Таблица 2 – Параметры адаптивности содержания лизина в зерне сортов ярового овса Дальневосточной селекции

Сорт	d		И	St ²	A	SF
	мг/%	%				
Маршал, st	109,8	32,1	37,8	0,986	2,9	1,5
Тигровый	200,0	47,3	59,9	0,994	2,7	1,9
Экспресс	133,1	35,1	43,4	0,986	2,6	1,5
Премьер	157,9	44,3	56,6	0,991	2,5	1,8
Кардинал	166,1	43,3	54,8	0,991	2,6	1,8
Передовик	185,9	39,2	48,6	0,987	2,1	1,6
ДВ золотой	164,8	42,1	51,7	0,989	2,8	1,7
ДВ кормовой	171,0	38,0	46,6	0,987	3,6	1,6

Адаптационную реакцию или фактор стабильности (SF) сорта оценивали по отклонению его уровня от единицы. Сорт считается менее стабильным при большом отклонении.

Этому критерию соответствовали стандартный сорт овса Маршал (SF=1,5), Экспресс (SF=1,5), Передовик (SF=1,6) и Дальневосточный кормовой (SF=1,6).

Выводы. Таким образом, в условиях Среднего Приамурья в результате оценки адаптивных параметров по признаку содержание лизина в зерне выделены сорта овса Дальневосточный кормовой, Передовик, Дальневосточный золотой, способные ежегодно в максимальной степени формировать высоколизиновое зерно.

Список источников

1. Изучение сортов овса (*Avena sativa* L.) различного географического происхождения по качеству зерна и продуктивности / В. И. Полонский, Н. А. Сурин, С. А. Герасимов [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. Т. 23. № 6. С. 53–60.
2. Белкина Р. И. О пищевой ценности зерна овса и продуктов его переработки // Агропродовольственная политика России. 2022. № 1. С. 2–5.

3. Enhanced fluorescent iron oxide quantum dots rapid and interference free recognizing lysine in dairy products / S. Sudewi, C.-H. Li, S. Dayalan [et al.] // *Spectrochimica Acta Part: A Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 2022. Vol. 279. P. 121453.
4. Сумина А. В., Полонский В. И. Стабильность сортов по качеству зерна как важный критерий при выращивании овса // *Вестник Хакасского государственного университета имени Н. Ф. Катанова*. 2021. № 4. С. 84–88.
5. Буданова А. Д., Белкина Р. И. Пищевая ценность зерна овса // *Перспективные разработки и прорывные технологии в АПК: материалы нац. науч.-практ. конф. (Тюмень, 21–23 октября 2020 г.)*. Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2020. С. 98–101.
6. Изменение урожайности и качества зерна овса с повышением адаптивности сортов / О. А. Юсова, П. Н. Николаев, И. В. Сафонова, Н. И. Аниськов // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2020. Т. 181. № 2. С. 42–49.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М. : Колос, 1985. Вып. 1. 267 с.
8. Международный классификатор СЭВ рода *Avena*. Л., 1984. 38 с.
9. Асеева Т. А., Трифунтова И. Б. Агрономическая стабильность сортов и линий овса Дальневосточной селекции в условиях Среднего Приамурья // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2021. № 91. С. 12–17.
10. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. Л. : Колос, 1972. 456 с.
11. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Колос, 1985. 351 с.
12. Зыкин В. А., Мешков В. В., Сапега В. А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчёт и анализ. Новосибирск : Сибирское отделение Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина, 1984. 24 с.
13. Удачин Р. А., Головиченко А. П. Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы // *Селекция и семеноводство*. 1990. № 5. С. 2–6.
14. Соболев Н. А. Проблема отбора и оценки селекционного материала. Киев, 1980. 106 с.
15. Lewis D. Gene-environment interaction: a relation-ship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability // *Heredity*. 1954. Vol. 8. P. 333–336.

References

1. Polonskiy V. I., Surin N. A., Gerasimov S. A., Lipshin A. G., Sumina A. V., Zute S. Izuchenie sortov ovsa (*Avena sativa* L.) razlichnogo geograficheskogo proiskhozhdeniya po kachestvu zerna i produktivnosti [The study of varieties (*Avena sativa* L.) of various geographical origin for grain quality and productivity]. *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*. – *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2019; 23; 6: 683–690 (in Russ.).
2. Belkina R. A. O pishchevoj cennosti zerna ovsa i produktov ego pererabotki [About the nutritional value of oats grain and processing products]. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii*. – *Agrofood policy Russia*, 2020; 1: 2–5 (in Russ.).
3. Sudewi S., Li C.-H., Dayalan S., Zulfajri M., Sashankh P. V., Huang G. G. Enhanced fluorescent iron oxide quantum dots rapid and interference free recognizing lysine in dairy products. *Spectrochimica Acta Part: A Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2022; 279: 121453.
4. Sumina A. V., Polonskiy V. I. Stabil'nost' sortov po kachestvu zerna kak vazhnyj kriterij pri vyrashchivanii ovsa [Grain quality of varieties as important for oats cultivation]. *Vestnik Hakasskogo gosudarstvennogo universiteta imeni N. F. Katanova*. – *Bulletin of the Khakass state university named N. F. Katanova*, 2021; 4: 84–88 (in Russ.).
5. Budanova A. D., Belkina R. I. Pishchevaya cennost' zerna ovsa [Nutritional value of oat grain]. Proceedings from Perspective developments and breakthrough technologies in the agro-industrial complex: *Nacional'naya nauchno-prakticheskaya konferenciya (21–23 oktyabrya*

2020 g.) – *National Scientific and Practical Conference*. (PP. 98–101), Tyumen', Gosudarstvennyj agrarnyj universitet Severnogo Zaural'ya, 2020 (in Russ.).

6. Yusova O. A., Nikolaev P. N., Safonova I. V., Aniskov N. I. *Izmenenie urozhajnosti i kachestva zerna ovsa s povysheniem adaptivnosti sortov* [Changes in oat grain yield and quality with increased adaptability of cultivars]. *Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii*. – *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*, 2020; 181; 2: 42–49 (in Russ.).

7. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur* [Methodology of state variety testing of agricultural cultures], Moskva, Kolos, 1985, 267 p. (in Russ.).

8. *Mezhdunarodnyj klassifikator SEV roda Avena* [International classifier of CMEA of the genus *Avena*], Leningrad, 1984, 38 p. (in Russ.).

9. Aseeva T. A., Trifuntova I. B. *Agronomicheskaya stabil'nost' sortov i linij ovsa Dal'nevostochnoj selekcii v usloviyah Srednego Priamur'ya* [Agronomic stability of varieties and lines of oats of the Far Eastern selection in the conditions of the Middle Amur region]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – *Proceeding of the Kuban State Agrarian University*, 2021; 91: 12–17 (in Russ.).

10. Ermakov A. I. (Eds.). *Metody biohimicheskogo issledovaniya rastenij* [Methods of biochemical research], Leningrad, Kolos, 1972, 456 p. (in Russ.).

11. Dospikhov B. A. *Metodica polevogo opyta* [Field experiment technique], Moskva, Agropromizdat, 1985, 351 p. (in Russ.).

12. Zykin V. A., Meshkov V. V., Sapieha V. A. *Parametry ekologicheskoy plastichnosti sel'skohozyajstvennykh rastenij, ih raschet i analiz* [Parameters of ecological plasticity of agricultural plants, their calculation and analysis], Novosibirsk, Sibirskoe otdelenie Vsesoyuznoj akademii sel'skohozyajstvennykh nauk imeni V. I. Lenina, 1984, 24 p. (in Russ.).

13. Udachin R. A., Golovnichenko A. P. *Metodika ocenki ekologicheskoy plastichnosti sortov pshenicy* [Methodology for assessing the ecological plasticity of wheat varieties]. *Selekciya i semenovodstvo*. – *Breeding and seed production*, 1990; 5: 2–6 (in Russ.).

14. Sobolev N. A. *Problema otbora i ocenki selekcionnogo materiala* [The problem of selection and evaluation of breeding material], Kyiev, 1980, 106 p. (in Russ.).

15. Lewis D. Gene-environment interaction: a relation-ship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability. *Heredity*, 1954; 8: 333–336.

© Асеева Т. А., Трифунтова И. Б., 2022

Статья поступила в редакцию 19.07.2022; одобрена после рецензирования 25.08.2022; принята к публикации 26.08.2022.

The article was submitted 19.07.2022; approved after reviewing 25.08.2022; accepted for publication 26.08.2022.

Информация об авторах

Асеева Татьяна Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент Российской академии наук, Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, aseeva59@mail.ru;

Трифунтова Ирина Борисовна, научный сотрудник, Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, borimel@bk.ru

Information about authors

Tatyana A. Aseeva, Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Far Eastern Agricultural Research Institute, aseeva59@mail.ru;

Irina B. Trifuntova, Researcher, Far Eastern Agricultural Research Institute, borimel@bk.ru

Научная статья

УДК 634.75:577.2:632.4

EDN WGBCHU

DOI: 10.22450/199996837_2022_3_12

Молекулярный скрининг маркера гена устойчивости к антракнозной чёрной гнили (ген *Rca2*) генетической коллекции земляники

Александр Сергеевич Лыжин¹, Ирина Васильевна Лукьянчук²

^{1,2} Федеральный научный центр имени И. В. Мичурина

Тамбовская область, Мичуринск, Россия

¹ Ranenburzhetc@yandex.ru, ² irina.lk2011@yandex.ru

Аннотация. Антракнозная чёрная гниль (*C. acutatum*) – опасное заболевание земляники садовой. Создание устойчивых к антракнозу сортов является актуальным направлением в селекции земляники. С использованием диагностического ДНК-маркера STS-*Rca2*_240 ген *Rca2*, контролирующей устойчивость земляники к изолятам *C. acutatum* второй группы патогенности, идентифицирован у 4 сортов, что составляет 16,7 % от общего числа проанализированных генотипов. Среди отечественных генотипов земляники ген *Rca2* выявлен у сорта Боровицкая, среди сортов зарубежной селекции – у сортов Laetitia, Portola и Selva. Остальные проанализированные генотипы характеризуются гомозиготным состоянием аллеля *rca2* и, следовательно, восприимчивостью к антракнозу. У сорта Боровицкая аллель резистентности *Rca2* присутствует в гетерозиготной форме, у сортов Laetitia, Portola, Selva – в гомозиготной или гетерозиготной форме. Указанные сорта рекомендуются в качестве перспективных генетических источников гена *Rca2* для селекции на устойчивость к *C. acutatum* второй группы патогенности.

Ключевые слова: земляника садовая, сорт, устойчивость, селекция, молекулярные маркеры, антракноз, ген *Rca2*

Для цитирования: Лыжин А. С., Лукьянчук И. В. Молекулярный скрининг маркера гена устойчивости к антракнозной чёрной гнили (ген *Rca2*) генетической коллекции земляники // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 3. С. 12–19. doi: 10.22450/199996837_2022_3_12.

Original article

Molecular screening of resistance gene marker to the anthracnose black rot (the *Rca2* gene) of strawberry genetic collection

Alexander S. Lyzhin¹, Irina V. Lukyanchuk²

^{1,2} I. V. Michurin Federal Scientific Center, Tambov region, Michurinsk, Russia

¹ Ranenburzhetc@yandex.ru, ² irina.lk2011@yandex.ru

Abstract. Anthracnose (*C. acutatum*) is a dangerous strawberry disease. The creation of varieties resistant to anthracnose is an important direction of strawberry breeding. Using the diagnostic DNA marker STS-*Rca2*_240, the *Rca2* gene, which controls strawberry resistance to *C. acutatum* isolates of pathogenicity group 2, was identified in four strawberry varieties, which was 16.7 % of the total number of analyzed genotypes. Among Russian strawberry genotypes, the *Rca2* gene was detected in the variety Borovitskaya. Among foreign strawberry genotypes, the *Rca2* gene was detected in the varieties Laetitia, Portola and Selva. The remaining analyzed strawberry genotypes are characterized by the homozygous state of the *rca2* allele and, therefore, susceptibility to anthracnose. In the Borovitskaya variety, the *Rca2* resistance allele is present in the heterozygous form. In the Laetitia, Portola and Selva varieties, the *Rca2* resistance allele is present in homozygous or heterozygous form. These strawberry varieties are recommended as promising genetic

sources of the *Rca2* gene in breeding for resistance to *C. acutatum* pathogenicity group 2.

Keywords: garden strawberry, variety, resistance, breeding, molecular markers, anthracnose, *Rca2* gene

For citation: Lyzhin A. S., Lukyanchuk I. V. Molekulyarnyj skrining markera gena ustojchivosti k antraknoznoj chyornoj gnili (gen *Rca2*) geneticheskoy kollekcii zemlyaniki [Molecular screening of resistance gene marker to the anthracnose black rot (the *Rca2* gene) of strawberry genetic collection]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 3: 12–19. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_3_12.

Введение. Земляника садовая – одна из наиболее популярных и распространённых ягодных культур, которая ценится потребителями за скороплодность, ранний срок созревания, отличные вкусовые качества, аромат и богатый биохимический состав плодов. При этом растения земляники подвержены большому количеству вредоносных организмов (грибы, бактерии, вирусы, насекомые, клещи). К числу важнейших заболеваний земляники относятся мучнистая роса пятнистости листьев, гнили плодов и корневой системы [1, 2].

Возбудителями антракнозной чёрной гнили (антракноза) земляники являются фитопатогенные грибы рода *Colletotrichum*: *Colletotrichum acutatum* J. H. Simmonds, *C. fragariae* A. N. Brooks, *C. gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. [3]. В умеренном климатическом поясе наибольшей вредоносностью характеризуется *C. acutatum*, являющийся согласно современным исследованиям не одним видом, а видовым комплексом [4, 5].

В результате массового распространения антракноза в насаждениях земляники потери товарного урожая могут достигать 80 % [6, 7]. В настоящее время в странах Евразийского экономического союза (в том числе и в России) *C. acutatum* относится к числу карантинных патогенов [8].

У сортов земляники идентифицировано несколько генетических факторов устойчивости к антракнозной чёрной гнили. Локус *FarCa1* контролирует устойчивость к изолятам *C. acutatum* первой группы патогенности [9], доминантный ген *Rca2* – к изолятам *C. acutatum* второй группы патогенности [10]. Впоследствии для указанных генов были разработаны диагностические ДНК-маркеры, что позволяет проводить оценку генотипов земляники по устойчивости к антракнозу не

по фенотипическому проявлению признака, а непосредственно по наличию генетических детерминант [9, 11].

Целью исследования явилась идентификация аллельного состояния гена *Rca2* устойчивости к антракнозной чёрной гнили у сортов земляники садовой для выявления перспективных в селекции на устойчивость к грибным патогенам форм.

Методы исследований. Биологическими объектами исследования являлись сорта земляники садовой (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) генетической коллекции Федерального научного центра имени И. В. Мичурина, интродуцированные из различных эколого-географических регионов происхождения (табл. 1).

Экстракцию тотальной ДНК сортов земляники проводили с использованием модифицированного СТАВ метода [12].

Детекцию гена *Rca2* в геноплазме сортов земляники проводили с использованием доминантного SCAR маркера STS-*Rca2*_240 (CAC_240_2F_5'-GCCACGTCAC TAGTCAAATTCAA-3', CAC_240_2RB

5'-TCATGGACAGTGGTCTCAGC-3'), который локализован на расстоянии 2,8 см от гена. SCAR маркер STS-*Rca2*_240 является доминантным и на электрофореграмме представлен ампликоном размером 240 п. н. (соответствует аллелю резистентности *Rca2*) [11].

Для исключения ложноотрицательных результатов вследствие ингибирования ПЦР маркер STS-*Rca2*_240 мультиплексовали с микросателлитным маркером EMFv020 (for 5'-CAGGCGCCAACGGCGTGCTCTTGT-3', rev 5'-CAGCGCCGCCAGCTCATCCCTAGG-3'). Целевой продукт маркера EMFv020 амплифицируется у всех генотипов земляники независимо от наличия аллеля резистентности *Rca2* [13].

Таблица 1 – Анализируемые сорта земляники садовой

Сорт	Оригинатор, страна происхождения
Боровицкая	Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, Россия
Царица	
Ласточка	
Памяти Зубова	Федеральный научный центр имени И. В. Мичурина, Россия
Привлекательная	
Рубиновый каскад	
Крымчанка 87	
Юниол	Ордена трудового красного знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Крым, Россия
Antea	
Clery	CIV, Италия
Laetitia	
Murano	
Quicky	
Asia	
Kimberly	New Fruits, Италия
Vima Xima	Gebr. Vissers, Нидерланды
Elsanta	Vissers International BV, Нидерланды
Korona	
Ostara	
Salsa	PRI, Нидерланды
Portola	Fresh Forward B. V., Нидерланды
Selva	
Flamenco	University of California Davis, США
Kent	East Malling Research Station, Великобритания
	Atlantic Food and Horticulture Research Centre, Канада

Праймеры для молекулярно-генетического анализа были синтезированы ЗАО «Синтол» (Россия). Контролем присутствия в геноме аллеля устойчивости *Rca2* являлся сорт Elianny, который согласно проведённым ранее исследованиям [14] характеризуется наличием гена *Rca2* в гомозиготной или гетерозиготной форме.

Полимеразную цепную реакцию с праймерами CAC_240_2F/CAC_240_2RB и EMFv020 for/rev проводили в общей реакционной смеси (мультиплексная ПЦР) объёмом 15 мкл, которая содержала 20 нг геномной ДНК, 2,0 мМ dNTPs, 2,5 мМ MgCl₂, 0,2 мМ каждого праймера (CAC_240_2F, CAC_240_2RB, EMFv020 for, EMFv020 rev), 0,8 U Taq-полимеразы и 1,5 мМ 10× Taq-буфера (+ (NH₄)₂SO₄, –MgCl₂). Все компоненты произведены фирмой Thermo Scientific (США).

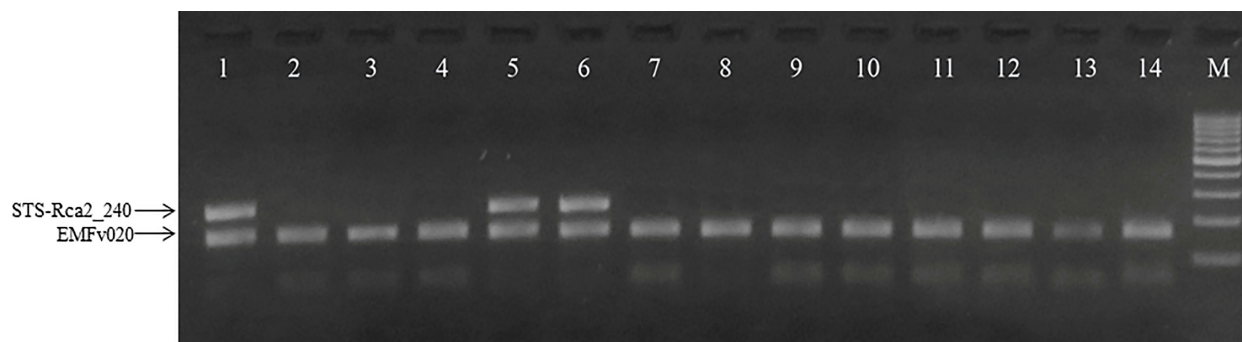
Аmplification проводили в термоциклере T100 (BIO-RAD, США) по

следующей программе: начальная денатурация при 95 °C – 3 мин.; 35 циклов: 95 °C – 50 с, 65 °C – 50 с, 72 °C – 1 мин; финальная элонгация при 72 °C – 5 мин.

Разделение продуктов амплификации осуществляли методом электрофореза в агарозном геле (концентрация агарозы – 2 %, буферная система – 1× TBE (трис-боратный буфер), напряжённость электрического поля при электрофорезе – 3,9–4,5 В/см).

Для определения длины амплифицированных фрагментов использовали маркер молекулярной массы Gene Ruler 100 bp DNA Ladder (Thermo Scientific, США).

Результаты исследований и обсуждение. В анализируемой коллекции земляники садовой маркер STS-*Rca2_240* выявлен у четырёх сортов, что составляет 16,7 % от общего числа проанализированных генотипов. Остальные проанализированные генотипы характеризуются гомозиготным состоянием аллеля *rca2* и, следовательно,



1 – Elianny (контроль), 2 – Крымчанка 87, 3 – Памяти Зубова, 4 – Clery, 5 – Selva, 6 – Portola, 7 – Antea, 8 – Юниол, 9 – Vima Xima, 10 – Ласточка, 11 – Kent, 12 – Elsanta, 13 – Царица, 14 – Ostara, M – маркер молекулярного веса ДНК

Рисунок 1 – Электрофоретический профиль маркеров STS-Rca2_240 и EMFv020 у сортов земляники садовой

Таблица 2 – Аллельное разнообразие гена *Rca2* устойчивости к антракнозной чёрной гнили у сортов земляники садовой

Сорт	Маркер STS-Rca2_240	Предполагаемый генотип по гену <i>Rca2</i>
Отечественной селекции		
Боровицкая	1	гетерозиготный
Крымчанка 87	0	гомозиготный (аллель <i>rca2</i>)
Ласточка	0	гомозиготный (аллель <i>rca2</i>)
Памяти Зубова	0	гомозиготный (аллель <i>rca2</i>)
Привлекательная	0	гомозиготный (аллель <i>rca2</i>)
Рубиновый Каскад	0	гомозиготный (аллель <i>rca2</i>)
Царица	0	гомозиготный (аллель <i>rca2</i>)
Юниол	0	гомозиготный (аллель <i>rca2</i>)
Зарубежной селекции		
Antea	0	гомозиготный (аллель <i>rca2</i>)
Asia	0	гомозиготный (аллель <i>rca2</i>)
Clery	0	гомозиготный (аллель <i>rca2</i>)
Elsanta	0	гомозиготный (аллель <i>rca2</i>)
Flamenco	0	гомозиготный (аллель <i>rca2</i>)
Kimberly	0	гомозиготный (аллель <i>rca2</i>)
Kent	0	гомозиготный (аллель <i>rca2</i>)
Korona	0	гомозиготный (аллель <i>rca2</i>)
Laetitia	1	гомозиготный (аллель <i>Rca2</i>) или гетерозиготный
Murano	0	гомозиготный (аллель <i>rca2</i>)
Ostara	0	гомозиготный (аллель <i>rca2</i>)
Portola	1	гомозиготный (аллель <i>Rca2</i>) или гетерозиготный
Quicky	0	гомозиготный (аллель <i>rca2</i>)
Salsa	0	гомозиготный (аллель <i>rca2</i>)
Selva	1	гомозиготный (аллель <i>Rca2</i>) или гетерозиготный
Vima Xima	0	гомозиготный (аллель <i>rca2</i>)

восприимчивостью к *C. acutatum*. Пример полученных электрофоретических профилей представлен на рисунке 1, результаты идентификации – в таблице 2.

Среди восьми сортов земляники садовой отечественной селекции маркер STS-Rca2_240 выявлен у одного генотипа (Боровицкая), что составляет 12,5 %, а из 16 сортов зарубежной селекции – у трёх форм (*Laetitia*, *Portola*, *Selva*) (18,7 %). Более широкое распространение гена *Rca2* в геноплазме зарубежных сортов отмечается и в проведённых нами ранее исследованиях [14, 15].

При этом в работе И. Э. Храброва с соавторами [16], посвящённой анализу 135 образцов земляники садовой из коллекции МОС ВИР, количество сортов отечественной селекции (Россия и страны СНГ) с идентифицированным аллелем *Rca2* составило 18,1 %, зарубежной селекции – 13,5 %.

Наличие целевого продукта маркера STS-Rca2_240 у сортов *Portola* и *Selva* подтверждается также исследованиями других авторов [17, 18]. Вместе с тем необходимо отметить, что в работе М. А. Miller-Butler с соавторами [17] маркер STS-Rca2_240 выявлен также у сорта *Elsanta*, который согласно нашим данным, а также данным других исследователей [11, 18], характеризуется гомозиготным состоянием аллеля *rca2* и целевой ампликон маркера STS-Rca2_240 не амплифицирует.

Так как используемый для диагностики маркер STS-Rca2_240 является доминантным, и не позволяет дифференцировать гетерозиготный и гомозиготный

по аллелю резистентности генотипы, то у сортов Боровицкая, *Laetitia*, *Portola* и *Selva* ген *Rca2* может присутствовать в двух состояниях: гомозиготном (аллель *Rca2*) или гетерозиготном.

Отечественный сорт земляники Боровицкая получен с использованием в качестве исходных форм сортов Надежда и Red Gauntlet. При этом сорт Red Gauntlet имеет гомозиготный генотип по аллелю *rca2* и является восприимчивым к антракнозу [14]. В связи с этим источником аллеля резистентности *Rca2* для сорта Боровицкая предположительно является сорт Надежда. Следовательно, сорт Боровицкая предположительно имеет гетерозиготный генотип.

Для зарубежных сортов земляники *Laetitia*, *Portola*, *Selva* сведения об аллельном состоянии гена *Rca2* исходных родительских форм отсутствуют. В связи с этим для уточнения аллельного состояния гена *Rca2* у указанных сортов необходимо проведение дополнительных исследований.

Заключение. Таким образом, на основании проведённого молекулярно-генетического анализа сортов земляники по маркеру STS-Rca2_240, сцепленному с геном *Rca2* устойчивости к антракнозной чёрной гнили, идентифицированы перспективные для селекции на устойчивость к грибным патогенам сорта земляники: Боровицкая, *Laetitia*, *Portola*, *Selva*, характеризующиеся наличием аллеля резистентности гена *Rca2* в гетерозиготной или гомозиготной форме.

Список источников

1. Лукьянчук И. В. Комплексная устойчивость земляники к белой и бурой пятнистостям // Плодоводство и ягодоводство России. 2013. Т. 36. № 1. С. 366–369.
2. Ahmed M. F. A., El-Fiki I. A. I. Effect of biological control of root rot diseases of strawberry using *Trichoderma* spp. // Middle East Journal of Applied Sciences. 2017. Vol. 7 (3). P. 482–492.
3. Smith B. J. Epidemiology and pathology of strawberry anthracnose: a North American perspective // HortScience. 2008. Vol. 43 (1). P. 69–73.
4. Оценка устойчивости сортов земляники садовой к антракнозной чёрной гнили в южном регионе / Н. А. Холод, Ю. П. Кащиц, Е. А. Добренков, Л. Г. Семёнова // Плодоводство и виноградарство юга России. 2018. № 51 (3). С. 140–148.
5. Karimi K., Arzanlou M., Pertot I. Weeds as potential inoculum reservoir for *Colletotrichum nymphaeae* causing strawberry anthracnose in Iran and Rep-PCR fingerprinting as useful marker to differentiate *C. acutatum* complex on strawberry // Frontiers in microbiology. 2019. Vol. 10. P. 129.

6. Антракноз земляники (*Colletotrichum acutatum* Simmonds) – опасное карантинное заболевание / И. Астарханов, М. Муцалханов, Э. Алиева [и др.] // Известия Дагестанского государственного аграрного университета. 2019. № 3. С. 84–87.
7. A novel strain of endophytic *Streptomyces* for the biocontrol of strawberry anthracnose caused by *Glomerella cingulate* / M. Marian, T. Ohno, H. Suzuki [et al.] // Microbiological Research. 2020. Vol. 234. P. 126428.
8. Кузнецова А. А., Дудченко И. П., Копина М. Б. Антракноз земляники, классические и современные методы диагностики // Современные подходы и методы в защите растений: материалы всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Екатеринбург, 12–14 ноября 2018 г.). Екатеринбург : Уральский федеральный университет, 2018. С. 70–73.
9. *FaRCa1* confers moderate resistance to the root necrosis form of strawberry anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum* / N. Salinas, Z. Fan, N. Peres [et al.] // HortScience. 2020. Vol. 1 (aop). P. 1–12.
10. The use of molecular markers for durable resistance breeding in the cultivated strawberry (*Fragaria × ananassa*) / E. Lerceteau-Kohler, P. Roudeillac, M. Markocic [et al.] // Acta Hort. 2002. Vol. 567 (2). P. 615–618.
11. Lerceteau-Kohler E., Guerin G., Denoyes-Rothan B. Identification of SCAR markers linked to *Rca2* anthracnose resistance gene and their assessment in strawberry germplasm // Theoretical and Applied Genetics. 2005. Vol. 111. P. 862–870.
12. Lukyanchuk I. V., Lyzhin A. S., Kozlova I. I. Analysis of strawberry genetic collection (*Fragaria* L.) for *Rca2* and *Rpfl* genes with molecular markers // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018. Vol. 22. No. 7. P. 795–799.
13. Development of microsatellite markers in *Fragaria*, their use in genetic diversity analysis, and their potential for genetic linkage mapping / A. M. Hadonou D. J. Sargent, F. Wilson [et al.] // Genome. 2004. Vol. 47 (3). P. 429–438.
14. Лыжин А. С., Лукьянчук И. В., Жбанова Е. В. Полиморфизм сортов земляники (*Fragaria × ananassa*) по гену устойчивости к антракнозу *Rca2* // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. Т. 180. № 1. С. 73–77.
15. Лыжин А. С., Лукьянчук И. В., Жбанова Е. В. ДНК-анализ генотипов рода *Fragaria* L. по устойчивости к антракнозной чёрной гнили // Плодоводство и ягодоводство России. 2020. Т. 62. С. 53–58.
16. Молекулярный скрининг сортовой коллекции земляники ВИР на наличие маркера гена устойчивости к антракнозной чёрной гнили *Rca2* / И. Э. Храбров, О. Ю. Антонова, М. И. Шаповалов, Л. Г. Семенова // Биотехнология и селекция растений. 2021. № 4 (4). С. 15–24.
17. Comparison of anthracnose resistance with the presence of two SCAR markers associated with the *Rca2* gene in strawberry / M. A. Miller-Butler, B. J. Smith, B. R. Kreiser, E. K. Blythe // HortScience. 2019. Vol. 54 (5). P. 793–798.
18. Njuguna W. Development and use of molecular tools in *Fragaria*: dissertation ... Doctor of Philosophy. Oregon State University, 2010. 370 p.

References

1. Lukyanchuk I. V. Kompleksnaya ustoychivost' zemlyaniki k beloy i buroy pyatnistostyam [Strawberry complex resistance to white and brown spots]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. – Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 2013; 36; 1: 366–369 (in Russ.).
2. Ahmed M. F. A., El-Fiki I. A. I. Effect of biological control of root rot diseases of strawberry using *Trichoderma* spp. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 2017; 7 (3): 482–492.
3. Smith B. J. Epidemiology and pathology of strawberry anthracnose: a North American perspective. *HortScience*, 2008; 43 (1): 69–73.
4. Holod N. A., Kashchits Y. P., Dobrenkov E. A., Semenova L. G. Otsenka ustoychivosti sortov zemlyaniki sadovoy k antraknoznoy chernoy gnili v yuzhnom regione [Evaluation of

stability of strawberry varieties to anthracnose black rot in the southern region]. *Plodovodstvo i vinogradarstvo yuga Rossii. – Fruit growing and viticulture of South Russia*, 2018; 51 (3): 140–148 (in Russ).

5. Karimi K., Arzanlou M., Pertot I. Weeds as potential inoculum reservoir for *Colletotrichum nymphaeae* causing strawberry anthracnose in Iran and Rep-PCR fingerprinting as useful marker to differentiate *C. acutatum* complex on strawberry. *Frontiers in microbiology*, 2019; 10: 129.

6. Astarkhanov I., Mutsalkhanov M., Aliyeva E., Darbisheva A., Magomedova P., Mideyev Z. Antraknoz zemlyaniki (*Colletotrichum acutatum* Simmonds) – opasnoye karantinnoye zabolevaniye [Strawberry anthracnose (*Colletotrichum acutatum* Simmonds) is a dangerous quarantine disease]. *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Dagestan State Agrarian University Proceedings*, 2019; 3: 84–87 (in Russ.).

7. Marian M., Ohno T., Suzuki H., Kitamura H., Kuroda K., Shimizu M. A novel strain of endophytic *Streptomyces* for the biocontrol of strawberry anthracnose caused by *Glomerella cingulate*. *Microbiological Research*, 2020; 234: 126428.

8. Kuznetsova A. A., Dudchenko I. P., Kopina M. B. Antraknoz zemlyaniki, klassicheskiye i sovremennyye metody diagnostiki [Strawberry anthracnose, classical and modern diagnostic methods]. *Proceedings from Modern approaches and methods in plant protection: Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya s mezhdunarodnym uchastiem (12–14 noyabrya 2018) – All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation.* (PP. 70–73), Ekaterinburg, Ural'skij federal'nyj universitet, 2018 (in Russ.).

9. Salinas N., Fan Z., Peres N., Lee S., Whitaker V. M. *FaRCa1* confers moderate resistance to the root necrosis form of strawberry anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum*. *HortScience*, 2020; 1 (aop): 1–12.

10. Lerceteau-Kohler E., Roudeillac P., Markocic M., Guérin G., Praud K., Denoyes-Rothan B. The use of molecular markers for durable resistance breeding in the cultivated strawberry (*Fragaria × nanassa*). *Acta Horti*, 2002; 567 (2): 615–618.

11. Lerceteau-Kohler E., Guerin G., Denoyes-Rothan B. Identification of SCAR markers linked to *Rca2* anthracnose resistance gene and their assessment in strawberry germplasm. *Theoretical and Applied Genetics*, 2005; 111: 862–870.

12. Lukyanchuk I. V., Lyzhin A. S., Kozlova I. I. Analysis of strawberry genetic collection (*Fragaria* L.) for *Rca2* and *Rpfl* genes with molecular markers. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2018; 22 (7): 795–799.

13. Hadonou A. M., Sargent D. J., Wilson F., James C. M., Simpson D. W. Development of microsatellite markers in *Fragaria*, their use in genetic diversity analysis, and their potential for genetic linkage mapping. *Genome*, 2004; 47 (3): 429–438.

14. Lyzhin A. S., Lukyanchuk I. V., Zhbanova E. V. Polimorfizm sortov zemlyaniki (*Fragaria × ananassa*) po genu ustoychivosti k antraknozu *Rca2* [Polymorphism of the *Rca2* anthracnose resistance gene in strawberry cultivars (*Fragaria × ananassa*)]. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii. – Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*, 2019; 180 (1): 73–77. (in Russ.).

15. Lyzhin A. S., Lukyanchuk I. V., Zhbanova E. V. DNK-analiz genotipov roda *Fragaria* L. po ustoychivosti k antraknoznoy chornoy gnili [DNA-analysis of genotypes of the genus *Fragaria* L. for anthracnose resistance]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. – Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 2020; 62: 53–58. (in Russ.).

16. Khrabrov I. E., Antonova O. Yu., Shapovalov M. I., Semenova L. G. Molekulyarnyy skринing sortovoy kolleksii zemlyaniki VIR na nalichiyе markera gena ustoychivosti k antraknoznoy chornoy gnili *Rca2* [Molecular screening of the VIR strawberry varieties collection for the presence of a marker for the anthracnose black rot resistance gene *Rca2*]. *Biotekhnologiya i selektsiya rasteniy. – Plant Biotechnology and Breeding*, 2021; 4 (4): 15–24 (in Russ.).

17. Miller-Butler M. A., Smith B. J., Kreiser B. R., Blythe E. K. Comparison of anthracnose resistance with the presence of two SCAR markers associated with the *Rca2* gene in strawberry. *HortScience*, 2019; 54 (5): 793–798.

18. Njuguna W. Development and use of molecular tools in *Fragaria*. *Doctor's thesis*. Oregon State University, 2010, 370 p.

© Лыжин А. С., Лукьянчук И. В., 2022

Статья поступила в редакцию 12.06.2022; одобрена после рецензирования 08.09.2022; принята к публикации 14.09.2022.

The article was submitted 12.06.2022; approved after reviewing 08.08.2022; accepted for publication 14.09.2022.

Информация об авторах

Лыжин Александр Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный научный центр имени И. В. Мичурина, Ranenburzhetc@yandex.ru;

Лукьянчук Ирина Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Федеральный научный центр имени И. В. Мичурина, irina.lk2011@yandex.ru

Information about authors

Alexander S. Lyzhin, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, I. V. Michurin Federal Science Center, Ranenburzhetc@yandex.ru;

Irina V. Lukyanchuk, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, I. V. Michurin Federal Science Center, irina.lk2011@yandex.ru

Научная статья

УДК 633.2/.3

EDN VSBTWQ

DOI: 10.22450/199996837_2022_3_20

**Продуктивность и кормовые качества
селекционных образцов чукотского экотипа *Arctagrostis Latifolia***

Яна Дмитриевна Фандеева¹, Наталья Владимировна Федосова²

^{1,2} Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Магаданская область, Магадан, Россия

^{1,2} agrarian@maglan.ru

Аннотация. Север Дальнего Востока является территориально и экономически обособленной зоной с экстремальными агроклиматическими условиями, что приводит к необходимости развития собственной продовольственной базы. Суровые условия северных территорий диктуют тщательный подбор специфического ассортимента культур, как для потребностей населения, так и для целей животноводства. Однолетние и многолетние кормовые культуры инорайонного происхождения, в настоящее время используемые в крестьянско-фермерских хозяйствах в условиях Магаданской области, имеют низкую адаптацию к среде произрастания, выражающуюся в снижении жизнеспособности семян, неоднородности всходов, удлинении фаз вегетации растений, что отрицательно сказывается на урожайности и качестве зелёной массы и сена. Альтернативным вариантом является использование многолетних трав аборигенной северной флоры, в частности арктагростиса широколистного, в диком виде произрастающего в прибрежных и континентальных районах северо-востока России. Данный вид культивируется с 1971 г. и является основным источником исходного материала для селекции, ведущейся в настоящее время Магаданским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства. К 2022 году в результате длительных отборов (позитивных и негативных) выделено семь образцов, имеющих наилучшие показатели по биоморфологическим и хозяйственно ценным признакам, биохимическому составу, урожайности зелёной массы и сена, отличившихся стабильностью параметров на протяжении всего периода исследований и представляющих большой интерес для дальнейшей селекционной работы.

Ключевые слова: селекция, многолетние травы, продуктивность, биохимический состав

Для цитирования: Фандеева Я. Д., Федосова Н. В. Продуктивность и кормовые качества селекционных образцов чукотского экотипа *Arcagrostis Latifolia* // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 3. С. 20–25. doi: 10.22450/199996837_2022_3_20.

Original article

**Productivity and forage quality of selection samples
of the Chukotka ecotype *Arctagrostis Latifolia***

Yana D. Fandeeva¹, Natalya V. Fedosova²

^{1,2} Magadan Research Institute of Agriculture, Magadan region, Magadan, Russia

^{1,2} agrarian@maglan.ru

Abstract. The North of the Far East is a geographically and economically isolated zone with extreme agro-climatic conditions, which leads to the need to develop its own food base. The harsh conditions of the northern territories dictate the careful selection of a specific assortment of crops, both for the needs of the population and for the purposes of animal husbandry. Annual and perennial forage crops of non-district origin, currently used in peasant farms in the conditions of

the Magadan region, have a low adaptation to the growing environment, expressed in a decrease in the viability of seeds, heterogeneity of seedlings, elongation of the phases of vegetation of plants, which negatively affects the yield and quality of green mass and hay. An alternative option is the use of perennial grasses of the native northern flora, in particular arctagrostis broadleaf, which grows wild in the coastal and continental regions of the north-east of Russia. This species has been cultivated since 1971 and is the main source of raw material for breeding, currently conducted by the Magadan Research Institute of Agriculture. By 2022, as a result of long-term selections (positive and negative), seven samples have been identified that have the best indicators for biomorphological and economically valuable characteristics, biochemical composition, yield of green mass and hay, distinguished by the stability of parameters throughout the entire period of research and are of great interest for further breeding work.

Keywords: breeding, perennial herbs, productivity, biochemical composition

For citation: Fandeeva Ya. D., Fedosova N. V. Produktivnost' i kormovye kachestva selekcionnyh obrazcov chukotskogo ekotipa *Arcagrostis Latifolia* [Productivity and forage quality of selection samples of the Chukotka ecotype *Arcagrostis Latifolia*]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. – *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 3: 20–25. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_3_20.

Введение. В связи со сложной экономической ситуацией в нашей стране, правительством Российской Федерации поставлена чёткая задача – обеспечить максимальное развитие регионального животноводства и растениеводства для снижения зависимости внутреннего рынка от импортной продукции.

С целью улучшения кормовой базы и получения сбалансированных кормов в суровых природно-климатических условиях Магаданской области с 2011 года ведётся тщательная селекционная работа на основе уникального генофонда субполярных и полярных популяций многолетних злаковых трав [1].

Материал и методы исследования. Экспериментальная работа проводилась на опытном поле Магаданского научно-исследовательского института сельского хозяйства, расположенном в Прихотской зоне южной части Магаданской области.

Для районов северного побережья Охотского моря обычным является муссонный климат с высокой относительной влажностью воздуха. Он характеризуется сезонной сменой направления ветра, с частыми морозящими туманами и дождями преимущественно во второй половине вегетационного периода (среднегодовое количество осадков с первой декады мая по третью декаду сентября 246 мм). Несмотря на относительно прохладное лето, достаточно высокая для северных регионов теплообеспеченность вегетационного периода позволяет выращивать

большое количество культур и получать высокие урожаи.

Исходный материал для селекции был выделен из дикорастущих популяций Чукотского автономного округа. Селекционный питомник заложен подзимним посевом в 2017 году, и включает 7 перспективных сортообразцов чукотского экотипа арктагrostиса широколистного. Размещение делянок систематическое в четырехкратной повторности. Площадь делянки 10 м². Посев рядовой с шириной междурядий 15 см. Защитные полосы между делянками – 50 см. Норма высева селекционных номеров – 3 кг/га всхожих семян.

Почвы болотные мерзлотные торфяно- или торфянисто-глеевые, в естественном состоянии кислые и слабокислые: рН солевой – в пределах 5,52–6,0. Гидролитическая кислотность в торфянистых и торфяных горизонтах достигает 113 мг-экв. и более, а в минеральных 6–19 мг-экв. на 100 г почвы. Минеральная толща насыщена гумусом, содержание которого составляет 1,3–4,9 % (в отдельных случаях 15 %).

Температурный режим в годы исследований был благоприятным, а водный режим – сложным, с выраженными циклами стрессовых воздействий на испытываемые гибриды многолетних трав и их потенциальную адаптацию к месту произрастания.

Наблюдения и учёты проводились в соответствии с методическими рекомендациями [2, 3]. Анализ биохимического

состава селекционных образцов проведён по общепринятым методикам в лаборатории Магаданского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Экспериментальные данные обрабатывались методами математической статистики.

Результаты исследования и их обсуждение. Проведённые ранее (2004 г.) сотрудниками института исследования по интродукции и окультуриванию аборигенных видов выявили существенные изменения фенотипических признаков чукотского экотипа арктагросписа широколистного при переносе в более благоприятные для произрастания условия Магаданского Приохотоморья. По данным А. Т. Швирста, отмечено снижение высоты побегов на 15–20 см при увеличении плотности травостоя на 2 тыс. шт. побегов на один квадратный метр [4].

Исследуемый экотип относится к аллогамному виду растений, в его потомствах высока вероятность проявления генотипической изменчивости. В этой связи оценка стабильности проявления значимых признаков в потомстве на протяжении трёх лет продуктивной жизни травостоев в различных погодных условиях имеет важное значение для определения критериев и методов дальнейшего селекционного отбора для создания нового высоко адаптивного к условиям Севера сорта кормовой культуры со стабильными показателями кормовой и семенной продуктивности.

Установлено, что различия в сроках наступления и длительности фаз развития растений селекционных образцов арктагросписа широколистного напрямую зависят от весенних запасов влаги в почве, количества осадков и температуры, микрорельефа участка произрастания.

Температурная зависимость на ранних фазах развития является адаптационной особенностью *Arctagrostis latifolia* как аборигенного вида Северо-Востока и приполярных районов. Так, отрастание побегов и прорастание семян не происходит при температуре ниже 5 °С, что предупреждает повреждение всходов сильными ночными и возвратными заморозками ранней весной [5].

Диапазон изменчивости количественных морфобиологических признаков в разные годы исследования напрямую был связан с биотическими и абиотическими факторами, что отразилось на урожайности как зелёной массы, так и сухого вещества (табл. 1).

Тем не менее, в процессе исследований были выявлены селекционные образцы с более высокими адаптивными качествами (3, 56, 10 К), у которых с переходом травостоя к полноценной продуктивности (с 2019 года) наблюдается стабильное повышение урожайности по годам вне зависимости от условий окружающей среды.

Биохимический анализ селекционных образцов чукотского экотипа *Arctagrostis latifolia* показал, что на про-

Таблица 1 – Урожайность селекционных образцов чукотского экотипа *Arctagrostis latifolia* за три года исследований

В центнерах с гектара

Номер селекционного образца	Урожайность					
	Зелёная масса			Сухое вещество		
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
3	66,88	138,15	220,37	14,13	50,37	100,66
56	68,75	138,61	190,90	14,25	54,66	87,36
79	67,00	165,18	138,67	15,88	65,22	59,24
97	64,00	157,39	154,06	13,63	56,29	73,38
131	88,25	178,71	105,40	19,00	82,27	60,42
6 П	52,75	125,13	119,16	11,88	46,38	60,00
10 К	80,50	118,38	134,16	17,38	42,37	67,58
НСР ₀₅	23,4	54,29	62,13	4,9	26,80	38,60

тяжении нескольких лет высокое содержание протеина отмечено в образцах 79, 131, 6 П, 10 К (табл. 2). Сырой протеин имеет сильную положительную связь с массой листьев (коэффициент корреляции 0,88) и среднюю отрицательную связь с плотностью стояния (коэффициент корреляции минус 0,56).

Содержание жира и золы не сильно различается и варьирует в пределах от 1,76 до 2,09 % и соответственно от 4,53 до 5,02 %. Сырой жир имеет положительную среднюю корреляционную зависимость с высотой вегетативных побегов в фазу укосной спелости (коэффициент корреляции 0,49) и среднюю отрицательную с высотой генеративных побегов (коэффициент корреляции минус 0,62).

Зола имела среднюю положительную прямую связь с высотой генеративных побегов (коэффициент корреляции 0,57) и плотностью стояния (коэффициент корреляции 0,39), и отрицательную – с массой листьев (коэффициент корреляции минус 0,41).

При этом отмечено резкое снижение содержания клетчатки в образце 10 К по сравнению с другими образцами в среднем на 2–4 %.

Высокая прямая корреляционная зависимость установлена между количеством безазотистых экстрактивных веществ и плотностью стояния (коэффициент корреляции 0,78) и обратная – с массой листьев (коэффициент корреляции минус 0,89).

Содержание калия намного превышает уровень фосфора и кальция. Максимальное количество (на 2–3 % больше по сравнению с другими образцами) наблюдалось в образце 3. Количество каротина в селекционных образцах напрямую зависит от массы листьев (коэффициент корреляции 0,88).

Данные полного зоотехнического анализа были использованы для подсчета питательной ценности одного килограмма корма и обеспеченности кормовой единицы переваримыми питательными веществами и обменной энергией.

Установлено, что в одном килограмме сухого вещества селекционных образцов чукотского экотипа *Arctagrostis latifolia* содержится 0,24–0,34 кормовых единиц, 50–52 г переваримых питательных веществ и 775–812 кДж обменной энергии (табл. 3).

Таблица 2 – Биохимический состав селекционных образцов чукотского экотипа *Arctagrostis latifolia* (на натуральную влажность)

В процентах

Показатели	Номер селекционного образца						
	3	56	79	97	131	6 П	10 К
Протеин	6,63	6,71	7,90	6,89	8,31	7,16	7,34
Сырой жир	2,00	2,00	1,87	1,72	1,81	1,76	2,09
Зола	4,82	4,69	4,76	5,01	4,53	5,02	4,71
Клетчатка	30,42	30,78	30,47	32,82	31,37	31,00	28,56
Безазотистые экстрактивные вещества	51,09	52,00	49,97	51,41	50,27	51,12	50,17
Кальций	0,38	0,37	0,36	0,39	0,34	0,35	0,36
Фосфор	0,21	0,21	0,21	0,23	0,21	0,21	0,19
Калий	4,42	1,72	1,80	1,33	1,70	2,02	1,21
Каротин, мг%	1,58	1,52	1,70	1,40	1,46	1,75	2,33

Таблица 3 – Питательность зелёной массы

Номер селекционного образца	Кормовые единицы, тыс. ед. на гектар	Содержание переваримых питательных веществ, т/га	Обменная энергия, кДж
3	0,34	0,0510	790,21
56	0,32	0,0518	802,61
79	0,29	0,0510	790,79
97	0,30	0,0524	812,30
131	0,33	0,0518	803,81
6 П	0,24	0,0515	798,81
10 К	0,26	0,0499	774,74

Выводы. Таким образом, селекция многолетних злаковых трав северной флоры, в частности арктагростиса широколистного, позволяет выделить перспективные в кормовом отношении образцы, адаптированные к местным условиям произрастания, дающие стабильные урожаи зелёной массы и сена высокого качества.

Замена посевов однолетних и мало-летних кормовых культур инорайонного происхождения долголетними лугами, на основе созданных в регионе сортов и вы-

деленных из местной флоры высокопродуктивных форм местных злаковых трав, может послужить основой развития кормовой базы.

Северные многолетние злаки отличаются длительным периодом хозяйственного использования, что даст фермерским хозяйствам возможность снизить ежегодные затраты на покупные корма, увеличив производство собственных. Это будет способствовать развитию местной системы животноводства.

Список источников

1. Денисов Г. В. Кормовые культуры в зоне вечной мерзлоты. М. : Россельхозиздат, 1980. 182 с.
2. Методические указания по проведению опытов с кормовыми культурами. М. : Российская академия сельскохозяйственных наук, 1997. 71 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Колос, 1979. 402 с.
4. Михайлов Н. Г., Швирст А. Т. Научные основы интродукции, окультуривания и семеноводства диких трав Дальнего Востока // Сельское хозяйство Севера на рубеже тысячелетий : сб. науч. тр. Магадан : Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, 2004. С. 97–104.
5. Швирст А. Т., Швирст Е. П. Особенности физиологии прорастания семян кормовых аборигенных злаков // Сельское хозяйство Севера на рубеже тысячелетий : сб. науч. тр. Магадан : Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, 2004. С. 105–108.

References

1. Denisov G. V. *Kormovye kul'tury v zone vечноj merzloty [Forage crops in the permafrost zone]*, Moskva, Rossel'hozizdat, 1980, 182 p. (in Russ.).
2. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu opytov s kormovymi kul'turami [Guidelines for conducting experiments with forage crops]*, Moskva, Rossijskaya akademiya sel'skohozyajstvennyh nauk, 1997, 71 p. (in Russ.).
3. Dospikhov B. A *Metodika polevogo opyta [Methodology of field experience]*, Moskva, Kolos, 1979, 402 p. (in Russ.).

4. Mikhailov N. G., Shvirst A. T. Nauchnye osnovy introdukcii, okul'turivaniya i semenovodstva dikih trav Dal'nego Vostoka [Scientific bases of introduction, cultivation and seed production of wild herbs of the Far East]. Proceedings from *Sel'skoe hozyajstvo Severa na rubezhe tysyacheletij – Agriculture of the North at the turn of the millennium*. (PP. 97–104), Magadan, Magadanskij nauchno-issledovatel'skij institut sel'skogo hozyajstva, 2004 (in Russ.).

5. Shvirst A. T., Shvirst E. P. Osobennosti fiziologii prorstaniya semyan kormovyh aborigennyh zlakov [Features of the physiology of germination of seeds of feed native cereals]. Proceedings from *Sel'skoe hozyajstvo Severa na rubezhe tysyacheletij – Agriculture of the North at the turn of the millennium*. (PP. 105–108), Magadan, Magadanskij nauchno-issledovatel'skij institut sel'skogo hozyajstva, 2004 (in Russ.).

© Фандеева Я. Д., Федосова Н. В., 2022

Статья поступила в редакцию 03.08.2022; одобрена после рецензирования 25.08.2022; принята к публикации 26.08.2022.

The article was submitted 03.08.2022; approved after reviewing 25.08.2022; accepted for publication 26.08.2022.

Информация об авторах

Фандеева Яна Дмитриевна, кандидат сельскохозяйственных наук, Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, agrarian@maglan.ru;

Федосова Наталья Владимировна, инженер-лаборант, Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, agrarian@maglan.ru

Information about authors

Yana D. Fandeeva, Candidate of Agricultural Sciences, Magadan Research Institute of Agriculture, agrarian@maglan.ru;

Natalya V. Fedosova, Laboratory Engineer, Magadan Research Institute of Agriculture, agrarian@maglan.ru

Научная статья

УДК 632.4:634.22

EDN VUMTGM

DOI: 10.22450/199996837_2022_3_26

***Gibellulopsis nigrescens* как возбудитель увядания
растений сливы, полученных методом клонального микроразмножения**

Людмила Павловна Шумилова¹, Евгений Эдуардович Каботов²,
Эдуард Витальевич Некрасов³

^{1, 2, 3} Амурский филиал Ботанического сада-института Дальневосточного отделения
Российской академии наук, Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ Shumilova.85@mail.ru

Аннотация. Своевременное выявление фитопатогена и его идентификация является важным этапом в успешной борьбе с болезнями растений. Увядание (вилт) было одной из основных причин гибели саженцев при выращивании укорененных микропобегов сливы, полученных методом клонального микроразмножения, в почвенном субстрате. Целью исследования было выявление фитопатогена, вызывающего увядание саженцев сливы (*Prunus salicina* Lindl.), полученных в условиях *in vitro*, на этапе адаптации к нестерильным условиям. В результате микробиологического анализа вегетативных органов больных саженцев сливы было выделено 23 штамма 4 родов микроскопических грибов. Более 60 % грибов от общего числа выделенных изолятов были идентифицированы как *Gibellulopsis nigrescens* (Pethybr.) Zare, W. Gamset Summerb. (базионим *Verticillium nigrescens* Pethybr.) на основании культурально-морфологических признаков. Сопутствующая микрофлора включала грибы рода *Acremonium* spp., *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G. A. de Vries и *Akanthomyces lecanii* (Zimm.). *Gibellulopsis nigrescens* является наиболее вероятным патогеном, вызывающим вертициллезное увядание саженцев сливы, хотя для окончательного установления вирулентности *G. nigrescens* в отношении *P. salicina* требуются дополнительные фитопатологические тесты.

Ключевые слова: *Gibellulopsis nigrescens*, *Prunus salicina*, фитопатогенные грибы, вертициллезное увядание

Для цитирования: Шумилова Л. П., Каботов Е. Э., Некрасов Э. В. *Gibellulopsis nigrescens* как возбудитель увядания растений сливы, полученных методом клонального микроразмножения // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 3. С. 26–33. doi: 10.22450/199996837_2022_3_26.

Original article

***Gibellulopsis nigrescens* as a causal agent
of plum plants wilting obtained by clonal micropropagation**

Lyudmila P. Shumilova¹, Evgeniy E. Kabotov²,
Eduard V. Nekrasov³

^{1, 2, 3} Amur Branch of Botanical Garden-Institute of the Far Eastern Branch
of the Russian Academy of Sciences, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ Shumilova.85@mail.ru

Abstract. Timely detection of a phytopathogen and its identification is an important step in the successful control of plant diseases. Wilt disease was found to cause mass mortality of plume plantlets obtained by clonal micropropagation and grown in the soil substrate. The aim of this study was identification of a phytopathogen that causes wilting of the plum plantlets (*Prunus salicina* Lindl.) obtained under *in vitro* conditions, at the stage of adaptation to non-sterile conditions.

Microbiological analysis of stems and roots of the diseased plantlets revealed 23 isolates of fungi belonging to 4 genera. More than 60 % of the fungal isolates were identified as *Gibellulopsis nigrescens* (Pethybr.) Zare, W. Gams et Summerb. (basionym *Verticillium nigrescens* Pethybr.) according to their cultural and morphological characteristics. Accompanying mycoflora included *Acremonium* spp., *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G. A. de Vries, and *Akanthomyces lecanii* (Zimm.). It was concluded that *G. nigrescens* is the likely causal agent of wilt of the plum plantlets, although pathogenicity tests are needed to establish the virulence of *G. nigrescens* towards *P. salicina*.

Keywords: *Gibellulopsis nigrescens*, *Prunus salicina*, phytopathogenic fungi, verticillium wilt

For citation: Shumilova L. P., Kabotov E. E., Nekrasov E. V. *Gibellulopsis nigrescens* как возбудитель увядания растений сливы, полученной методом клонального микроразмножения [*Gibellulopsis nigrescens* as a causal agent of plum plants wilting obtained by clonal micropropagation]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 3: 26–33. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_3_26.

Введение. Слива является популярной плодовой культурой на Дальнем Востоке России. В Амурской области получено несколько сортов и сортообразцов сливы, включённых в Госреестр сортов и рекомендованных для любительского садоводства [1]. Однако все эти сорта в настоящее время размножают методом прививки на соответствующий подвой.

Для получения корнесобственных растений сортовых слив амурской селекции описан метод клонального микроразмножения [2]. Критическим этапом выращивания таких растений является адаптация саженцев к нестерильным условиям, когда укоренённые растения из стерильной питательной среды высаживают в почвогрунт. В таких условиях саженцы неминуемо сталкиваются с микроорганизмами и могут подвергаться грибным заболеваниям [2].

Успешная борьба с болезнями растений невозможна без своевременного выявления заболеваний и правильной идентификации их возбудителей. Выяснив причину гибели саженцев, можно использовать своевременные меры для предотвращения их заражения, увеличив тем самым выход здоровых растений.

Целью исследования явилось выявление фитопатогена, вызывающего увядание саженцев сливы, полученных методом клонального микроразмножения, на этапе адаптации к нестерильным условиям.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования были саженцы сливы (*Prunus salicina* Lindl.)

сортов Людмила и Благовещенский чернослив с симптомами увядания листьев.

Саженцы были выращены из микро-растений, полученных методом клонального микроразмножения, что описано в работе [2]. Для укоренения микропобегов использовали питательную среду Кворина-Лепуавра для размножения побегов (QL РП) с добавлением α -нафтилуксусной кислоты (НУК) – 0,19 мг/л, или микропобеги предварительно выдерживали в растворе НУК – 15 мг/л, в течение 16 часов с последующим выращиванием на среде QL РП без регуляторов роста.

Укоренённые микро-растения высаживали в смесь торфа и вермикулита (2:1) (по объёму), которую предварительно стерилизовали автоклавированием (одна атмосфера, один час) и помещали в полиэтиленовые пакеты с относительной влажностью около 100 %. Пакеты постепенно открывали, адаптируя растения к комнатным условиям. Саженцы выращивали в течение 5–8 месяцев при комнатной температуре и 16-часовом световом периоде. Растения подкармливали согласно требованиям, описанным в работе [2].

Симптомы заболевания у растений проявлялись в усыхании и преждевременном опадении листьев при более длительном сохранении зелёного цвета стебля. Выделение фитопатогенных грибов проводили с фрагментов корней и стеблей сливы. Фрагменты промывали в проточной воде, затем поверхностно стерилизовали коммерческим отбеливателем «Белизна», разбавленным стерильной водой (1:2) (по объёму), в течение 10 минут с по-

следующей промывкой стерильной водой три раза.

Стерилизованные фрагменты раскладывали на питательную среду в чашки Петри. Использовали среду Чапека и картофельно-декстрозный агар. Для идентификации микромицетов изоляты выделяли в чистую культуру и их таксономическую принадлежность устанавливали по культурально-морфологическим признакам согласно определителям [3, 4].

Таксономически значимые признаки спораносных структур и конидий исследовали с помощью методов световой микроскопии. Микроскопию выполняли с использованием микроскопов Микромед 1 (вар. 3-20) (Микромед, Россия) и Axio Lab. A1 (Carl Zeiss, Германия). Микрофотографии были сделаны с помощью камеры Axio Cam ERc5s и программного обеспечения AxioVs40 V 4.8.2.0.

Результаты исследования и обсуждение. При выращивании укоренённых побегов сливы в почвенном субстрате выживаемость саженцев составляет от 35 до 67 % [2]. При этом большая часть погибших растений проявляла признаки вилта: потеря листьями тургора и их увядание с последующей гибелью всего растения.

При микробиологическом обследовании пяти саженцев с симптомами вилта было изолировано 14 и 9 штаммов микромицетов из фрагментов корней и стеблей, соответственно. Более 60 % грибов были идентифицированы как *Gibellulopsis nigrescens* (Pethybr.) Zare, W. Gams et Summerb. В варианте с фрагментами корней вид был представлен обильно (85 % от всех изолятов, выделенных с корней); на стеблях его доля значительно ниже (22 %).

При культивировании в чистой культуре колонии *G. nigrescens* достигают 4 см в диаметре на 10 день роста. Колонии войлочные, белые, со временем становятся тёмно-серыми (рис. 1а). Экссудат на поверхности колонии не наблюдали, пигмент в среду не выделялся. Обратная сторона колонии с возрастом становилась чёрной в результате обильного развития хламидоспор.

Наличие многочисленных меланизированных структур в виде хламидоспор является отличительной особенностью вида. Хламидоспоры образуются одиноч-

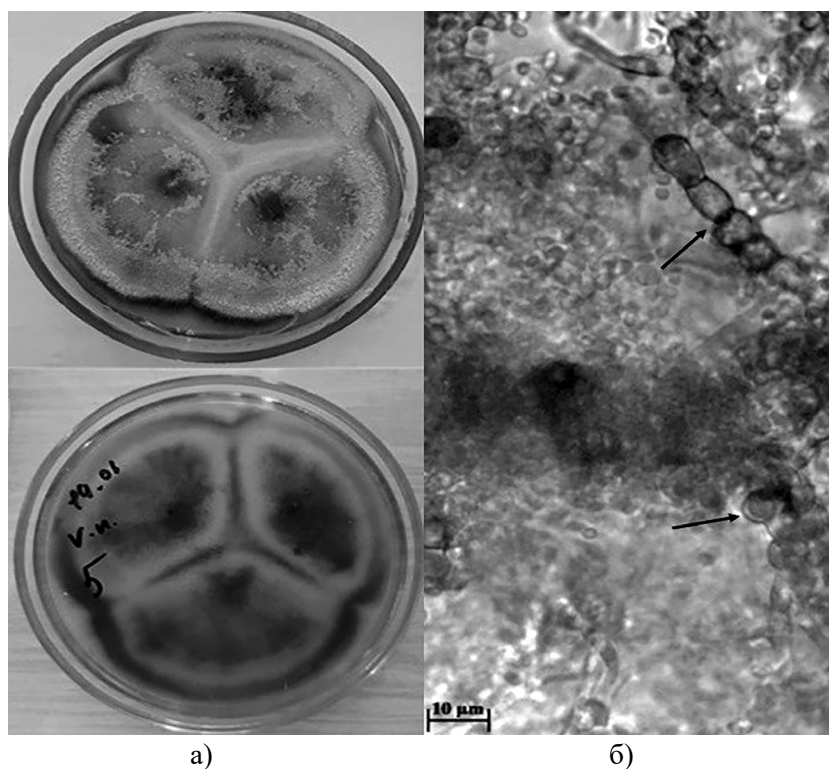
но или в коротких цепочках, чёрные, толстостенные, размер варьировал в пределах 5–10 мкм (рис. 1б).

Конидии эллипсоидные, 2,5–8 мкм × 2–3 мкм, собраны в слизистые головки (рис. 2а). Фиалиды преимущественно одиночные, бутылевидные, в мутовчато разветвлённой кисточке встречаются реже, 10–30 мкм × 2–3 мкм (рис. 2б).

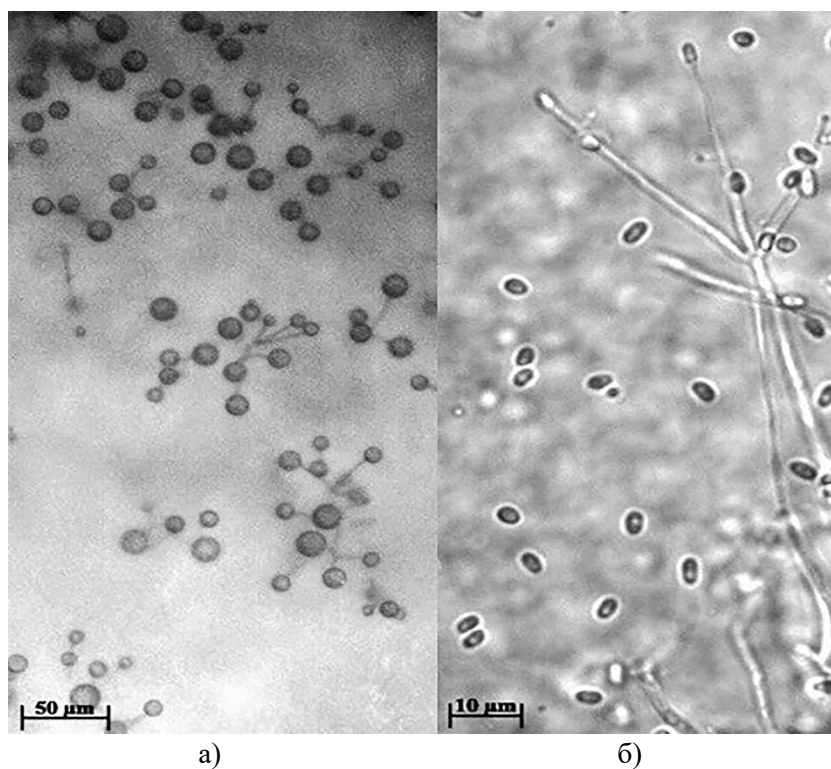
Gibellulopsis nigrescens (базионим *Verticillium nigrescens* Pethybr.) принадлежит семейству *Plectosphaerellaceae* из отдела *Ascomycota* [5]. Гриб широко распространён по всему миру, является почвенным сапротрофом, однако может колонизировать также растения [6, 7, 8, 9]. В лесных и сельскохозяйственных почвах юга Дальнего Востока вид встречается редко [3]. Гриб был обнаружен на картофеле, сое, сахарной свекле, мяте, подсолнечнике, люцерне и других растениях. При этом во многих случаях *G. nigrescens* был слабым патогеном, иногда без проявления симптомов [7, 9, 10, 11, 12, 13, 14]. Более того, обнаружены гиповирулентные штаммы *G. nigrescens*, способные защищать растения от вертициллезного увядания (вилта), вызванного гораздо более вирулентным патогеном *Verticillium dahlia* Kleb. [13, 15].

Вертициллезное увядание является распространённым сосудистым заболеванием косточковых культур, в том числе сливы, и связано с поражением проводящей системы растений, при котором листья начинают сохнуть, постепенно вызывая увядание части или всего растения [16, 17]. Кроме патогенных *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold и *V. dahlia*, паразитами плодовых деревьев является и обнаруженный нами *V. nigrescens* [18]. Однако вирулентность *G. nigrescens* по отношению к косточковым не подтверждена. Гриб выделяли из черешни (*Prunus avium* L.) [19], а также из корней косточковых культур [3]. При инокулировании саженцев четырёх видов растений культурой *G. nigrescens* наименьшие симптомы были у саженцев персика, которые проявлялись в меньшем развитии некрозов и пожелтении только отдельных листьев [20].

Другие микромицеты, выделенные нами из органов больных саженцев сливы, представлены родами *Acremonium* spp. (17,4 % от всех выделенных изо-



а) 10-дневная культура на среде Чапека; б) хламидоспоры
Рисунок 1 – Морфолого-культуральные признаки *Gibellulopsis nigrescens*, выделенного из тканей сливы (*Prunus salicina*)



а) головки конидий (увеличение микроскопа 120×);
 б) мутовка с фиалидами и конидии (увеличение микроскопа 480×)
Рисунок 2 – Микропрепарат *Gibellulopsis nigrescens*

лятов), *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G. A. de Vries (8,6 %) и *Akanthomyces lecanii* (Zimm.) Spatafora, Kepler et B. Shrestha (13 %).

Представители рода *Acremonium* являются сапротрофами, встречаются в почве и на растительных остатках [4]. *C. cladosporioides* является сапротрофом и может быть факультативным паразитом [21]. *A. lecanii* ранее был включен в состав рода *Verticillium* и является сапротрофом и неспецифичным энтомопатогеном [22]. Хотя эти виды грибов обнаружены как единичные изоляты и, таким образом, могут быть отнесены к сопутствующей микрофлоре, их присутствие может оказывать отрицательное воздействие на рост саженцев сливы.

Заключение. Преобладание изолятов *Gibellulopsis nigrescens*, выделенных из тканей растений сливы с симптомами вилта, а также литературные данные указывают на этот вид микромицетов как наиболее вероятную причину вертицил-

лезного увядания укоренённых микропобегов в процессе адаптации к нестерильным условиям окружающей среды. Для окончательного установления вирулентности в отношении *P. salicina* необходимо проведение дополнительных фитопатологических тестов.

Микрорастения, выращенные в условиях *in vitro*, менее устойчивы к негативным факторам окружающей среды по сравнению с саженцами, полученными из семян. Использованный для адаптации растений почвенный субстрат (смесь торфа и вермикулита после автоклавирования) не избавляет микрорастения от потенциально патогенных микроорганизмов. Торф, как осадочная порода богатая органическим веществом, становится субстратом для сапротрофных организмов, которые поселяются на нём в нестерильных условиях. Для предотвращения болезни необходимо оптимизировать условия выращивания и разрабатывать приёмы по повышению устойчивости саженцев.

Список источников

1. Глинщикова Ф. И. Селекция косточковых плодовых культур в Приамурье // Дальневосточный аграрный вестник. 2008. № 2 (6). С. 19–26.
2. Некрасов Э. В., Шелихан Л. А. Размножение сортов сливы амурской селекции в культуре *in vitro* // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН. 2021. Вып. 26. С. 20–29.
3. Егорова Л. Н. Почвенные грибы Дальнего Востока: гифомицеты. Л. : Наука, 1986. 192 с.
4. Domsch K. H., Gams W. Compendium of soil fungi. IHW-Verlag, 2007. 672 p.
5. Species Fungorum // Species Fungorum. URL: <https://www.speciesfungorum.org/Names/Names.asp> (дата обращения: 20.12.2021).
6. Бондаренко С. А., Георгиева М. Л., Биланенко Е. Н. Алкалолентные микромицеты в кислых и нейтральных почвах умеренных широт // Микробиология. 2016. № 6 (85). С. 722–731.
7. Korolev N., Katan T. Vegetative compatibility grouping in *Verticillium nigrescens* and *V. tricorpus* // Mycological Research. 1999. Vol. 103 (1). P. 65–76.
8. Characterization of thermophilic lignocellulolytic microorganisms in composting / M. J. Lopez, M. M. Jurado, J. A. Lopez-Gonzalez [et al.] // Frontiers in Microbiology. 2021. Vol. 12.
9. *Gibellulopsis*, a suitable genus for *Verticillium nigrescens*, and *Musciellium*, a new genus for *V. theobromae* / R. Zare, W. Gams, M. Starink-Willemse, R. C. Summerbell // Nova Hedwigia. 2007. Vol. 85 (3–4). P. 463–489.
10. Alisaac E., Gotz M. First report of *Gibellulopsis nigrescens* on peppermint in Germany // Journal of Plant Diseases and Protection. 2022. Vol. 129. P. 207–209.
11. First report of wilt on alfalfa in China caused by *Verticillium nigrescens* / X. P. Hu, M. X. Wang, D. F. Hu, J. R. Yang // Plant Disease. 2011. Vol. 95. № 12. P. 1591.

12. Vesper S. J., Turner J. T., Phillips D. V. Incidence of *Verticillium nigrescens* in soybeans // *Phytopathology*. 1983. Vol. 73. P. 1338–1340.
13. Comparative transcriptome analysis reveals the mechanism of cross-protection against *Verticillium* wilt conferred on sunflower by hypovirulent strain *Gibellulopsis nigrescens* Vn-1 / X. Zhao, B.-Z. Dong, Y.-J. Zhao [et al.] // *Semanticscholar.org*. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Comparative-transcriptome-analysis-reveals-the-of-Zhao-Dong/6afe1b3fec72e5248807bdada1732067f38fee42> (дата обращения: 20.12.2021).
14. First report of wilt of sugar beet caused by *Gibellulopsis nigrescens* in the Xinjiang Region of China / Y. Zhou, Z. Q. Zhao, Q. Y. Guo, B. Lei // *Plant Disease*. 2017. Vol. 101. № 7. P. 1318–1319.
15. Characterization of two fungal isolates from cotton and evaluation of their potential for biocontrol of *Verticillium* wilt of cotton / H. Q. Zhu, Z. L. Feng, Z. F. Li [et al.] // *Phytopathology*. 2013. Vol. 161 (2). P. 70–77.
16. Потлайчук В. И., Хлопунова Л. Б. Трахеомикозы древесных и кустарниковых растений на территории стран СНГ // *Вестник защиты растений*. 2002. № 1. С. 35–50.
17. Hiemstra J. A., Harris D. C. A compendium of *Verticillium* wilts in tree species. Netherlands : Ponsen et Looijen, Wageningen, 1998. 80 p.
18. Жизнь растений. Грибы / под ред. А. А. Федорова. М. : Просвещение, 1976. 479 с.
19. Skotland C. B. Pathogenic and nonpathogenic *Verticillium* species from South Central Washington // *Phytopathology*. 1971. Vol. 61. P. 435–436.
20. Осташева Н. А. Церцис китайский – потенциальный носитель инфекции трахеомикоза для плодовых культур // *Бюллетень Главного Ботанического Сада*. 1982. Вып. 123. С. 92–95.
21. Species and ecological diversity within the *Cladosporium cladosporioides* complex (*Dauidiellaceae*, *Capnodiales*) / K. Bensch, J. Z. Groenewald, J. Dijksterhuis [et al.] // *Studies in Mycology*. 2010. Vol. 67. P. 1–94.
22. Herrer A., Huang H. Evaluation of the entomophagous fungus *V. lecanii* as a control agent for insects // *Environmental Entomology*. 1986. Vol. 15. № 2. P. 281–284.

References

1. Glinshchikova F. I. Seleksiya kostochkovykh plodovykh kul'tur v Priamur'ye [Selection of stone fruit crops in the Amur Region]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik*. – *Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2008; 2 (6): 19–26 (in Russ.).
2. Nekrasov E. V., Shelikhan L. A. Razmnozheniye sortov slivy amurskoy seleksii v kul'ture *in vitro* [*In vitro* propagation of plume cultivars selected in Amur Region, Russia]. *Byulleten' Botanicheskogo sada-instituta DVO RAN*. – *Bulletin of the BGI FEB RAS*, 2021; 26: 20–29 (in Russ.).
3. Yegorova L. N. *Pochvennyye griby Dal'nego Vostoka: gifomitsety* [*Soil fungi of the Far East: hyphomycetes*], Leningrad, Nauka, 1986, 192 p. (in Russ.).
4. Domsch K. H., Gams W. *Compendium of soil fungi*, IHW-Verlag, 2007, 672 p.
5. Species Fungorum. *Speciesfungorum.org* Retrieved from <https://www.speciesfungorum.org/Names/Names.asp> (Accessed 20 December 2021).
6. Bondarenko S. A., Georgiyeva M. L., Bilanenko Ye. N. Alkalotolerantnyye mikromitsety v kislykh i neytral'nykh pochvakh umerennykh shirot [Alkalotolerant micromycetes in acidic and neutral soils of temperate latitudes]. *Mikrobiologiya*. – *Microbiology*, 2016; 6 (85): 722–731 (in Russ.).
7. Korolev N., Katan T. Vegetative compatibility grouping in *Verticillium nigrescens* and *V. tricorpus*. *Mycological Research*, 1999; 103 (1): 65–76.

8. Lopez M. J., Jurado M. M., Lopez-Gonzalez J. A., Estrella-Gonzalez M. J., Martinez-Gallardo M. R., Toribio A. [et al.]. Characterization of thermophilic lignocellulolytic microorganisms in composting. *Frontiers in Microbiology*, 2021; 12.
9. Zare R., Gams W., Starink-Willemse M., Summerbell R. C. *Gibellulopsis*, a suitable genus for *Verticillium nigrescens*, and *Musicillium*, a new genus for *V. theobromae*. *Nova Hedwigia*, 2007; 85 (3–4): 463–489.
10. Alisaac E., Gotz M. First report of *Gibellulopsis nigrescens* on peppermint in Germany // *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2022; 129: 207–209.
11. Hu X. P., Wang M. X., Hu D. F., Yang J. R. First report of wilt on alfalfa in China caused by *Verticillium nigrescens*. *Plant Disease*, 2011; 95; 12: 1591.
12. Vesper S. J., Turner J. T., Phillips D. V. Incidence of *Verticillium nigrescens* in soybeans. *Phytopathology*, 1983; 73: 1338–1340.
13. Zhao X., Dong B.-Z., Zhao Y.-J., Wang D., Jing L., Zhou H.-Y. Comparative transcriptome analysis reveals the mechanism of cross-protection against *Verticillium* wilt conferred on sunflower by hypovirulent strain *Gibellulopsis nigrescens* Vn-1, *Semanticscholar.org*. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/Comparative-transcriptome-analysis-reveals-the-of-Zhao-Dong/6afe1b3fec72e5248807bdada1732067f38fee42> (Accessed 20 December 2021).
14. Zhou Y., Zhao Z. Q., Guo Q. Y., Lei B. First report of wilt of sugar beet caused by *Gibellulopsis nigrescens* in the Xinjiang Region of China. *Plant Disease*, 2017; 101; 7: 1318–1319.
15. Zhu H. Q., Feng Z. L., Li Z. F., Shi Y. Q., Zhao L. H., Yang J. R. Characterization of two fungal isolates from cotton and evaluation of their potential for biocontrol of *Verticillium* wilt of cotton. *Phytopathology*, 2013; 161 (2): 70–77.
16. Potlaychuk V. I., Khlopunova L. B. Trakheomikozy drevesnykh i kustarnikovykh rasteniy na territorii stran SNG. [Tracheomycoses of trees and shrubs in CIS countries]. *Vestnik zashchity rasteniy. – Bulletin of Plant Protection*, 2002; 1: 35–50 (in Russ.).
17. Hiemstra J. A., Harris D. C. A compendium of *Verticillium* wilts in tree species, Netherlands, Ponsen et Looijen, Wageningen, 1998, 80 p.
18. Fedorov A. A. (Eds.). *Zhizn' rasteniy. Griby [Plant life. Fungi]*, Moskva, Prosveshcheniye, 1976, 479 p. (in Russ.).
19. Skotland C. B. Pathogenic and nonpathogenic *Verticillium* species from South Central Washington. *Phytopathology*, 1971; 61: 435–436.
20. Ostasheva N. A. Tsertsis kitayskiy – potentsial'nyy nositel' infektsii trakheomikoza dlya plodovykh kul'tur [Chinese cercis is a potential carrier of tracheomycosis infection for fruit crops]. *Byulleten' Glavnogo Botanicheskogo Sada. – Bulletin of the Main Botanical Garden*, 1982; 123: 92–95 (in Russ.).
21. Bensch K., Groenewald J. Z., Dijksterhuis J., Starink-Willemse M., Andersen B., Summerell B. A. [et al.]. Species and ecological diversity within the *Cladosporium cladosporioides* complex (*Davidiellaceae*, *Capnodiales*). *Studies in Mycology*, 2010; 67: 1–94.
22. Herrer A., Huang H. Evaluation of the entomophagous fungus *V. lecanii* as a control agent for insects. *Environmental Entomology*, 1986; 15; 2: 281–284.

© Шумилова Л. П., Каботов Е. Э., Некрасов Э. В., 2022

Статья поступила в редакцию 15.07.2022; одобрена после рецензирования 08.09.2022; принята к публикации 09.09.2022.

The article was submitted 15.07.2022; approved after reviewing 08.09.2022; accepted for publication 09.09.2022.

Информация об авторах

Шумилова Людмила Павловна, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник, Амурский филиал Ботанического сада-института Дальневосточного отделения Российской академии наук, shumilova.85@mail.ru;

Каботов Евгений Эдуардович, аспирант, Амурский филиал Ботанического сада-института Дальневосточного отделения Российской академии наук, zalu.96@mail.ru;

Некрасов Эдуард Витальевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Амурский филиал Ботанического сада-института Дальневосточного отделения Российской академии наук, ed_nekrasov@mail.ru

Information about authors

Lyudmila P. Shumilova, Candidate of Biological Sciences, Junior Researcher, Amur Branch of Botanical Garden-Institute of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, shumilova.85@mail.ru;

Evgeniy E. Kabotov, Postgraduate Student, Amur Branch of Botanical Garden-Institute of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, zalu.96@mail.ru;

Eduard V. Nekrasov, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Amur Branch of Botanical Garden-Institute of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, ed_nekrasov@mail.ru

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ**VETERINARY AND ANIMAL BREEDING**

Научная статья

УДК 636.5:636.087

EDN XAEUGM

DOI: 10.22450/199996837_2022_3_34

**Влияние генотипа сельскохозяйственной птицы
на качество и потребительские свойства продукции****Лариса Сергеевна Игнатович**

Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Магаданская область, Магадан, Россия

agrarian@maglan.ru

Аннотация. Автором проанализирована степень влияния натуральных биологически активных веществ, входящих в состав кормовых добавок из местных растительных ресурсов, на качество продукции, произведённой курами-несушками современных высокопродуктивных кроссов, обладающих разными генотипами. Установлено, что применение в рационах кур-несушек различных генотипов фитогенных кормовых добавок, состоящих из 1 % муки бурых морских водорослей (ламинарии) и 2,0 % муки из местных дикоросов (пижмы обыкновенной, тысячелистника обыкновенного, иван-чая узколистного) способствует интенсификации обменных процессов, происходящих в организме всех генотипов птицы: переваримость протеина корма возросла на 3,8–4,1 %; жира – на 3,5–4,2 %; БЭВ – на 4,0–4,6 %; использование азота – на 4,3–5,7 % к контрольным показателям. Интенсификация обменных процессов способствовала повышению качества и потребительских свойств продукции (яиц): масса яиц возросла на 3,6–7,8 %; масса желтка яйца – на 3,0–6,2 %; масса белка – на 4,3–6,3 %, что говорит о повышении общей питательной ценности яйца. Возросла биологическая ценность яйца: содержание жира в яичной массе возросло на 2,5–5,5 %; протеина – на 1,7–6,1 %; БЭВ – на 4,7–9,3 %; концентрация каротиноидов в желтке яйца на 9,7–17,1 %. Увеличилась также толщина скорлупы и повысился выход кондиционных яиц. При этом увеличились зоотехнические показатели продуктивности птицы всех генотипов: валовой сбор яиц возрос на 6,4–7,9 %; интенсивность яйцекладки – на 6,0–7,8 %; выход яичной массы – на 5,6–16,8 %. Повышение продуктивных показателей птицы отразилось на увеличении конверсии корма: снижение затрат корма на производство 10 штук яиц составило 4,2–7,9 %; на 1 кг яичной массы – на 8,8–14,3 % к контролю. В результате анализа полученных результатов автором выявлено, что наиболее «отзывчивым» генотипом (кроссом) на поступление с рационом биологически активных веществ, входящих в состав кормовой добавки, является кросс «Декалб», так как птица этого кросса показала более высокие результаты по всем изучаемым показателям.

Ключевые слова: куры-несушки, кроссы птицы, генотип, кормовые добавки, продуктивность, качество яиц, конверсия корма

Для цитирования: Игнатович Л. С. Влияние генотипа сельскохозяйственной птицы на качество и потребительские свойства продукции // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 3. С. 34–43. doi: 10.22450/199996837_2022_3_34.

Original article

Effect of farm poultry genotype on product quality and consumer properties**Larisa S. Ignatovich**Magadan Research Institute of Agriculture, Magadan region, Magadan, Russia
agrarian@maglan.ru

Abstract. The author analyzed the degree of influence of natural biologically active substances, which are part of feed additives from local plant resources, on the quality of products produced by laying hens of modern highly productive crosses with different genotypes. It has been established that the use of phyto-genic feed additives in the diets of laying hens of various genotypes, consisting of 1 % flour of brown seaweed (kelp) and 2.0 % flour from local wild plants (common tansy, common yarrow, willow-herb angustifolia) contributes to the intensification of metabolic processes occurring in the body of all poultry genotypes: the digestibility of feed protein increased by 3.8–4.1 %; fat – 3.5–4.2 %; BEV – by 4.0–4.6 %; nitrogen use – by 4.3–5.7 % compared to the control indicators. The intensification of metabolic processes contributed to the improvement of the quality and consumer properties of products (eggs): the mass of eggs increased by 3.6–7.8 %; egg yolk weight – by 3.0–6.2 %; protein mass – by 4.3–6.3 %, which indicates an increase in the overall nutritional value of the egg. The biological value of the egg has increased: the fat content in the egg mass has increased by 2.5–5.5 %; protein – by 1.7–6.1 %; BEV – by 4.7–9.3 %; the concentration of carotenoids in the yolk of the egg – by 9.7–17.1 %. The thickness of the shell also increased and the yield of conditioned eggs increased. At the same time, the main zootechnical indicators of the productivity of poultry of all genotypes increased: the gross collection of eggs increased by 6.4–7.9 %; egg-laying intensity – by 6.0–7.8 %; egg mass yield – by 5.6–16.8 %. An increase in the productive indicators of poultry was reflected in an increase in feed conversion, so a decrease in feed costs for the production of 10 pcs. eggs amounted to 4.2–7.9 %; per 1 kg of egg mass – by 8.8–14.3 % to the control. As a result of the analysis of the obtained results, the author revealed that the most "responsive" genotype (cross) to the intake of biologically active substances that are part of the feed additive with the diet is the "Dekalb" cross, since the bird of this cross showed higher results in all studied indicators.

Keywords: laying hens, poultry crosses, genotype, feed additives, productivity, egg quality, feed conversion

For citation: Ignatovich L. S. Vliyanie genotipa sel'skohozyajstvennoj pticy na kachestvo i potrebitel'skie svoystva produkcii [Effect of farm poultry genotype on product quality and consumer properties]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2022; 16; 3: 34–43. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_3_34.

Введение. На сегодняшний день производство птицеводческой продукции в России является одной из наиболее развитых отраслей животноводческого направления агропромышленного комплекса. Более того, население РФ полностью обеспечено столовым яйцом отечественного производства, его импорт отсутствует. Повышение качества птицеводческой продукции может снизить конкуренцию при её реализации и способствует углублению переработки и расширению ассортимента яичных продуктов. Повышение качества продукции может способство-

вать решению крайне актуальной задачи птицеводческой отрасли – реализации перспективных возможностей для экспорта яиц и яичной продукции [1].

На пищевом рынке России белок яиц и мяса птицы, относящийся к животным протеинам, занимает объём, сопоставимый с потреблением белка, получаемого из рыбных продуктов. Поэтому яичное птицеводство имеет огромное значение не только в продовольственной безопасности страны, но и в обеспечении населения незаменимыми аминокислотами, входящими в состав животного белка. Энергети-

ческая ценность пищевых яиц достаточно высока. Так, 100 г яичной массы равнозначно поступлению в организм человека 72 г белка, входящего в состав бескостной говядины; при этом на производство одной тонны говядины расходуется в 2,1 раза больше энергии корма, чем для производства одной тонны яичной массы.

Эффективность удельного потребления энергии корма на производство единицы продукции, полученной от различных видов продуктивных животных, выглядит следующим образом: самым дешёвым по энергоёмкости является мясо бройлера, затем следуют пищевое яйцо, свинина, говядина и баранина, что являются пищевыми продуктами, производство которых наиболее энергоёмко. Эти данные подтверждают то, что производство птицеводческой продукции является наиболее экономически эффективным для обеспечения населения РФ полноценными протеинами животного происхождения и незаменимыми аминокислотами [2, 3].

Куриное яйцо содержит значительное количество ценных нутриентов, необходимых для организма человека. Белок яйца является эталоном, так как он полностью сбалансирован по аминокислотному составу (имеет оптимальное соотношение незаменимых и заменимых для человека аминокислот), его усвояемость составляет 97–98 %. В яйце содержится достаточно высокий уровень ненасыщенных жирных кислот и лецитина (смесь фосфолипидов с триглицеридами). Потребление одного куриного яйца может обеспечить суточную норму потребления человека в основных питательных веществах: полноценном белке (аминокислотах) до 10 %; животном жире – до 7 %; сложных липидах (фосфолипиды) – до 50 %; витаминах А, D, К и группы В – до 100 %; йоде – до 20 % [4, 5, 6].

Наряду с реализацией генетического потенциала продуктивности кур-несушек, одной из важнейших задач птицеводческой отрасли становится повышение качества яиц за счёт увеличения концентрации востребованных организмом человека нутриентов, что связано с функциональной способностью птиц по переносу биологически активных веществ из корма в яйцо.

Пищевые яйца, обогащённые нутриентами, входящими в рацион, обла-

дающие более высоким качеством, могут быть важным источником питательных веществ в диете человека. Ввод в рационы сельскохозяйственной птицы «фитодобавок» из местных ресурсов позволяет производить пищевые яйца с более высокими потребительскими свойствами, востребованными в настоящий период времени. Производство «функциональной пищи» является современной мировой тенденцией, направленной на обеспечение диетического питания населения России [7, 8].

По данным НКО «Союз комбикормщиков», за 2016 год удельный вес полноценных комбикормов для птицы в общей структуре производства в РФ составил 92 % (в Европе – 98 %); удельный вес зернофуража в общем объёме данного производства составляет около 70 % (в Европе – 48 %). Произведённые комбикормовой промышленностью продукты не всегда сбалансированы по содержанию полноценного белка, что влияет на их аминокислотный состав и оказывает отрицательное влияние на стоимость единицы продукции. В этом случае затраты кормов на производство в два раза выше, чем в европейских странах. Сбалансированные по питательным веществам и обогащённые необходимыми нутриентами рационы могут способствовать дополнительному производству продукции и снижению затрат корма до 30 %. Повышение эффективности кормления птицы путём вовлечения кормовых ресурсов природного происхождения, остаётся одной из важных задач физиолого-биохимических основ повышения продуктивности [9].

Параллельно с решением задач по реализации генетического потенциала продуктивности кур-несушек, заложенного при селекционной работе, повышения качества производимой продукции (яиц) и конверсии корма, перед сельхозтоваропроизводителями стоит проблема создания условий для производства экологически чистой продукции с улучшенными потребительскими свойствами, так как одним из наиболее важных пунктов изменения потребительского спроса населения стало увеличение заинтересованности в органических, экологически чистых продуктах местного производства [10].

Одной из важных задач в кормлении сельскохозяйственной птицы явля-

ется изыскание и применение дешёвых и доступных кормовых средств с высокой биологической ценностью и широким спектром действующих веществ.

Решение поставленной задачи может осуществляться за счёт применения в кормлении птицы «чистых» добавок из местных растительных ресурсов (фитогенные кормовые добавки), не содержащих в своём составе вредных для человека компонентов и имеющих широкий спектр биологически активных веществ.

При организации полноценного питания кур-несушек необходимо обеспечить возможность применения естественных стимуляторов роста, отказаться от кормовых антибиотиков, не позволяющих получить экологически чистую продукцию, что можно сделать за счёт включение в рацион дешёвых нетрадиционных кормовых средств, не уступающих по биологической ценности дорогостоящим компонентам. Стимуляторы нового поколения могут содержать смеси различных трав и экстрактов растений, которые обладают дополнительными вкусовыми, в том числе ароматическими, лечебными и профилактическими свойствами, известными как в традиционной, так и в современной медицине. Фитогенные кормовые добавки стимулируют иммунную систему, способствуют повышению аппетита и резистентности организма, обеспечивают антиоксидантную защиту, подавляют микробный рост, обладая антибиотическими факторами и т. д. [11, 12, 13, 14, 15, 16].

Основными требованиями, предъявляемыми к курам-несушкам, производящим пищевые яйца, являются: высокая продуктивность и конверсия корма, а также качество яиц. Современная отрасль птицеводства имеет своей целью использование высокопродуктивных генотипов (кроссов) птицы, отселекционированных и дифференцированных по этим требованиям. В настоящий период времени отечественные селекционеры сосредоточены на генетических аспектах, способствующих трансформированию генетического потенциала в новые породы, породные группы и кроссы птицы. Из-за недостатка селекционной базы, работающей с генотипами российской селекции, многие российские птицеводческие хозяйства используют промышленные кроссы зару-

бежных селекционных фирм, среди которых «Иза Браун», «Хайсекс Браун», «Хайсекс Уайт», «Декалб» и др. [17, 18, 19, 20].

По мере появления новых генотипов сельскохозяйственной птицы, специалистам, занимающимся производством птицеводческой продукции, необходима информация об эффективности содержания того или иного генотипа птицы для производства качественной продукции (яиц) с высокими потребительскими свойствами.

Целью исследований явилось определение наиболее «отзывчивого» генотипа кур-несушек на поступающие в составе кормовой добавки действующие вещества, и его влияние на качество и потребительские свойства яиц, оплату корма высококачественной продукцией.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в обществе с ограниченной ответственностью «Птицефабрика «Дукчинская» (г. Магадан), где по мере появления новых кроссов птицы были использованы различные генотипы кур-несушек: «Иза Браун», «Хайсекс Уайт», «Хайсекс Браун», «Декалб».

Подбор групп для проведения опытов по кормлению проводился случайным методом. Для анализа результатов проведённых опытов был выбран определённый возрастной период кур-несушек исследуемых кроссов – 44–59 недель.

Условия содержания всех птиц соответствовали рекомендованным Всероссийским научно-исследовательским и технологическим институтом птицеводства нормам и в анализируемые периоды не различались между собой. Птицы всех контрольных групп получали основной рацион кормления (ОР). Курам-несушкам опытных групп вводили дополнительно к ОР биологически активную (фитогенную) кормовую добавку согласно схеме опытов (табл. 1).

Опыты проводились с учётом методических рекомендаций [21]. Результаты опытов обрабатывали с использованием методик, приведённых в руководстве [22]. Итоги анализа проведённых опытов даны в процентном отношении к контрольной группе определённого кросса за анализируемый период.

Комбикорм для кур-несушек в Птицефабрику «Дукчинская» поставлял-

ся ООО «Амурагроцентр» (г. Благовещенск). За анализируемый период состав и питательная ценность поставляемого комбикорма могла незначительно изменяться, но находились в допустимом для сравнения диапазоне (табл. 2).

Комбикорм, применяемый в хозяйстве по своей структуре на 64,5 % состоит из зерновой группы (пшеница, ячмень, овёс), на 12,9 % – из сои и продуктов её переработки (соя полножирная, шрот соевый). Обеспеченность птицы питательными веществами основного рациона составляет: обменной энергией – 91,44 %, сырым протеином – 96,18%, сырым жиром – 44,2 %. Линолевой кислоты в рационе 81,43 % от потребности. В комбикорме полностью отсутствуют компоненты животного происхождения, что в значительной степени, приводит к дисбалансу аминокислот в организме птицы.

Компоненты фитогенных кормовых добавок не обладают высокой питательной ценностью, но содержат биологически

активные вещества различного действия, оказывающие положительное влияние на обменные процессы организма птицы, способствуют более полному усвоению питательных веществ корма что, в свою очередь, влияет на повышение продуктивности птицы, конверсии кормов и качества производимой продукции (яиц) [14, 15].

Для определения наиболее «отзывчивого» генотипа кур-несушек на поступающие в составе кормовой добавки действующие вещества были проанализированы результаты ранее проведённых опытов по применению в рационах кур-несушек фитогенных кормовых добавок, содержащих бурые морские водоросли (мука из ламинарии) и дикоросы (мука из пижмы, тысячелистника и иван-чая).

Бурые морские водоросли (ламинария) являются одним из богатейших источников биологически активных веществ: витаминов группы В, С, D, Е, К, провитамина А, а также эссенциальных минеральных веществ.

Таблица 1 – Схема опытов

Группа	Количество, гол.	Особенности кормления
Первая (контроль)	50	основной рацион
Вторая (опыт)	50	основной рацион + 1,0 % муки из ламинарии + 2,0 % муки из местных дикоросов

**Таблица 2 – Состав и питательная ценность основного рациона кормления
В процентах**

Компонент	Содержание (M±m)
Пшеница	56,69±0,72
Ячмень	3,94±0,17
Овёс	3,84±0,85
Шрот соевый	10,25±0,55
Шрот подсолнечный	12,25±0,65
Соя полножирная	2,66±0,44
Известняковая мука + ракушечная мука	10,18±0,09
Фосфат кормовой обесфторенный	1,21±0,44
Премикс	1,22±0,15
<i>В 100 г рациона содержится:</i>	
Обменной энергии, ккал/100 г	246,88±0,89
Сырого протеина	16,35±0,19
Сырой клетчатки	5,56±0,14
Сырого жира	2,21±0,03
Линолевой кислоты	1,14±0,01

Для водорослей характерна химическая структура, не имеющая аналогов среди соединений, полученных из наземных организмов, а также наличие биологической активности, на порядок выше соответствующих показателей известных веществ, полученных из растений и животных суши. Из полисахаридов следует отметить альгиновую кислоту, водорослевый крахмал, альгулёзу. Из низкомолекулярных углеводов в довольно больших количествах содержится сахарный спирт маннит и его производные. Отличительной особенностью бурых морских водорослей является присутствие заметных количеств йодоаминокислот, являющихся гормональными веществами [11, 12].

Травяная мука из дикоросов содержит в своём составе большое количество каротина (провитамина А); жир- и водорастворимых витаминов F, K, H, а также группы B, поступающих в организм в определённом соотношении, что имеет большое значение для работы организма в целом. Наиболее активной формой каротина, содержащегося в травяной муке, является β-каротин (до 83 % от суммы каротиноидов). В процессе биосинтеза из него

образуется две молекулы витамина А (из других форм – только одна).

Травяная мука содержит большой набор незаменимых аминокислот. Известно мнение учёных и практиков о так называемом «факторе травяной муки», заключающемся в целебных свойствах неизученных трав [12, 23, 24].

Результаты исследований и их обсуждение. Включение изучаемых кормовых добавок в основной рацион птицы способствовало обогащению рациона нутриентами, входящими в их состав, что повлияло на повышение жизнеспособности кур-несушек. Так, сохранность птицы во всех опытных группах была на 2–4 % выше контрольных показателей.

Действующие вещества, входящие в состав кормовых добавок, способствовали стимулированию обменных процессов, происходящих в организме птицы, что иллюстрируют данные таблицы 3.

Усиление обменных процессов организма кур-несушек оказало положительное влияние на повышение продуктивных показателей всех изучаемых генотипов птицы и конверсии корма (табл. 4).

Таблица 3 – Усвоение (переваримость, использование) питательных веществ корма в процентах к контролю

Показатель	«Иза Браун»	«Хайсекс Уайт»	«Хайсекс Браун»	«Декалб»
Гигровлага	103,2	103,5	102,7	103,9
Сырой протеин	103,8	103,1	102,9	104,1
Сырой жир	103,5	103,9	103,0	104,2
БЭВ	104,5	104,0	104,6	104,5
Азот	105,6	105,4	104,3	105,7
Примечание: здесь и далее контролем для птицы каждого кросса (генотипа) являлась птица этого же кросса (генотипа), получавшая основной рацион кормления.				

Таблица 4 – Основные зоотехнические показатели в процентах к контролю

Показатель	«Иза Браун»	«Хайсекс Уайт»	«Хайсекс Браун»	«Декалб»
Валовой сбор яиц	106,4	107,2	106,9	107,9
Интенсивность яйцекладки	106,6	107,4	106,0	107,8
Выход яичной массы	112,2	105,6	113,0	116,8
<i>Конверсия корма (затраты на единицу продукции)</i>				
Десять яиц	93,1	93,0	95,8	92,1
Один килограмм яичной массы	89,5	89,1	91,2	85,7

**Таблица 5 – Показатели качества и потребительских свойств яиц
В процентах к контролю**

Показатель	«Иза Браун»	«Хайсекс Уайт»	«Хайсекс Браун»	«Декалб»
<i>Морфометрические показатели яиц</i>				
Масса яйца	103,0*	103,6*	105,8*	107,8**
Масса желтка	103,0*	103,5*	104,6**	106,2*
Масса белка	104,3*	104,1**	105,1*	106,3*
Толщина скорлупы	106,2*	105,4*	104,9**	106,7*
Кондиция яиц	102,8	103,2	102,9	103,4
Бой, насечка	96,5	97,1	96,6	96,3
<i>Качественные показатели яйцемассы</i>				
Сухое вещество	104,0*	101,7**	103,5*	104,3*
Жир	102,5**	103,9**	104,9**	105,5**
Протеин	101,7*	102,5*	104,9**	106,1**
БЭВ	104,7**	105,8**	106,7*	109,3**
Кальций	100,9**	106,1*	105,9*	105,4*
Фосфор	101,6**	103,2**	104,1**	106,3**
Калий	103,5*	106,2*	104,3*	105,6**
Натрий	105,1**	104,3*	106,1*	105,1*
Каротиноиды	110,8**	109,7**	113,2**	117,1**
* $P \leq 0,01$. ** $P \leq 0,001$.				

Анализ полученных данных показал, что применение в рационах кур-несушек исследуемых фитогенных кормовых добавок способствовало повышению качества и потребительских свойств произведённой продукции (яиц) (табл. 5).

Выводы. В результате исследований выявлено, что *наиболее значимое повышение продуктивных показателей, показателей качества продукции (яиц) и оплаты корма продукцией (конверсия корма) в условиях ООО «Птицефабрика «Дукчинская» наблюдалось у кур-несушек кросса «Декалб».*

Этот генотип птицы оказался наиболее «отзывчивым» на обогащение рациона нутриентами, содержащимися в изучаемой нами фитогенной кормовой добавке, состоящей из 1,0 % муки из ламинарии и 2,0 % муки из местных дикоросов.

Результаты наших опытов вполне соотносятся с целью разработчиков кросса: получить птицу с высокими продуктивными качествами, длительным периодом продуктивности, высокой конверсией корма и приспособленную для содержания в птицеводческих хозяйствах всех видов собственности.

Список источников

1. Яичное птицеводство в России: рейтинг регионов лидеров и аутсайдеров прироста производства // ИКАР. URL: <https://ikar.ru/lenta/571.html> (дата обращения: 13.01.2022).
2. Фисинин В. И., Кавтарашвили А. Ш. Свежий взгляд на важную проблему // Птицеводство. 2014. № 5. С. 2–9.
3. Бобылева Г. А. Пути повышения эффективности производства яиц и яйцепродуктов // Птица и птицепродукты. 2013. № 4. С. 22–24.
4. Фисинин В., Штелле А., Ерастов Г. Витамины в пищевых яйцах // Птицеводство. 2008. № 3. С. 2–5.
5. Фисинин В., Штелле А., Ерастов Г. Качество пищевых яиц и здоровое питание // Птицеводство. 2008. № 2. С. 2–6.

6. Штелле А. Питательность и энергетическая ценность пищевых яиц различной массы // Птицеводство. 2012. № 3. С. 39–41.
7. Сурай П. Как улучшить пищевую ценность яиц // Комбикорма. 2010. № 6. С. 95–96.
8. Лукашенко В. С., Величко О. А. Производство функциональных яиц – требование времени // Птица и птицепродукты. 2013. № 4. С. 28–30.
9. Афанасьев В. Современное состояние комбикормовой промышленности России. М. : НКО «Союз комбикормщиков», 2017. 22 с.
10. Empirical evidence of changing food demand and consumer preferences in Russia / V. Novhannisyanyan, M. Kondaridze, C. Bastian, A. Shanoyan // Journal of Agricultural and Applied Economics. 2020. Vol. 52. P. 480–501.
11. Маммаева Т. В. Эколого-биологическое обоснование использования ламинарии как кормовой добавки в рационах кур : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Хабаровск, 2002. 23 с.
12. Старикова Н. П. Биологически активные добавки: состояние и проблемы : монография. Хабаровск : Хабаровская государственная академия экономики и права, 2005. 124 с.
13. Effect of a phyto-genic feed additive on performance, ovarian morphology, serum lipid parameters and egg sensory quality in laying hen / A. A. Saki, H. Aliarabi, S. A. H. Siyar [et al.] // Veterinary Research Forum. 2014. Vol. 5. P. 287–293.
14. Gheisar M. M., Kim I. H. Phytobiotics in poultry and swine nutrition – a review // Italian Journal of Animal Science. 2018. Vol. 17. P. 92–99.
15. Abou-Elkhair R., Selim S., Hussein E. Effect of supplementing layer hen diet with phyto-genic feed additives on laying performance, egg quality, egg lipid peroxidation and blood biochemical constituents // Animal Nutrition. 2018. Vol. 4. P. 339–460.
16. Игнатович Л. С. Местные растительные ресурсы в рационах кур-несушек // Птицеводство. 2016. № 8. С. 37–40.
17. Коршунова Л. Г., Карапетян Р. В. Использование генетических методов на основе ДНК-маркеров продуктивных признаков в селекции кур // Птицеводство. 2021. № 5. С. 4–7.
18. Игнатович Л. С. Влияние генотипа кур-несушек на усвоение питательных веществ корма и продуктивные качества // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. № 2(58). С. 76.
19. Головкина О. О. Сравнительная оценка кроссов кур яичного направления «Хайсекс Коричневый» и «Хайсекс Белый» // Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных. URL: <https://azt.vscs.ac.ru/article/28454/full> (дата обращения: 15.03.2020).
20. Описание кросса «Декалб»: всё о содержании и разведении // Ферма.expert. URL: <https://ferma.Expert/pticy/kury/porody-kury/dekalb/> (дата обращения: 15.03.2020).
21. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы : рекомендации. Сергиев Посад : Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства, 2004. 33 с.
22. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М. : Колос, 1969. 87 с.
23. Манукян В. Ценный природный корм // Животноводство России. 2012. № 4. С. 19–20.
24. Манукян В. Травяная мука в кормлении мясных кур // Птицеводство. 2008. № 2. С. 10–11.

References

1. Yaichnoe pticevodstvo v Rossii: rejting regionov liderov i autsajderov prirosta proizvodstva [Egg poultry farming in Russia: rating of regions of leaders and outsiders of production growth]. *Ikar.ru* Retrieved from <https://ikar.ru/lenta/571.html> (Accessed 13 January 2022) (in Russ.).
2. Fisinin V. I., Kavtarashvili A. Sh. Svezhij vzglyad na vazhnuyu problemu [A fresh look at an important issue]. *Pticevodstvo. – Poultry farming*, 2014; 5: 2–9 (in Russ.).
3. Bobyleva G. A. Puti povysheniya effektivnosti proizvodstva yaic i jajceproduktov [Ways to improve the efficiency of production of eggs and egg products]. *Ptica i pticeprodukty. – Poultry and poultry products*, 2013; 4: 22–24 (in Russ.).

4. Fisinin V., Shtelle A., Erastov G. Vitaminy v pishchevyh jajcah [Vitamins in food eggs]. *Pticevodstvo. – Poultry farming*, 2008; 3: 2–5 (in Russ.).
5. Fisinin V., Shtelle A., Erastov G. Kachestvo pishchevyh yaic i zdravoe pitanie [Nutritional egg quality and healthy eating]. *Pticevodstvo. – Poultry farming*, 2008; 2: 2–6 (in Russ.).
6. Shtelle A. Pitatel'nost' i energeticheskaya cennost' pishchevyh yaic razlichnoj massy [Nutritional value and energy value of food eggs of various weights]. *Pticevodstvo. – Poultry farming*, 2012; 3: 39–41 (in Russ.).
7. Suraj P. Kak uluchshit' pishchevuyu cennost' yaic [How to improve the nutritional value of eggs]. *Kombikorma. – Compound feed*, 2010; 6: 95–96 (in Russ.).
8. Lukashenko V. S., Velichko O. A. Proizvodstvo funktsional'nyh yaic – trebovanie vremeni [The production of functional eggs is a requirement of the times]. *Ptica i pticeprodukty. – Poultry and poultry products*, 2013; 4: 28–30 (in Russ.).
9. Afanasyev V. *Sovremennoe sostoyanie kombikormovoy promyshlennosti Rossii [The current state of the feed industry in Russia]*, Moskva, NKO "Soyuz kombikormshchikov", 2017, 22 p. (in Russ.).
10. Hovhannisyanyan V., Kondaridze M., Bastian C., Shanoyan A. Empirical evidence of changing food demand and consumer preferences in Russia. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 2020; 52: 480–501.
11. Mammaeva T. V. Ekologo-biologicheskoe obosnovanie ispol'zovaniya laminarii kak kormovoy dobavki v racionah kur [Ecological and biological substantiation of the use of kelp as a feed additive in chicken diets]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Habarovsk, 2002, 23 p. (in Russ.).
12. Starikova N. P. *Biologicheski aktivnye dobavki: sostoyanie i problemy: monografiya [Biologically active additives: state and problems: monograph]*, Habarovsk, Habarovskaya gosudarstvennaya akademiya ekonomiki i prava, 2005, 124 p. (in Russ.).
13. Saki A. A., Aliarabi H., Siyar S. A. H., Salari J., Hashemi M. Effect of a phyto-genic feed additive on performance, ovarian morphology, serum lipid parameters and egg sensory quality in laying hen. *Veterinary Research Forum*, 2014; 5: 287–293.
14. Gheisar M. M., Kim I. H. Phytobiotics in poultry and swine nutrition – a review. *Italian Journal of Animal Science*, 2018; 17: 92–99.
15. Abou-Elkhair R., Selim S., Hussein E. Effect of supplementing layer hen diet with phyto-genic feed additives on laying performance, egg quality, egg lipid peroxidation and blood biochemical constituents. *Animal Nutrition*, 2018; 4: 339–460.
16. Ignatovich L. S. Mestnye rastitel'nye resursy v racionah kur-nesushek [Local plant resources in the diets of laying hens]. *Pticevodstvo. – Poultry farming*, 2016; 8: 37–40 (in Russ.).
17. Korshunova L. G., Karapetyan R. V. Ispol'zovanie geneticheskikh metodov na osnove DNK-markerov produktivnykh priznakov v selektsii kur [The use of genetic methods based on DNA-markers of productive traits in chicken breeding]. *Pticevodstvo. – Poultry farming*, 2021; 5: 4–7 (in Russ.).
18. Ignatovich L. S. Vliyanie genotipa kur-nesushek na usvoenie pitatel'nyh veshchestv korma i produktivnye kachestva [Influence of the genotype of laying hens on the assimilation of feed nutrients and productive qualities]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2021; 2 (58): 76 (in Russ.).
19. Golovkina O. O. Sravnitel'naya ocenka krossov kur yaichnogo napravleniya "Hajseks Korichnevyy" i "Hajseks Belyj" [Comparative evaluation of crosses of hens of the egg direction "Hysex Brown" and "Hysex White"]. *Azt.vccc.ac.ru* Retrieved from <https://azt.vccc.ac.ru/article/28454/full> (Accessed 15 March 2020) (in Russ.).
20. Opisanie krossa "Dekalb": vsyo o sodержanii i razvedenii [Description of the cross "Dekalb": all about keeping and breeding]. *Ferma.expert.ru* Retrieved from <https://ferma.Expert/pticy/kury/porody-kury/dekalb/> (Accessed 15 March 2020) (in Russ.).
21. *Metodika provedeniya nauchnykh i proizvodstvennykh issledovaniy po kormleniyu sel'skokozyajstvennoj pticy: rekomendatsii [Methodology for conducting scientific and industrial research on feeding poultry: recommendations]*, Sergiev Posad, Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy i tekhnologicheskij institut pticevodstva, 2004, 33 p. (in Russ.).

22. Plohinskiy N. A. *Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov [Guide to biometrics for livestock technicians]*, Moskva, Kolos, 1969, 87 p. (in Russ.).

23. Manukyan V. Cennyj prirodnyj korm [Valuable natural food]. *Zhivotnovodstvo Rossii. – Animal Husbandry of Russia*, 2012; 4: 19–20 (in Russ.).

24. Manukyan V. Travyanaya muka v kormlenii myasnyh kur [Grass meal in feeding meat chickens]. *Pticevodstvo. – Poultry farming*, 2008; 2: 10–11.

© Игнатович Л. С., 2022

Статья поступила в редакцию 27.05.2022; одобрена после рецензирования 01.08.2022; принята к публикации 12.08.2022.

The article was submitted 27.05.2022; approved after reviewing 01.08.2022; accepted for publication 12.08.2022.

Информация об авторах

Игнатович Лариса Сергеевна, научный сотрудник, Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, agrarian@maglan.ru

Information about authors

Larisa S. Ignatovich, Researcher, Magadan Research Institute of Agriculture, agrarian@maglan.ru

Научная статья

УДК 639.1.021.1

EDN WNWQTS

DOI: 10.22450/199996837_2022_3_44

Предложения к улучшению экспертизы трофеев лося, кабана и косули

**Вячеслав Васильевич Колесников¹, Алексей Анатольевич Сергеев²,
Александр Вячеславович Экономов³, Виктор Иванович Машкин⁴,
Вячеслав Альбертович Соловьев⁵**

^{1, 2, 3, 5} Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова, Кировская область, Киров, Россия

^{1, 4} Вятский государственный агротехнологический университет
Кировская область, Киров, Россия

wild-res@mail.ru

Аннотация. По результатам анализа оригинальных баз данных, созданных по каталогам охотничьих трофеев показано, что наиболее популярными трофеями в России являются рога косули, лося и клыки кабана. Сделана попытка оценки достаточности промеров, производимых при экспертизе охотничьих трофеев перечисленных выше животных. Методики оценки трофеев кабана и косули неплохо описывают трофей, но не имеют промеров, позволяющих оценить возраст добытых животных. Напротив, методика оценки трофейных достоинств лося позволяет определить возраст добытых рогачей, но недостаточно хорошо описывает внешний вид трофея. Для клыков кабана предложено ввести в трофейную оценку промер ширины нижнего клыка в верхней его части у основания шлифа. Для косуль необходим промер (наибольшей) толщины костного пенька рогов для каждого рога. Это позволит определять возраст животных по трофеям. Для совершенствования оценки рогов лося желателен описание элементов архитектурного строения рогов: направление роста рогов, форма костального края (внутренний край лопаты), форма лопаты и предлопаты, изогнутость штанги. Определение возраста добытых животных позволяет вплотную подойти к бонитировке производителей с помощью трофейной оценки. Высказана гипотеза, что критерием бонитировки стоит рассматривать сравнение удаленности отношения балльной оценки к возрасту от функции нормального развития трофеев вида $y=a/x$, где a – среднее значение трофейной оценки (в баллах) для выборки, x – возраст добытого животного.

Ключевые слова: лось, кабан, косуля, оценка охотничьих трофеев, определение возраста, совершенствование оценки

Для цитирования: Колесников В. В., Сергеев А. А., Экономов А. В., Машкин В. И., Соловьев В. А. Предложения к улучшению экспертизы трофеев лося, кабана и косули // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 3. С. 44–58. doi: 10.22450/199996837_2022_3_44.

Original article

Proposals for improving the examination of moose, wild boar and roe deer trophies

**Vyacheslav V. Kolesnikov¹, Alexey A. Sergeev²,
Alexander V. Economov³, Victor I. Mashkin⁴, Vyacheslav A. Solovyov⁵**

^{1, 2, 3, 5} All-Russian Scientific Research Institute of Game Management

and Fur Farming named after Professor B. M. Zhitkov, Kirov region, Kirov, Russia

^{1, 4} Vyatka State Agrotechnological University, Kirov region, Kirov, Russia

wild-res@mail.ru

Abstract. The analysis of the original databases created according to the catalogs of hunting trophies showed that the most popular trophies in Russia were roe and moose antlers and wild boar tusks. The adequacy of the measurements in the assessment of hunting trophies was considered. The methods for assessing trophies of wild boar and roe deer describe the trophy well, but do not have measurements to assess the age of the harvested animals. In contrast, the method of assessing the trophy merits of a moose makes it possible to determine the age of the stag, but it does not describe the appearance of the trophy well. It was proposed to introduce into the trophy boar rating a measurement of the width of the lower tusk in its upper part at the base of the cut. For roe deer, it is necessary to measure the greatest thickness of the pedicle for each antler. This will make it possible to determine the age of the animals by trophy. To improve the assessment of moose antlers, it is desirable to describe the architectural structure of the antlers: the direction of growth, the shape of the costal edge (inner edge of the palm), the shape of the palm and pre-palm, the curvature of the beam. The age determining of the harvested animals makes it possible to do producer bonitation with the help of trophy evaluation. A hypothesis is that the bonitation criterion should be considered as a comparison of the remoteness of the ratio of the score to age from the function of the normal development of trophies of the form $y=a/x$, where a is the average value of the trophy score (in points) for the sample, x is the age of the harvested animal.

Keywords: moose, wild boar, roe deer, evaluation of trophies, age determination, improving of evaluation

For citation: Kolesnikov V. V., Sergeev A. A., Economov A. V., Mashkin V. I., Solovev V. A. Predlozheniya k uluchsheniyu ekspertizy trofeev losya, kabana i kosuli [Proposals for improving the examination of moose, wild boar and roe deer trophies]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2022; 16; 3: 44–58. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_3_44.

Введение. Многие представители оленьих используют рога в качестве турнирного оружия. Известно, что самцы с более развитыми рогами имеют больший репродуктивный успех, поскольку эти костные структуры служат для установления социального ранга и влияют на частоту спариваний [1, 2]. Поскольку размер и форма рогов являются значимыми факторами внутривидового полового отбора, научная оценка особенностей их строения может представить охотхозяйственной практике действенные инструменты для управления популяциями трофейных видов.

Трофейные качества самцов оленьих оценивают не только на основе сравнительного анализа морфологических параметров, но и руководствуясь эстетическими соображениями. Самые большие, симметричные и красивые рога имеют наивысшую оценку, получая преимущество в рейтингах и на выставках охотничьих трофеев. При этом используемые в разных странах методики оценки охотничьих трофеев имеют существенные отличия, что затрудняет или делает невозможным заочное сравнение экспонатов разного географического происхождения.

В России охотничьи трофеи обычно оцениваются по системе Международного Совета по охоте и охране животного мира (CIC). Многочисленные выставки охотничьих трофеев России и сопредельных стран, данные которых доступны и четко каталогизированы, дают возможность научного анализа морфометрических данных.

Экспертиза трофейных качеств экспоната по нескольким параметрам является интегрированной оценкой. Существующая в системе CIC медальная градация трофеев частично ориентирует по значимости того или иного трофея, однако, мало может сказать нам о популяционной значимости конкретного индивида без информации о возрасте добытых животных.

Между тем, для охотхозяйственного менеджмента необходимы четкие индикаторы, позволяющие определить статус производителей в группировке и выявить их потенциал для выбора дальнейших селекционных действий. По этой причине оценка экологической информативности существующих параметров трофейной экспертизы и обоснование возможности их применения в практике управления популяциями ценных видов охотничьих

животных представляются весьма актуальными.

Материалы и методы исследования. В качестве материала для анализа трофейных достоинств экспонатов мы использовали доступные данные из каталогов выставок охотничьих трофеев, проведенных в СССР, России и сопредельных странах в период с 1967 по 2017 гг., данные оценочных листов с этих выставок.

Помимо этого использовалась составленная постоянно действующей экспертной комиссией по охотничьим трофеям при Всероссийском научно-исследовательском институте охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова, зарегистрированная в Роспатенте база данных «Трофейная оценка рогов охотничьих животных, обитающих в России» [3] и подготовленная к регистрации база данных «Трофейная оценка клыков охотничьих животных, обитающих в России». Трофейная оценка производилась комиссией экспертов по трофеям в составе не менее трёх человек, как правило, на выставках охотничьих трофеев.

Общее количество трофеев, вовлеченных в создаваемые нами базы данных составляет 40 079 экземпляров. Данные базы включают в себя: каталожный номер трофея, место и время проведения выставки, место и дата добычи животного, имя охотника (владельца), возраст зверя, измерения трофея по системе СИС, окончательная оценка в баллах СИС, награда, участие трофея в других выставках. Не во всех каталогах выставок была отражена исчерпывающая информация, перечисленная выше и характеризующая параметры трофея. Из общего массива данных мы выделяли трофеи имеющие достаточно информации для того или иного анализа.

Полученные выборки проверяли на нормальность распределения, а также обрабатывали стандартными методами вариационной статистики, используя программы *Microsoft Excel* и *Statistica 10.0*. Определение размера выборки, достаточного для получения достоверных результатов проводили заранее по методикам [4, 5].

Определение возраста участвовавших в исследовании лосей и косуль осуществляли по эталонам стертости жева-

тельной поверхности нижних коренных зубов (Кнорре, Шубин, 1959; Херувинов, 1969; Глушков, 1982), по рисункам возрастных изменений резцов (Зарипов, 1964; Машкин, 2013), по величине обхвата ствола рога и наибольшему диаметру костного пенька (Колесников, Макарова, 2014, 2016; Колесников, 2018). Определение возраста кабана осуществляли по методике Брандта (Brandt, 1961).

Измерения клыков и костных пеньков рогов проводили с использованием электронного штангенциркуля *Sylvac S-235-PAT* с точностью до 0,01 мм.

Для оценки возможности морфологического разнообразия трофеев по информации из каталогов и оценочных листов привлекли свой опыт оценки трофеев на выставках охотничьих трофеев (1 836 экземпляров) и соответствующие каталоги и фотографии (147 фотографий рогов лосей, 364 – сибирских косуль, 128 – кабанов).

Результаты исследований. Объединяя все доступные источники информации с промерами охотничьих трофеев, мы составили репрезентативную выборку (40 079 экземпляра), отражающую популярность тех или иных трофеев (рис. 1).

В данной работе мы анализировали данные по наиболее популярным трофейным объектам: косуле (*Capreolus pygargus* Pallas, 1771; *Capreolus capreolus* L., 1758), кабану (*Sus scrofa* L., 1758), лосю (*Alces alces* L., 1758).

Кабан. У самцов диких свиней среди всех измерений ширина основания нижнего левого и правого клыков является показателем, в большей части определяющим окончательную трофейную оценку (табл. 1). Показатель корреляции этих параметров составил соответственно 0,88 и 0,85. При проведении исследований мы столкнулись с проблемой определения возраста самцов. В действующем трофейном листе не хватает параметра, отражающего ширину в начале шлифа, который позволяет оценить возраст особи (Brandt, 1961).

Косуля. Наибольший вклад в окончательную оценку рогов сибирской косули вносит балл за объём рогов (в среднем 39 %). Этот же показатель имеет наибольшую корреляцию с окончательной оценкой ($r=0,95$). Для европейской косули

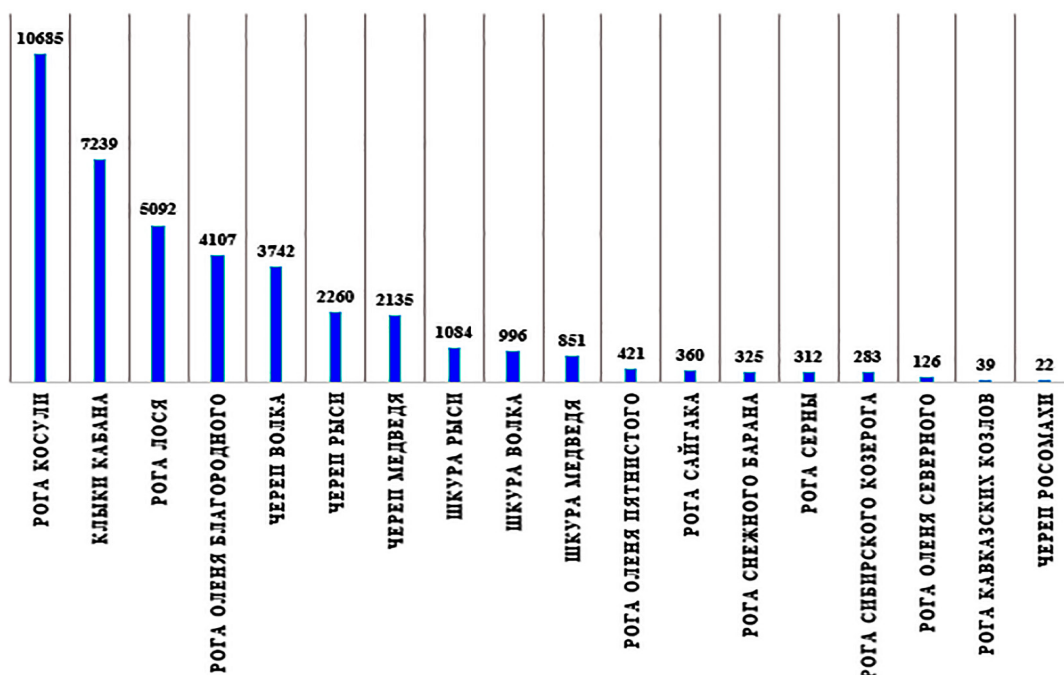


Рисунок 1 – Количественное содержание базы данных охотничьих трофеев, составленной для анализа

Таблица 1 – Промеры, определяющие трофейную оценку кабана

Признак	Корреляция с окончательной трофейной оценкой (r)
Длина нижнего левого клыка, см	0,56
Длина нижнего правого клыка, см	0,58
Ширина основания нижнего левого клыка, мм	0,88
Ширина основания нижнего правого клыка, мм	0,85
Обхват левого верхнего клыка, см	0,53
Обхват правого верхнего клыка, см	0,51

наибольшим вкладом в окончательную оценку также является балл за объём рогов (в среднем 39 %), корреляция с окончательной оценкой ещё выше ($r=0,97$).

Связь с возрастом ни у одного параметра не имеет достаточно высокого значения. Самое близкое значение корреляции с возрастом у того же объёма рогов ($r=0,62-0,64$). Поэтому, по промерам оценочного листа невозможно определить возраст животного.

Лось. В системе СИС методика оценки трофейных достоинств рогов лося практически не даёт возможности представить строение рогов. По оценочному листу можно составить представление о

размахе, отсутствии или наличии лопаты, но нет возможности оценить внешний облик рогов.

Мы полагаем, что помимо измерений, необходим анализ архитектурных признаков строения рогов лося для более глубокого исследования географической, индивидуальной и возрастной изменчивости рогов лося. Важно включить в анализ следующие дополнительные показатели: направление роста рогов, форму костального края (внутренний край лопаты), форму лопаты и предлопаты, изогнутость штанги.

Изучив доступные рога и фотографии других рогов, мы пришли к выводу

о невозможности выделения определённых типов рогов ввиду большого их разнообразия и нерегулярности в форме, и предлагаем анализировать их отдельные элементы (табл. 2).

Тогда можно будет выделить наиболее встречающиеся элементы для различных группировок лосей и сравнить насколько для каждой группировки характерен тот или иной набор часто встречаемых признаков (табл. 3).

Далее мы рассмотрели взаимосвязь трофейной оценки рогов (в баллах) с воз-

растом (рис. 2), определённым по объёму ствола (пальмы) (Колесников, Макарова, 2014; Колесников, 2018). Данное измерение производят при экспертизе трофеев лосей во всех международных системах оценки охотничьих трофеев.

Можно заметить, что даже в одной местности одновозрастные самцы имеют разные по достоинству рога. Рассмотрим возрастные изменения отношения балльной оценки рогов к возрасту. Отношение итоговой оценки к возрасту у лосей с возрастом изменяется однонаправленно. Ло-

Таблица 2 – Встречающиеся варианты развития структурных элементов рогов лосей











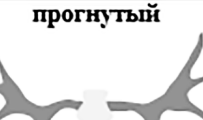
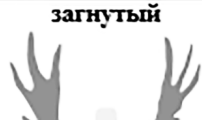
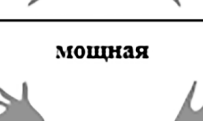
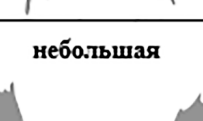
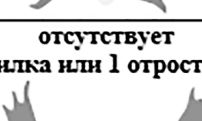



Структурные элементы рогов	Варианты развития		
Направление роста (развал)	сближенное 	среднеразвалистое 	развалистое 
Штанги	изогнутые 	слабоизогнутые 	прямые 
Костальный край	горбатый 	прямой 	прогнутый 
Срединный отросток	прямой 	прогнутый 	загнутый 
Предлопата	мощная 	небольшая 	отсутствует (вилка или 1 отросток) 
Лопата*	цельная 	слаборазделенная 	разделенная 
* Лопата может отсутствовать совсем (четвертый вариант для этого структурного элемента)			

Таблица 3 – Встречаемость вариантов развития структурных элементов рогов лосей в изучаемых группировках

В процентах

Группировка лосей	Число экземпляров	Направление роста рогов			Костальный край			Штанги			Средний отросток		Предлопата			Лопата				
		развилостое	средне развилостое	сближенное	горбатый	прямой	прогнутый	изогнутые	слабоизогнутые	прямые	прямой	прогнутый	загнутый	мощная	небольшая	отсутствует	цельная	слабо разделённая	разделённая	отсутствует
НООХ ВНИИОЗ, Кировская область*	32	6	74	20	32	32	36	10	45	45	0	3	97	52	13	35	48	39	13	0
Нолинский район, Кировская область	18	39	39	22	11	72	17	5	28	67	44	39	17	72	6	22	50	11	6	33
Ачитский район, Свердловская область	26	46	29	25	50	29	21	0	50	50	8	79	13	58	33	8	38	33	29	0

* Научно-опытное охотничье хозяйство Всероссийского НИИ охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова (Слободской, Зуевский, Белохолуницкий районы Кировской области).

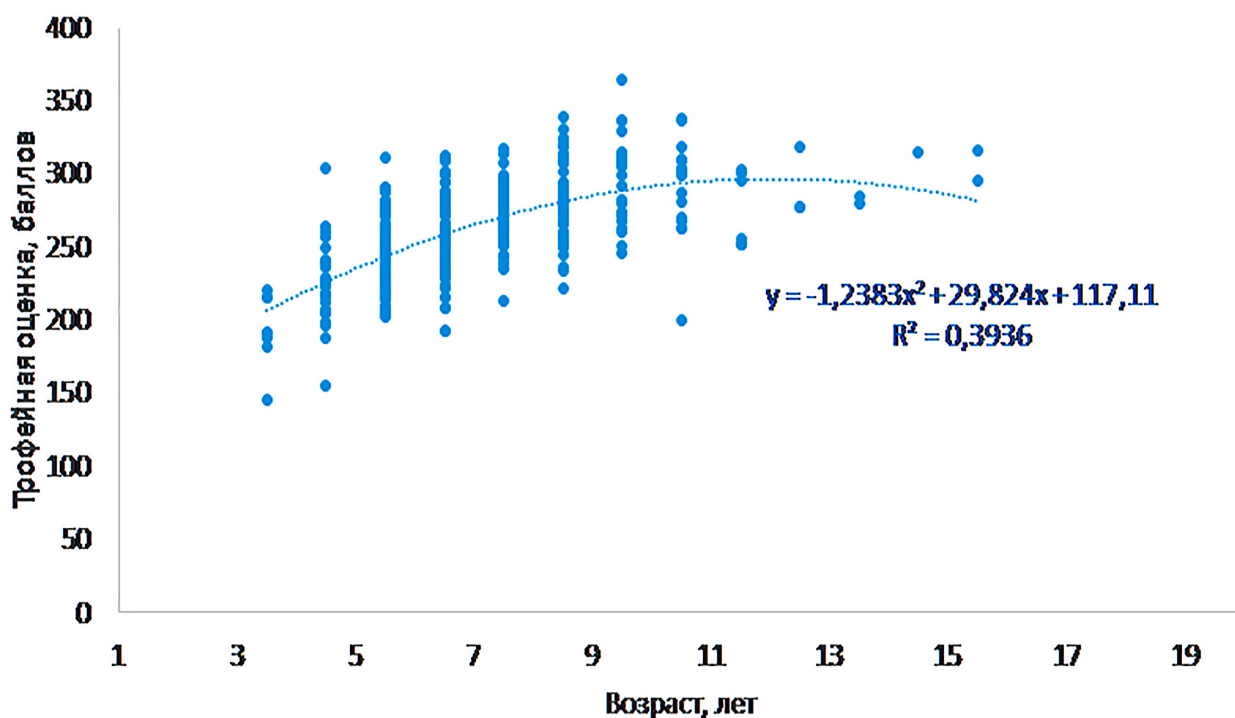


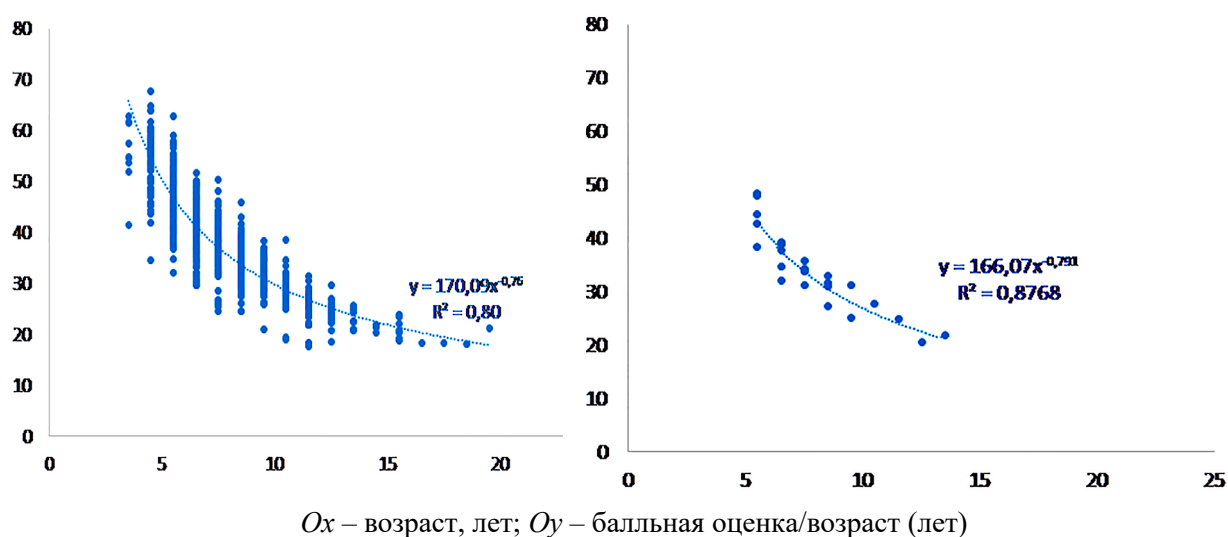
Рисунок 2 – Изменение трофейной оценки рогов с возрастом лосей в Кировской области

гично рассмотреть динамику изменения такого показателя по подвидам лося и по единству методик измерения (рис. 3, 4).

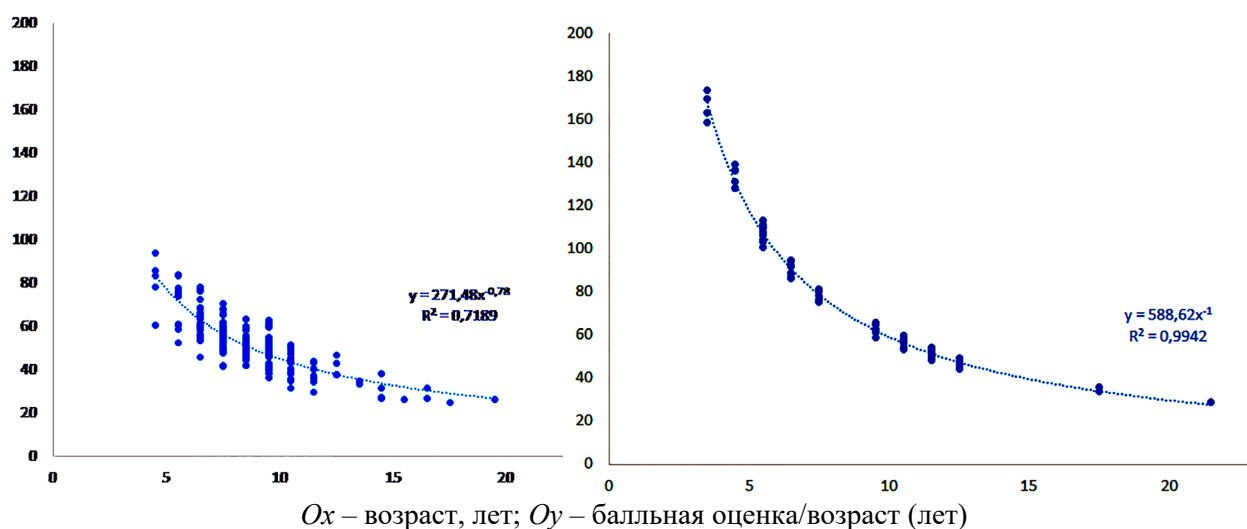
Оценка трофейных качеств рогов в системе СИС, как правило, связана с подвиновым делением животных. На территории России применяются две методики оценки для лосиных трофеев и три шкалы медальных градаций. Трофейные эксперты оценивают европейский (*A. alces alces*) и уссурийский (*A. a. cameloides*) подвиды лося по одной методике и применяют разные шкалы медальных оценок. Есть другая методика для восточносибирского (*A. a. pfizenmayeri*) и колымского (*A. a. buturlini*) лося, которая имеет серьёз-

ные отличия от первой [6]. Граница между европейскими и восточносибирским лосем проведена по р. Енисею. Однако мы считаем, что правильнее её проводить по Уральскому хребту [7].

Обсуждение. По количеству представленных на выставках трофеев можно судить о популярности охотничьих объектов (рис 1). Сравнение этого показателя с результатами опроса российских охотников о популярности объектов охоты (Зарубин и др., 2013) показывает, что они довольно близки, но не совпадают полностью. Конечно, не все охотничьи животные интересны, как охотничьи трофеи. Основные отличия между этими списками



Ox – возраст, лет; Oy – балльная оценка/возраст (лет)
Рисунок 3 – Изменение соотношения балльной оценки к возрасту по возрастным классам самцов европейского (слева) и уссурийского лося (справа)



Ox – возраст, лет; Oy – балльная оценка/возраст (лет)
Рисунок 4 – Изменение соотношения балльной оценки к возрасту по возрастным классам самцов сибирского (слева) и колымского лося (справа)

вносят объекты охоты, не входящие в список трофейных видов. Пока не все трофейные виды вовлечены в созданные нами базы данных, но общая тенденция популярности трофейных видов уже видна и по-своему характеризует популярность трофейной охоты в России.

Ранее уже оценивались возможности применения данных каталогов выставок охотничьих трофеев для оценки отражения динамики численности и благополучия популяций [1, 7, 8, 9]. Сравнивались трофейные оценки по близким видам (подвидам) животных для дальнейшего улучшения возможности сопоставимости [6]; оценки отражения географической изменчивости [10, 7].

Кабан. В некоторых случаях трофейная оценка неплохо описывает исследуемый объект. Например, методика оценки клыков кабана СИС (в отличие от других систем) отражает довольно много параметров: длину и ширину нижних клыков, обхват верхних, состояние кончиков клыков, цвет трущихся поверхностей, симметричность и правильность развития. По такому описанию нетрудно представить облик трофея. На основе оценочных листов или каталогов выставок, в которых были отражены все позиции оценки можно провести интересный анализ. Однако и в этой системе оценок не хватает промеров, отражающих возраст животного, хотя это возможно. По методике Брандта не достаёт одного промера ширины нижнего клыка у основания шлифа (сточенной поверхности). Очевидно, его необходимо ввести в список производимых измерений, включив в перечень дополнительных параметров, не влияющих на окончательную оценку.

При исследовании выборки трофеев кабана с известным возрастом выяснилось, что наибольшая зависимость возраста зверя с параметрами, составляющими оценку трофея, выявлена у показателя «ширина основания нижнего клыка». Значения коэффициента корреляции (r) этих признаков у кабанов, обитающих в центральных регионах России, составило 0,83. Это подтверждает целесообразность выбора этого параметра Е. Брандтом (1961) для разработки методики определения возраста секачей. Для особей, населяющих северо-восток европейской части, этот показа-

тель несколько меньше (0,60), что может объясняться более ранним достижением самцами кабана, обитающими в суровых для вида природно-климатических условиях, значений балльной оценки, определяющих медальные награды [11].

Косуля. Методика оценки трофейных достоинств европейской косули СИС выгодно выделяется тем, что неплохо описывает структурные элементы рогов: цвет, жемчужность, форму розеток, кончики отростков, развал рогов, симметричность. На наш взгляд, потенциал обработки этой информации ещё не до конца использован. Рога сибирской косули оцениваются по другой методике, с подходами к оценке трофеев клуба Boon&Crockett.

Представляется разумным использование традиционных, наработанных подходов к оценке трофеев европейской косули СИС хотя бы в качестве дополнительных параметров при оценке рогов сибирской косули. Это было воплощено в «Положении об оценке охотничьих трофеев в Российской Федерации» (2010). Учитывая, что строение рогов косули сходно, а вариативность их в основном сводится к размеру и развалу, которые отражены в методике оценки, можно сказать, что по трофейному листу можно воссоздать облик оцениваемых рогов. В дополнительные параметры следует внести измерение диаметра костного пенька рогов, по которым нетрудно установить возраст зверя [12, 13, 14].

Лось. Вопрос морфологии рогов лося неоднократно обсуждался в научной литературе [7, 10 и др.]. При этом большинство исследователей оперируют в качестве основных промеров такими показателями как: размах, длина рога, ширина лопаты, обхват ствола (окружность штанги), длина штанги, количество отростков. Изредка оцениваются качественные признаки строения рогов: неразделённая лопата, разделённая лопата, оленеобразные рога. Все исследователи отмечают, что компонентами изменчивости являются: возрастная изменчивость, индивидуальная и географическая изменчивость (Филонов, 1983).

Наши исследования показали, что такой признак, как обхват ствола в большей мере характеризует возрастную изменчивость и это позволяет рассортировать измеренные рога по возрасту их

носителя [12, 15]. Географическая изменчивость прослеживается на средних показателях линейных промеров, и в этом мнения многих исследователей совпадают. Предложенные элементы строения рогов целесообразно использовать для анализа географической, возрастной и других изменчивостей. Осуществлять их фиксацию стоит в дополнительных параметрах оценки. Это не повлияет на устоявшуюся размерность оценки трофея. Принято, что уже введённые некоторые дополнительные параметры носят информативный характер и не участвуют в окончательной оценке. Действующие подходы к оценке трофеев позволяют лишь в отношении лося определить возраст животного, используя информацию оценочного листа (величина обхвата стволов левого и правого рога или их сумма).

В какой-то степени сравнение трофеев реализовано в градации медальных оценок трофеев (СИС): чем выше достоинство медали, тем лучше рога. Оценка Гран-при воспринимается как утверждение особо выдающихся размеров трофея, «золотая медаль» – как выдающийся трофей, «серебряная медаль» – как особо крупный трофей, «бронзовая» – крупный трофей.

Информация о возрасте трофейного животного коренным образом изменяет ценность данных каталогов охотничьих трофеев. Она даёт ключ для понимания степени развития животного и опоры для правильной интерпретации показателей трофейной оценки.

Мы считаем, что сравнение трофеев одновозрастных особей — это новый уровень трофейной оценки. Возможно, оценка «выше среднего» по отдельно взятому возрастному классу говорит об успешном развитии рогов у индивида. Может быть возможно найти более объективный показатель для бонитировки производителей того или иного вида охотничьего животного, чем балльная оценка трофейных достоинств. Настоящая гипотеза требует дальнейших исследований.

В первую очередь, мы пытались найти закономерность развития рогов у лося, поскольку возраст животных можно определить по данным подробных каталогов ($n=1\ 340$).

Достоинство рогов увеличивается не прямо пропорционально возрасту (рис. 2). Замечено, что после определённого возраста рога деградируют [1, 15]. В отношении благородного оленя, лани, европейской и сибирской косули действует это же правило. Устоявшейся практикой в передовых охотничьих хозяйствах является элиминация рогачей в возрасте, когда максимальный предел развития рогов уже пройден, но рога ещё не деградировали настолько, чтобы иметь трофейную оценку ниже золотой медали.

В результате балльная оценка сначала возрастает, потом снижается и ей неудобно пользоваться для анализа популяций. Показатель отношения балльной оценки к возрасту (рис. 3, 4) последовательно изменяется с увеличением возраста и может отражать успешность реализации потенциала развития рогов. Изменение среднего показателя будет характеризовать приближённую к нормальной для выборки функцию реализации этого потенциала. Ближе всего эти изменения характеризует степенная функция.

Примечателен график для колымского лося (рис. 4). Популяции этого подвида занимают территории малонаселённые людьми и менее других претерпели влияние со стороны человека из-за удалённости и труднодоступности местообитаний этого подвида. Ресурсы этих популяций начали интенсивно осваиваться трофейными охотниками только с конца двадцатого столетия.

Из рисунка 3 видно, что выборка трофеев наиболее объективно описывает закономерность изменения с возрастом реализации достоинств (размеров) рогов. Аппроксимация степенной функции с этими данными очень близка (коэффициент аппроксимации $R^2=0,9942$). При этом степень аргумента в подобранной функции составляет минус 1. Настоящую функцию можно записать как $y = ax^{-1} = a/x$, где a – коэффициент; x – возраст.

Соответствие (аппроксимация) подобранной функции первоначальному посылу для сравнения изменений подсказывает, что это не случайно. Так, коэффициент (a) равен по значению средней балльной оценки для этой выборки. Таким образом, возникает гипотеза о том, что изменение соотношения оценки досто-

инства трофея к возрасту у самцов лося должно постепенно убывать от младшего возрастного класса к старшему и имеет вид гиперболы: $y=a/x$.

Рисунки 3, 4 для европейского, сибирского и уссурийского лося в разной степени приближаются к степенной функции, и при этом степень аргумента подобранной функции также в разной степени приближается к значению минус единицы. Анализ рисунков 2, 3 позволяет предположить, что помимо прочего влияния человек вносит значительный вклад в отклонение этой функции от нормы, поскольку показатель степени, на наш взгляд, тем больше отличается от минус единицы, чем больше охотничья нагрузка на популяцию выборки. Данное утверждение можно проверить только специальными исследованиями.

Мы полагаем, что функция правильного развития рогов с возрастом может иметь вид $y=a/x$, где a – среднее значение трофейной оценки (в баллах) для выборки; x – возраст зверя. Следовательно, (y) будет обозначать нормальное значение балльной оценки рогов для возрастного класса. Поэтому особей, имеющих рога с балльной оценкой большей этого порогового значения, следует отнести в приоритетный класс бонитета (I), примерно равной пороговому значению – средний (II) класс бонитета, ниже порогового значения – низший класс (III). Для определения градаций бонитетов, на наш взгляд, нужны расширенные исследования.

Например, чтобы оценить параметры формирования рогов на территории научно-опытного охотхозяйства Всероссийского научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова, нужно индекс успешности сравнить с функцией правильного развития рогов для всей выборки европейских лосей (рис. 5). Мы видим, что лосей, добытых в этом хозяйстве в большинстве надо отнести ко II и III бонитету, то есть потенциал реализации турнирного оружия у них низок.

На рисунке 5 видно, что положительного успеха развития рогов достигают особи в возрасте старше четырёх лет. Около 6,3 % особей этого возраста преодолевают пороговый барьер. Далее с увеличением возраста эта доля растёт, и в

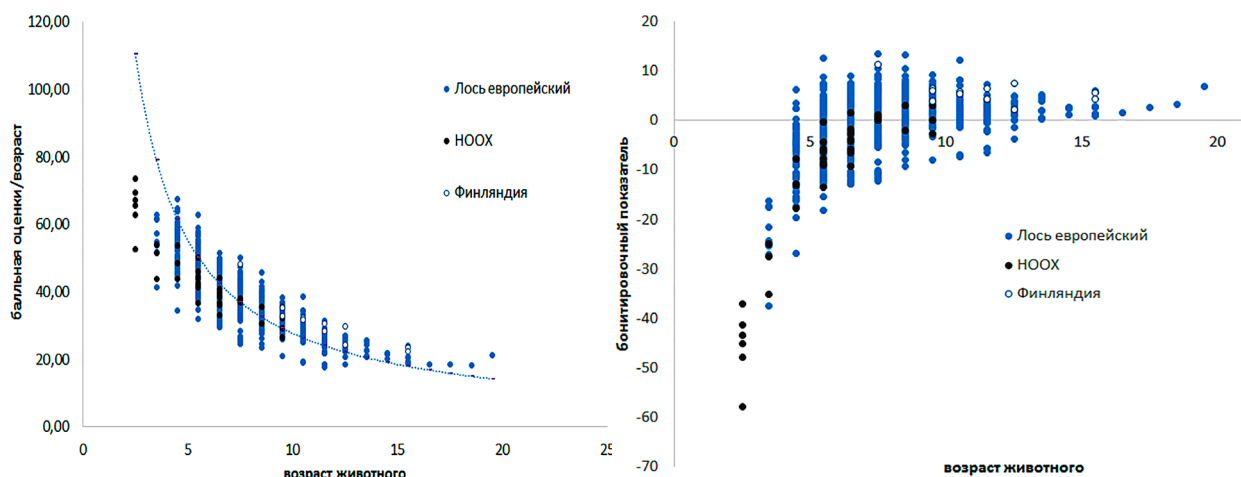
возрасте старше 13 лет практически у всех особей этот индекс положителен.

В качестве предположения причин такого положения можно выдвинуть гипотезу о том, что при реализации стратегии освоения популяции, направленной на получение мясной продукции, хороших трофейных рогачей нужного возраста на территории хозяйства не накапливается. Однако, если мы возьмём к примеру Финляндию, где преобладает та же «мясная стратегия» эксплуатации поголовья лосей, то окажется, что финские лоси относятся к I и II бонитету, то есть они успешно реализуют потенциал роста рогов (рис. 5). Следовательно, гипотеза не подтверждается. Возможно, в большей степени на это влияют другие факторы.

Похожая картина динамики трофейной оценки характерна для сибирской косули и кабана. Для анализа мы использовали только экземпляры у которых смогли определить возраст ($n=339$). Даже такая небольшая выборка показывает достаточно схожий рисунок распределения массива данных. Это подтверждает универсальность такого анализа успешности развития трофеев. Подобным образом можно оценить успешность реализации потенциала развития рогов или клыков для зверей в тех или иных местах обитания.

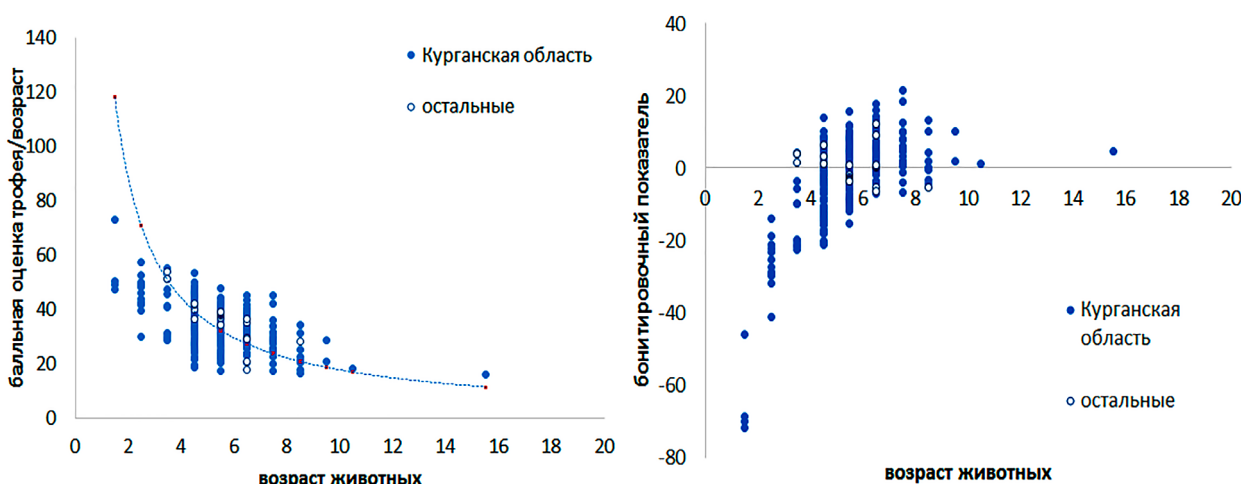
По данным рисунка 6, показывающего распределение трофеев косули, можно сказать, что особых смещений в успешности развития трофеев экземпляров из отдельно взятого региона (Курганской области) не наблюдается. Вместе с этим успешность развития клыков у кабанов, добытых в Кировской области выше в сравнении с другими регионами европейской части России (рис. 7). Они превышают функцию нормального развития трофеев на два года раньше, чем звери из остальных регионов. Настоящий аспект во многом связан жёстким естественным отбором в суровых условиях таёжной природной зоны [11].

Заключение. Морфология рогов лося, на наш взгляд, является интересным предметом научного изучения. Организовать широкий сбор такого материала поможет введение дополнительных параметров в оценочные листы. Для описания морфологии рогов лося можно предложить формализованное описание таких



пунктиром показана функция нормального развития трофеев;
на графике справа она является осью *OX*

Рисунок 5 – Успешность развития рогов лосей, добытых в НООХ ВНИИОЗ и в Финляндии на фоне распределения этого показателя для выборки европейского лося



пунктиром показана функция нормального развития трофеев
Рисунок 6 – Успешность развития рогов сибирской косули в Курганской области и некоторых других регионах

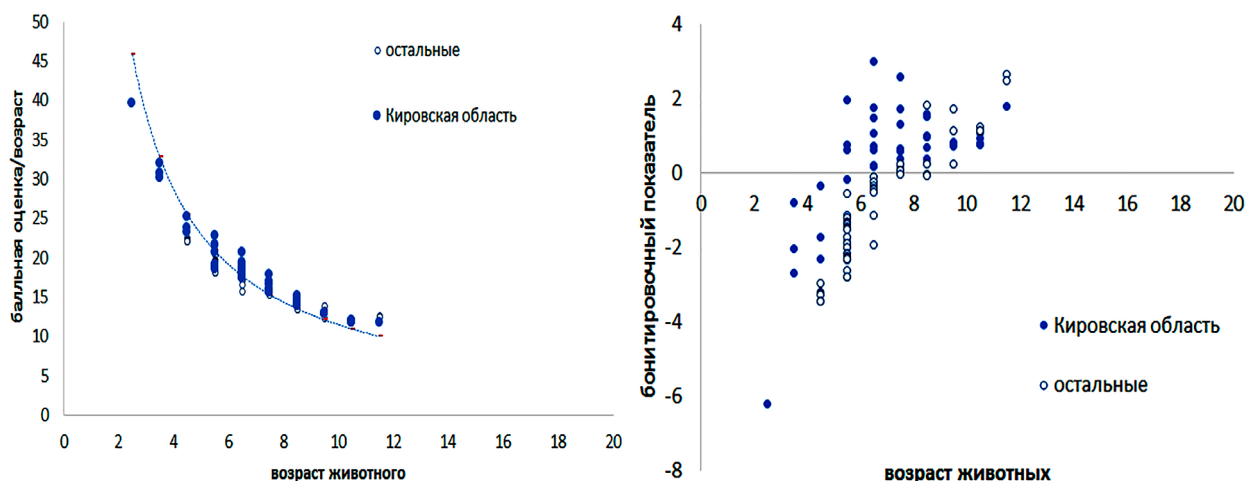
структурных элементов как направление роста рогов, форма костального края, изгиб штанги, направление среднего отростка, форма и наличие предлопаты и лопаты.

Для совершенствования оценки трофеев мы рекомендуем ввести промеры, позволяющие определять возраст зверей, которым принадлежал трофей.

Для этого необходимо у клыков кабана дополнительно к измерению ширины основания нижнего клыка измерять ширину клыка у основания шлифа (Брандт, 1961). Для косули следует до-

полнительно измерять диаметр костного пенька рогов [13, 14, 16].

Индекс успешности развития трофеев (бонитировочный показатель) у охотничьих животных целесообразно использовать для бонитировки самцов косуль, кабанов и лосей. Его стоит рассматривать как сравнение удалённости отношения балльной оценки к возрасту от функции нормального развития трофеев вида: $y = a/x$, где a – среднее значение трофейной оценки (в баллах) для выборки, x – возраст добытого животного.



пунктиром показана функция нормального развития трофеев

Рисунок 7 – Успешность развития клыков кабана в Кировской области и некоторых других регионах

Список источников

1. Fluctuating asymmetry in antlers of Alaskan moose: size matters / R. T. Bowyer, K. M. Stewart, J. G. Kie, W. C. Gasaway // Journal of Mammalogy. 2001. Vol. 82 (3). P. 814–824.
2. Schmidt J. I., Ver Hoef J. M., Bowyer R. T. Antler size of Alaskan moose *Alces Alces Gigas*: effects of population density, hunter harvest and use of guides // Wildlife Biology. 2007. Vol. 13. P. 53–65.
3. Свидетельство о регистрации базы данных № 2015621173 от 30.07.2015. Трофейная оценка рогов охотничьих животных, обитающих в России / Козловский И. С., Колесников В. В., Шевнина М. С., Экономов А. В., Макарова Д. С., Стрельников Д. П.
4. Вознесенский В. Л. Первичная обработка экспериментальных данных: практические примеры. Л. : Наука, 1969. 84 с.
5. Ивантер Э. В., Коросов А. В. Элементарная биометрия : учебное пособие. Петрозаводск : Петрозаводский государственный университет, 2013. 110 с.
6. Соотношение трофейной оценки европейских и сибирских лосей и косуль / Д. С. Макарова, В. В. Колесников, Д. П. Стрельников, Ю. Е. Немчинов // Биологические ресурсы: состояние, использование и охрана : материалы междунар. науч.-практ. конф. Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. С. 103–106.
7. Kolesnikov V. V., Kozlovskii I. S. Geographical variation of antler morphology of moose (*Alces alces*) in Russia // Acta Theriologica. 2014. Vol. 59. Iss. 3. P. 443–448.
8. Суханова М. С., Колесников В. В., Козловский И. С. Трофейная характеристика волка, медведя бурого, рыси, россомахи, кабана и сурка // Вестник охотоведения. 2011. Т. 8. № 2. С. 204–218.
9. Biological relevance of antler, horn, and pronghorn size in records programs // T. N. LaSharr, R. A. Long, J. R. Heffelfinger [et al.] // Journal of Mammalogy. 2019. Vol. 100. Iss. 5. PP. 1447–1458.
10. Боескоров Г. Г., Пузаченко А. Ю. Географическая изменчивость черепа и рогов лосей (*Alces, Artiodactyla*) Голарктики // Зоологический журнал. 2001. Т. 80. № 1. С. 97–110.
11. Экономов А. В. Экология кабана европейского северо-востока России (*Sus scrofa* L., 1758) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2015. 22 с.
12. Колесников В. В. Развитие трофейного дела во ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова // Охотничье дело в России. История и современность : материалы всерос. конф.

(Санкт-Петербург, 4–5 апреля 2018 г.). СПб. : Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, 2018. С. 48–52.

13. Колесников В. В., Макарова Д. С. Определение возраста самцов сибирской косули (*Capreolus pygargus pygargus* Pallas, 1771) по костным пенькам их рогов // Вестник охотоведения. 2016. Т. 13. № 2. С. 123–127.

14. Habermehl K. H. Alterbestimmung bei Wild- und Pelztieren. Berlin, 1985. 223 p.

15. Колесников В. В., Макарова Д. С. Определение возраста самцов европейского лося (*Alces alces* L., 1758) по их рогам // Вестник охотоведения. 2014. Т. 11. № 2. С. 317–322.

16. Harke W. Ein neuer weg zur altersbestimmung des rothirsches // Wild und Hund. 1952. Vol. 55 (12).

17. Машкин В. И. Методы изучения охотничьих и охраняемых животных в полевых условиях : учебное пособие. СПб. : Лань, 2013. 432 с.

18. Руководство по оценке и измерению трофеев по системе СИС. Будапешт, 2014. 140 с.

19. Смирнов М. Н. К методике определения возраста косуль по комплексу морфологических признаков // Сборник научно-технической информации (охота, пушнина и дичь). Киров : Волго-Вятское книжное издательство, 1977. Вып. 58. С. 34–39.

20. Kolesnikov V. V., Makarova D. S. The method of determining the age of a male European (*Alces a. alces* L., 1758) and Siberian (*A. a. pfizenmayeri* Zukowsky, 1910) moose on the beam circumference antlers and the largest diameter of the bone stump antlers // Reštitúcia losa európskeho. 2015. P. 41–44.

References

1. Bowyer R. T., Stewart K. M., Kie J. G, Gasaway W. C. Fluctuating asymmetry in antlers of Alaskan moose: size matters. *Journal of Mammalogy*, 2001; 82 (3): 814–824.

2. Schmidt J. I., Ver Hoef J. M., Bowyer R. T. Antler size of Alaskan moose *Alces Alces Gigas*: effects of population density, hunter harvest and use of guides. *Wildlife Biology*, 2007; 13: 53–65.

3. Kozlovsky I. S., Kolesnikov V. V., Shevnina M. S., Economov A.V., Makarova D. S., Strelnikov D. P. Trofejnyaya ocenka rogov ohotnich'ih zhivotnyh, obitayushchih v Rossii [Trophy evaluation of the horns of hunting animals living in Russia]. *Baza dannyh RF*, no. 2015621173 (in Russ.).

4. Voznesensky V. L. *Pervichnaya obrabotka eksperimental'nyh dannyh: prakticheskie primery [Primary processing of experimental data: practical examples]*, Leningrad, Nauka, 1969, 84 p. (in Russ.).

5. Ivanter E. V., Korosov A.V. *Elementarnaya biometriya: uchebnoe posobie [Elementary Biometrics: a textbook]*, Petrozavodsk, Petrozavodskij gosudarstvennyj universitet, 2013, 110 p. (in Russ.).

6. Makarova D. S., Kolesnikov V. V., Strelnikov D. P., Nemchinov Yu. E. Sootnoshenie trofejnoj ocenki evropejskih i sibirskih losej i kosul' [The ratio of trophy evaluation of European and Siberian moose and roe deer]. *Proceedings from Biological resources: state, use and protection: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya – International Scientific and Practical Conference*. (PP. 103–106), Kirov, Vyatskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2015 (in Russ.).

7. Kolesnikov V. V., Kozlovskii I. S. Geographical variation of antler morphology of moose (*Alces alces*) in Russia. *Acta Theriologica*, 2014; 59; 3: 443–448.

8. Sukhanova M. S., Kolesnikov V. V., Kozlovsky I. S. Trofejnyaya harakteristika volka, medvedya burogo, rysi, rosomahi, kabana i surka [Trophy characteristics of wolf, brown bear, lynx, wolverine, wild boar and groundhog]. *Vestnik ohotovedeniya. – Bulletin of Hunting Studies*, 2011; 8; 2: 204–218 (in Russ.).

9. LaSharr T. N., Long R. A., Heffelfinger J. R., Bleich V. C., Krausman P. R., Bowyer R. T. Biological relevance of antler, horn, and pronghorn size in records programs. *Journal of Mammalogy*, 2019; 100; 5: 1447–1458.
10. Boeskorov G. G., Puzachenko A. Yu. Geograficheskaya izmenchivost' cherepa i rogov losej (*Alces, Artiodactyla*) Golarktiki [Geographical variability of the skull and horns of moose (*Alces, Artiodactyla*) of the Holarctic]. *Zoologicheskij zhurnal. – Zoological Journal*, 2001; 80; 1: 97–110 (in Russ.).
11. Economov A. V. Ekologiya kabana evropejskogo severo-vostoka Rossii (*Sus scrofa* L., 1758) [Ecology of the wild boar of the European Northeast of Russia (*Sus scrofa* L., 1758)]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Petrozavodsk, 2015 (in Russ.).
12. Kolesnikov V. V. Razvitie trofejnego dela vo VNIIOZ im. prof. B. M. Zhitkova [Development of trophy business in All-Russian Scientific Research Institute of Game Management and Fur Farming named after Professor B. M. Zhitkov]. *Proceedings from Hunting business in Russia. History and modernity: Vserossijskaya konferenciya (4–5 aprelya 2018 g.) – All-Russian Conference*. (PP. 48–52), Sankt-Peterburg, Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj lesotekhnicheskij universitet, 2018 (in Russ.).
13. Kolesnikov V. V., Makarova D. S. Opredelenie vozrasta samcov sibirskoj kosuli (*Capreolus pygargus pygargus* Pallas, 1771) po kostnym pen'kam ih rogov [Determination of the age of male Siberian roe deer (*Capreolus pygargus pygargus* Pallas, 1771) by the bone stumps of their horns]. *Vestnik ohotovedeniya. – Bulletin of Hunting Studies*, 2016; 13; 2: 123–127 (in Russ.).
14. Habermehl K. H. *Alterbestimmung bei Wild- und Pelztieren*, Berlin, 1985, 223 p.
15. Kolesnikov V. V., Makarova D. S. Opredelenie vozrasta samcov evropejskogo losya (*Alces alces* L., 1758) po ih rogam [Determination of the age of male European elk (*Alces alces* L., 1758) by their horns]. *Vestnik ohotovedeniya. – Bulletin of Hunting Studies*, 2014; 11; 2: 317–322 (in Russ.).
16. Harke W. Ein neuer weg zur altersbestimmung des rothirsches. *Wild und Hund*, 1952; 55; 12.
17. Mashkin V. I. *Metody izucheniya ohotnich'ih i ohranyaemyh zivotnyh v polevyh usloviyah: uchebnoe posobie [Methods of studying hunting and protected animals in the field: study guide]*, Sankt-Peterburg, Lan', 2013, 432 p. (in Russ.).
18. *Rukovodstvo po ocenke i izmereniyu trofeev po sisteme CIC [Guide to the evaluation and measurement of trophies according to the CIC system]*, Budapesht, 2014, 140 p. (in Russ.).
19. Smirnov M. N. K metodike opredeleniya vozrasta kosul' po kompleksu morfologicheskikh priznakov [To the method of determining the age of roe deer by a complex of morphological features]. *Sbornik nauchno-tekhnicheskoj informacii (ohota, pushnina i dich')*. – *Collection of scientific and technical information (hunting, furs and game)*, 1977; 58: 34–39 (in Russ.).
20. Kolesnikov V. V., Makarova D. S. The method of determining the age of a male European (*Alces a. alces* L., 1758) and Siberian (*A. a. pfizenmayeri* Zukowsky, 1910) moose on the beam circumference antlers and the largest diameter of the bone stump antlers. *Reštitúcia losa európskeho*, 2015: 41–44.

© Колесников В. В., Сергеев А. А., Экономов А. В., Машкин В. И., Соловьев В. А., 2022

Статья поступила в редакцию 15.05.2022; одобрена после рецензирования 09.08.2022; принята к публикации 02.09.2022.

The article was submitted 15.05.2022; approved after reviewing 09.08.2022; accepted for publication 02.09.2022.

Информация об авторах

Колесников Вячеслав Васильевич, доктор биологических наук, доцент, Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова; Вятский государственный агротехнологический университет, wild-res@mail.ru;

Сергеев Алексей Анатольевич, кандидат биологических наук, Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова;

Экономов Александр Вячеславович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова;

Машкин Виктор Иванович, доктор биологических наук, профессор, Вятский государственный агротехнологический университет;

Соловьев Вячеслав Альбертович, кандидат биологических наук, Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова

Information about authors

Vyacheslav V. Kolesnikov, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, All-Russian Scientific Research Institute of Game Management and Fur Farming named after Professor B. M. Zhitkov; Vyatka State Agrotechnological University, wild-res@mail.ru;

Aleksey A. Sergeev, Candidate of Biological Sciences, All-Russian Scientific Research Institute of Game Management and Fur Farming named after Professor B. M. Zhitkov;

Alexander V. Ekonomov, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Game Management and Fur Farming named after Professor B. M. Zhitkov;

Victor I. Mashkin, Doctor of Biological Sciences, Professor, Vyatka State Agrotechnological University;

Vyacheslav A. Solovyov, Candidate of Biological Sciences, All-Russian Scientific Research Institute of Game Management and Fur Farming named after Professor B. M. Zhitkov

Научная статья

УДК 619:616.8:591.5

EDN POUETA

DOI: 10.22450/199996837_2022_3_59

Терапия хронического эмоционального стресса собак

Елена Вячеславовна Курятова¹, Ольга Николаевна Тюкавкина²,
Алексей Сергеевич Пискунов³

^{1,2} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

³ Амурский аграрный колледж, Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ Pmf_fvmz@mail.ru, ² korol2702@mail.ru, ³ kinolog28@gmail.com

Аннотация. Исследования проводились с целью сравнения эффективности различных схем лечения при хроническом эмоциональном стрессе собак. Работа выполнена в 2020–2021 гг. на собаках в условиях ветеринарной клиники г. Благовещенска. Из числа прибывших в клинику животных, методом пар-аналогов были отобраны суки, в возрасте от 2 до 3 лет, массой от 15 до 20 кг, вакцинированные, стерилизованные, с диагнозом – хронический эмоциональный стресс. Из них сформированы две группы по четыре головы в каждой. Первой исследуемой группе проводилась медикаментозная терапия, второй – антистрессовая программа, включавшая в себя пошаговые тренировки. Длительность экспериментальных исследований составляла 30 дней. Применялся препарат «ВетСпокоин», как медикаментозное средство, в состав которого входили: фенибут, обладающий ноотропным действием; прометазин в качестве противоаллергического, седативного и снотворного; экстракты пустырника, валерианы, как успокоительные, и натуральное пчелиное маточное молочко для нормализации обмена веществ. Использование данного препарата способствовало улучшению эмоционального состояния животных. Выявлено, что на 15-й день показатели крови приходили в норму, но у 25 % собак сохранились отклонения в поведении. Однако по состоянию на 30-й день исследования количество лимфоцитов в периферической крови снизилось ниже нормы, а отклонения в поведении стали регистрироваться у 75 % собак в исследуемой группе. Антистрессовая программа включала в себя комплекс специализированных упражнений, направленных на десенсибилизацию животного и на контрбулавливание. Стресс-фактор подавался в ничтожно малой степени, с постепенным нарастанием степени стрессора пропорционально привыканию к нему. С помощью правильного поощрения и отсутствия страха у животного закреплялась положительная ассоциация на ситуацию, которая раньше вызывала тревогу. При применении антистрессовой программы на 15-й день сохранялись лимфопения и нарушения в поведенческих реакциях. Но к 30-му дню у всех животных гематологические и поведенческие показатели пришли в норму.

Ключевые слова: терапия, хронический эмоциональный стресс, собаки, медикаментозная терапия, антистрессовая программа

Для цитирования: Курятова Е. В., Тюкавкина О. Н., Пискунов А. С. Терапия хронического эмоционального стресса собак // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 3. С. 59–67. doi: 10.22450/199996837_2022_3_59.

Original article

Chronic emotional stress therapy in dogs

Elena V. Kuryatova¹, Olga N. Tyukavkina²,
Aleksey S. Piskunov³

^{1,2} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

³ Amur Agricultural College, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ Pmf_fvmz@mail.ru, ² korol2702@mail.ru, ³ kinolog28@gmail.com

Abstract. Studies were conducted to compare the effectiveness of various treatment regimens for chronic emotional stress of dogs. The work was carried out in 2020–2021 on dogs in the conditions of the veterinary clinic of Blagoveshchensk. From among the animals arrived at the clinic, females aged from 2 to 3 years, weighing from 15 to 20 kg, vaccinated, sterilized, with a diagnosis of chronic emotional stress were selected according to the analogues pair's method. Two groups of four heads each were formed from them. The first study group underwent drug therapy, the second group – an anti-stress program, which included step-by-step training. The duration of the experimental studies was 30 days. The drug "VetSpokoin" was used as a medication, which included: phenibut, which had a nootropic effect; promethazine as antiallergic, sedative and hypnotic; extracts of motherwort, valerian as sedatives and natural royal jelly to normalize metabolism. The use of this drug helped to improve the emotional state of the animals. It was revealed that on the 15th day the blood counts returned to normal, but 25 % of dogs retained behavioral problem. However, on the 30th day of the study, the number of lymphocytes in the peripheral blood decreased below normal, and behavioral problems began to be recorded in 75 % of dogs in the study group. The anti-stress program included a complex of specialized exercises aimed at desensitization of the animal and counter-conditioning. The stress factor was applied to a negligible degree, with a gradual increase in the degree of the stressor in proportion to getting used to it. With the right encouragement and the absence of fear, the animal was reinforced with a positive association with a situation that previously caused anxiety. When applying the anti-stress program on the 15th day, lymphopenia and disturbances in behavioral reactions persisted. But by the 30th day, hematological and behavioral parameters returned to normal in all animals.

Keywords: therapy, chronic emotional stress, dogs, drug therapy, anti-stress program

For citation: Kuryatova E. V., Tyukavkina O. N., Piskunov A. S. Terapiya khronicheskogo emotsional'nogo stressa sobak [Chronic emotional stress therapy in dogs]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2022; 16; 3: 59–67. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_3_59.

Введение. В условиях современной городской среды домашние животные ежедневно подвергаются влиянию стрессовых факторов, таких как шум машин, салютов, большое количество запахов, незнакомых животных и людей [1]. Помимо перечисленного, животные также испытывают стресс от своих собственных эмоций.

Эмоциональный стресс у собак может быть индуцирован как положительными, так и отрицательными эмоциями. Хронический эмоциональный стресс возникает в тех случаях, когда собаки подвергаются ему длительное время или многократно, через короткие промежутки [2, 3]. Причинами такого состояния могут являться частая разлука с хозяином, появление в доме нового животного, одиночество и другое [4].

Такое состояние может привести к возникновению проблем в поведении [5]. Например, находясь в одиночестве, животное может испытывать тревогу, что, в свою очередь, приводит к сильному стрес-

су, который мотивирует животное изменить своё поведение (животное стремится снизить уровень стресса и в итоге начинает разрушать мебель и другие предметы в доме) [1].

Лечение только симптомов стресса не решит проблему навсегда и через некоторое время нежелательное поведение или заболевание может вернуться, или терапия вовсе не даст ожидаемого результата. Чтобы предотвратить дальнейшее усугубление ситуации и окончательно избавиться от симптомов стресса, необходимо воздействовать на причину его возникновения [2].

Актуальность выбранной темы исследования заключается в том, что большое число собак подвергается влиянию хронического эмоционального стресса. Своевременное выявление его причины и подбор необходимого лечения позволяют решить проблемы в поведении животного, предотвратить развитие различных заболеваний и сделать жизнь собаки значительно лучше (она не будет постоянно

испытывать страх и тревогу) [6, 7]. Это также избавит владельцев от проблем, которые может причинять животное во время стресса (например, чрезмерная вокализация или разрушенная мебель).

Целью данной работы явилось сравнение эффективности различных схем лечения хронического эмоционального стресса.

Для реализации поставленной цели были определены следующие задачи:

1) проанализировать поведение и определить гематологические показатели у животных, подверженных эмоциональному стрессу;

2) оценить поведение животных и гематологические изменения при использовании различных схем антистрессовой терапии в динамике;

3) сравнить экономическую эффективность медикаментозной и немедикаментозной терапии хронического эмоционального стресса.

Материалы и методы исследования. В соответствии с целью и задачами работы были использованы следующие методы:

1) наблюдение за поведением животных для выявления симптомов хронического эмоционального стресса;

2) классификация животных по группам для дальнейшей разработки стратегии по лечению хронического эмоционального стресса;

3) анализ результатов клинического исследования периферической крови собак;

4) сравнение эффективности разработанных схем лечения.

При поступлении в клинику животным был проведён клинический осмотр для выявления симптомов хронического эмоционального стресса. Также был выполнен забор крови для проведения её клинического анализа. Анализ проводился с помощью камеры Горяева, гемометра Сали. Также исследовались мазки крови.

На основании анамнеза, клинической картины и данных лабораторных исследований крови животным был поставлен диагноз – хронический эмоциональный стресс. Далее для дальнейшего исследования были отобраны суки, из

числа прибывших в клинику, в возрасте от 2 до 3 лет, массой от 15 до 20 кг, вакцинированные, стерилизованные.

Основной причиной хронического эмоционального стресса у собак явилась разлука с хозяином.

Собаки были разделены на группы:

1) исследуемая группа собак, которым в качестве лечения была назначена медикаментозная терапия «И1» (4 собаки);

2) группа собак, для которых в качестве лечения была разработана антистрессовая программа «И2» (4 собаки).

В качестве медикаментозного лечения выбран препарат «ВетСпокоин». Это лекарственный препарат для перорального применения на основе фенибуты, прометазина, экстрактов пустырника, валерианы и натурального пчелиного маточного молочка. Препарат применялся в виде суспензии по 75 мл во флаконе. Он является комбинированным седативным лекарственным средством. Его активные компоненты обладают стрессопротекторным и анксиолитическим (ослабляющим чувство страха) эффектом. Антистрессовая программа включала в себя пошаговые тренировки.

Результаты собственных исследований и их обсуждение. Критериями оценки явились частота пульса (ЧСС), частота дыхательных движений (ЧДД) и отклонения в поведении. Оценка проводилась на 1-й, 15-й и 30-й день исследований. Результаты исследований отражены в таблице 1, рисунках 1 и 2.

Можно сделать вывод, что при поступлении в клинику частота сердечных сокращений и частота дыхательных движений в группах «И1» и «И2» превышали норму. При медикаментозном методе лечения частота сердечных сокращений и частота дыхательных движений собак в группе «И1» на 15-й день исследования снизились до 97 и 21, соответственно, но по результатам, полученным на 30-й день исследования, мы видим, что эти показатели снова выше нормальных.

В группе «И2», где методом лечения служила антистрессовая программа, частота сердечных сокращений и частота дыхательных движений на 15-й день исследования незначительно снизились, не

Таблица 1 – Средние показатели частоты пульса и частоты дыхательных движений в исследуемых группах в разные дни исследования (M±m)

Показатель	Норма (по Б. В. Уша, 2020)	Дни лечения					
		первичный приём		на 15-й день		на 30-й день	
		И1	И2	И1	И2	И1	И2
ЧСС в минуту	70–120	134±3,7	137±3,3	97±12,1	128±5,4	132±5,8	112±9,6
ЧДД в минуту	14–24	28±2,4	26±1,1	21±2,7	25±2,7	26±2,1	21±1,4

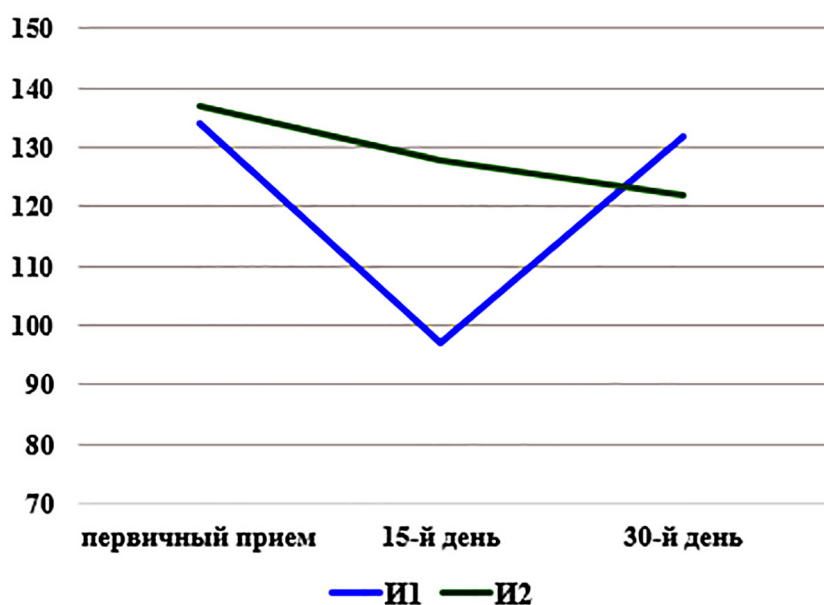


Рисунок 1 – Динамика частоты пульса в группах «И1» и «И2»

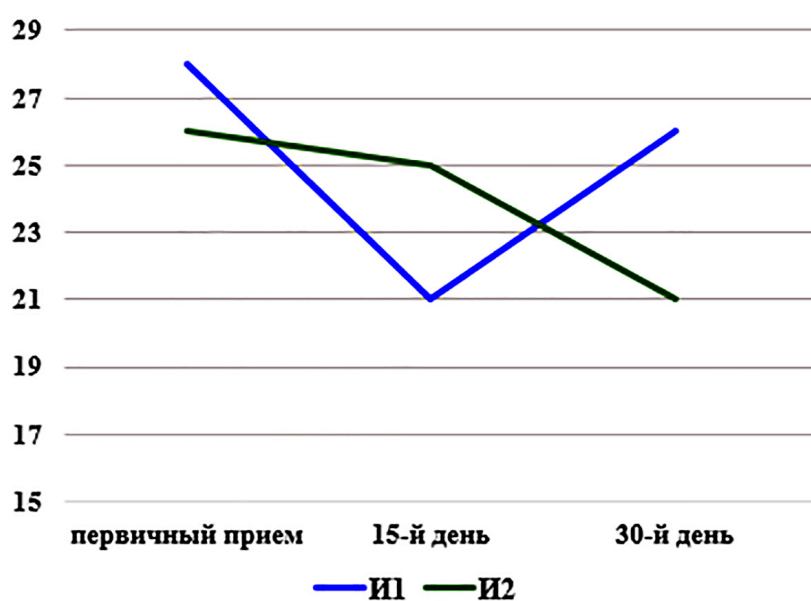


Рисунок 2 – Динамика частоты дыхательных движений в группах «И1» и «И2»

доходя до диапазона референтных значений, но до 30-го дня исследований показатели всё еще продолжали снижаться и достигли нормальных значений.

В таблице 2 и на рисунке 3 представлены данные, характеризующие динамику проявления клинических признаков при хроническом эмоциональном стрессе, вызванном долгим и частым отсутствием хозяина. При первичном поступлении в

клинику все собаки имели характерные поведенческие проблемы.

Но на 15-й день исследования эти проблемы заметно ослабли в обеих группах. Хотя на 30-й день исследования некоторые проблемы с поведением в группе «И1» начали снова проявляться, в то время, как в группе «И2» они практически исчезли.

Таблица 2 – Отклонения в поведении при хроническом эмоциональном стрессе у собак в разные дни исследования (число собак)

Показатели	Дни исследования					
	первичный приём		на 15-й день		на 30-й день	
	И1	И2	И1	И2	И1	И2
Нервозность	2	2	–	1	–	–
Чрезмерный уход за телом	3	2	1	–	1	–
Деструктивное поведение	3	4	1	1	3	–
Учащённое дыхание	3	2	1	1	2	1
Стереотипное поведение	2	1	–	–	–	–
Чрезмерное акустическое самовыражение	3	4	–	1	3	–

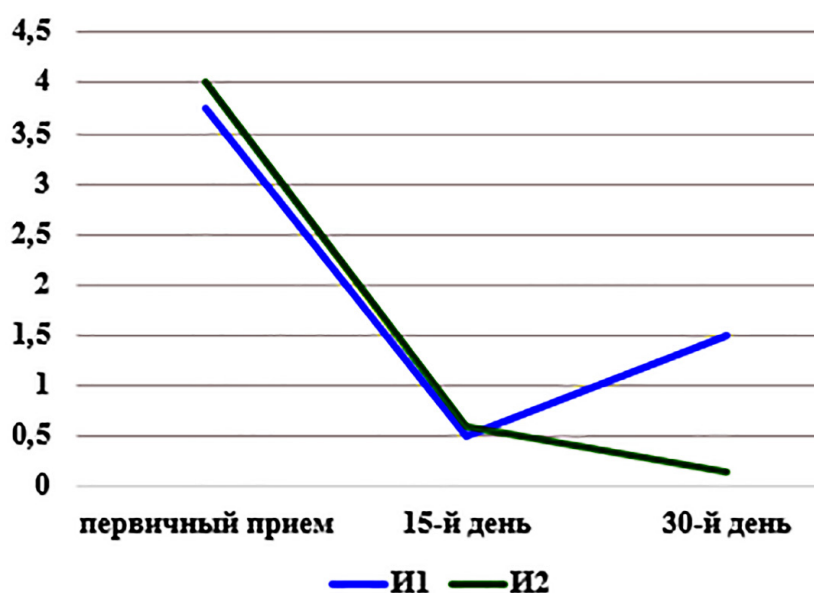


Рисунок 3 – Динамика проявления клинических признаков в группах «И1» и «И2»

Таким образом, можно сделать вывод, что при применении в качестве лечения хронического эмоционального стресса собак антистрессовой программы у животных устранялось чувство страха при отсутствии хозяина и закреплялось нужное поведение. Результаты этого сохранялись надолго и не требовали коррекции. При медикаментозном методе лечения результаты появлялись достаточно быстро,

но после отмены препарата животные снова испытывали страх и, соответственно, подвергались стрессу.

Забор крови для гематологического исследования проводился в день первичного приёма, а также на 15-й и 30-й день исследования. Данные клинического анализа периферической венозной крови отражены в таблице 3.

Таблица 3 – Динамика клинических показателей крови во время исследования (M±m)

Показатели	Дни исследования	И1	И2	Норма по Медведевой, 2013
Цветовой показатель	1	0,56±0,08	0,58±0,06	0,6–1
	15	0,6±0,02	0,6±0,04	
	30	0,6±0,03	0,64±0,03	
Содержание гемоглобина в одном эритроците	1	17,6±2,84	18,5±1,99	19–23
	15	21,4±0,86	19,9±1,49	
	30	20,1±0,74	21,3±0,86	
Гемоглобин, г/л	1	133±19,9	131±11,3	111–180
	15	154,2±6,70	131,7±10,59	
	30	141±7,39	150±4,69	
Эритроциты, ×10 ¹² /л	1	7,9±0,22	7,1±0,40	5,2–8,4
	15	7,2±0,34	6,6±0,09	
	30	6,9±0,33	7,05±0,125	
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	1	8±1,0	7,6±0,42	8,5–10,5
	15	8,3±0,24	8,2±0,21	
	30	8,2±0,09	8,6±0,17	
Базофилы, %	1	0,75±0	0,7±0,50	0–1
	15	1±0	0,7±0,50	
	30	0,7±0,50	0,7±0,50	
Эозинофилы, %	1	6,7±1,25	6,5±1,29	2–9
	15	5±1,4	5,5±1,29	
	30	5,7±0,95	5±0,8	
Миелоциты, %	1	0±0	0±0	0
	15	0±0	0±0	
	30	0±0	0±0	
Юные нейтрофилы, %	1	0±0	0±0	0
	15	0±0	0±0	
	30	0±0	0±0	
Палочкоядерные нейтрофилы, %	1	4,7±0,50	3,5±1,29	1–6
	15	4±0,8	4,2±0,95	
	30	4,2±0,95	4,2±0,50	
Сегментоядерные нейтрофилы, %	1	67,5±1,29	67,5±1,29	40–71
	15	65,2±2,21	66,7±0,95	
	30	66,2±0,95	65±1,8	
Лимфоциты, %	1	18,2±1,25	17,5±1,29	21–40
	15	21,2±2,75	19,7±0,50	
	30	21,2±2,75	19,7±0,50	
Моноциты, %	1	2±1,4	4,2±0,95	1–5
	15	3,5±0,57	3,0±0,81	
	30	3,2±0,95	3,0±0,80	

Из таблицы видно, что на момент первичного приёма у собак во всех группах были снижены среднее содержание гемоглобина в эритроците и цветовой показатель, что может быть связано с повышенной продукцией эритроцитов при стрессе и, в тоже время, не увеличенной продукцией гемоглобина, что и привело к его недостатку в эритроцитах.

Основным признаком хронического стресса является лимфопения, связанная с разрушающим действием кортизола на лимфоциты и тимус. На момент первичного приёма она наблюдалась у всех собак во всех группах. На 15-й день исследования в группах «И1» и «И2» наблюдалось увеличение лимфоцитов с 18,2 до 21,2 % и с 17,5 до 19,7 %, соответственно, что соответствовало норме лишь в группе «И1». В группе «И2» всё еще наблюдалась лимфопения.

Цветовой показатель и среднее содержание гемоглобина в эритроците в обеих группах пришли в норму. На 30-й день исследования в группе «И1» лимфоциты снизились до 19,7 %. Это может говорить от том, что после отмены препарата к животным вернулось чувство страха и стресс опять начал влиять на организм. В группе «И2» число лейкоцитов возросло на 22 % и стало равняться физиологической норме собак.

На основании вышеперечисленных данных можно сделать вывод, что медикаментозное лечение даёт относительно быстрый, но краткосрочный результат, требующий повторения, а антистрессовая программа должна применяться длительное время, но её результаты более долгосрочны и устойчивы, что подтверждают данные рисунка 4.

Экономическую эффективность предложенных схем лечения определяли с помощью методики, предложенной И. Н. Никитиным (2007).

Согласно полученным данным, при определении экономической эффективности медикаментозного лечения хронического эмоционального стресса у собак на один рубль затрат пришлось 10,9 рублей экономического эффекта. Следовательно, такая схема лечения является экономически эффективной (табл. 4).

Учитывая, что по данным общих клинических и гематологических исследований у животных из группы «И1» все показатели приходили в норму на 15-е сутки, но после прекращения дачи препарата снова начинали проявляться признаки хронического эмоционального стресса, курс препарата придётся повторять не один раз, что увеличит затраты и приведёт к снижению показателя экономической эффективности данной схемы лечения.

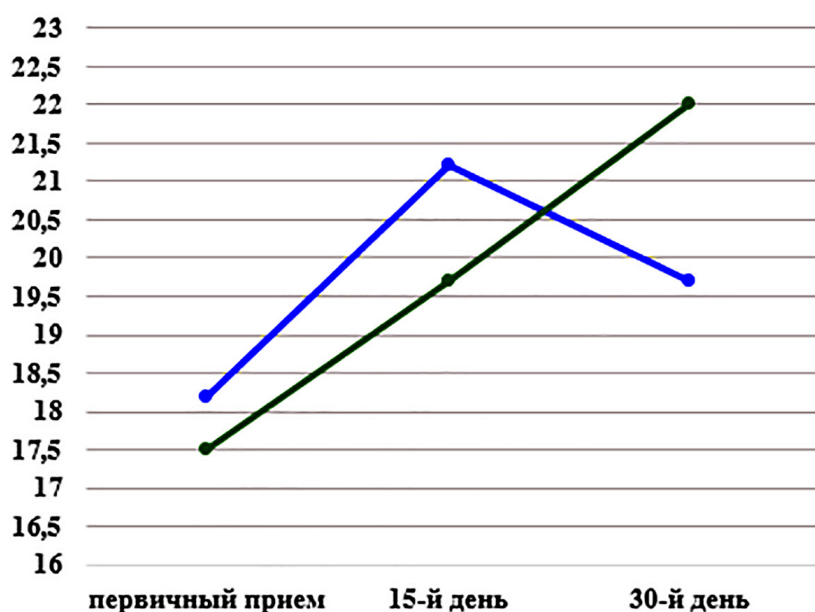


Рисунок 4 – Динамика лимфоцитов в группах «И1» и «И2»

**Таблица 4 – Данные расчёта экономической эффективности методов лечения
В рублях**

Показатели	Метод лечения	
	И1	И2
Затраты на ветеринарные мероприятия	3 360	2 845
Предотвращённый ущерб	40 000	40 000
Экономический эффект	36 640	37 155
Экономическая эффективность на один рубль затрат	10,9	13

Согласно расчётам экономической эффективности антистрессовой программы для собак при хроническом эмоциональном стрессе, на один рубль затрат пришлось 13 рублей экономического эффекта. Следовательно, такая схема лечения является экономически эффективной. По данным общих клинических и гематологических исследований у животных из группы «И2» выздоровление наступало медленнее, но эффект от лечения сохранялся дольше и регрессивной динамики не наблюдалось. На основе этого можно сделать вывод, что вторая схема лечения более эффективна и закрепляет у животного необходимое поведение, а не просто притупляет чувство страха.

Выводы. 1. При хроническом эмоциональном стрессе собак в поведении животного встречаются такие отклонения как нервозность, чрезмерный уход за телом, деструктивное поведение, учащённое дыхание, стереотипное поведение, чрезмерное акустическое самовыражение. В крови снижается уровень лимфоцитов. Учащается сердцебиение.

2. При использовании препарата «ВетСпокоин» в качестве лечения хронического эмоционального стресса у собак было выявлено, что на 15-й день исследования гематологические показатели приходили в норму, а отклонения в поведении сохранились лишь у двух собак, но на 30-й день исследования число лимфоцитов в периферической крови упало ниже нормы, а отклонения в поведении снова стали проявляться у большинства собак в исследуемой группе. При применении антистрессовой программы на 15-й день наблюдались значительные улучшения, но всё ещё сохранялась лимфопения и некоторые проблемы с поведением, в тоже время на 30-й день исследования количество лимфоцитов пришло в норму и проблемы с поведением полностью отсутствовали.

3. Затраты в группе «И2» составили 2 845 рублей, что на 515 рублей меньше, чем в группе «И1», а экономическая эффективность оказалась выше на 2,1 рубля. Показатель экономического эффекта также был выше в группе «И2» на 515 рублей.

Список источников

1. Cheng K. How animals think and feel: an introduction to non-human psychology. California : Greenwood, 2016. 146 p.
2. Райнхард М. Стресс у собак. Austria : Dogfriend Publishers, 2015. 136 с.
3. Селье Г. Стресс без дистресса. М. : Прогресс, 1979. 124 с.
4. King N. J. Pharmacological management of separation anxiety. URL: <https://www.ivis.org/library/recent-advances-companion-animal-behavior-problems/pharmacological-management-of-separation> (дата обращения: 15.04.2018).
5. Shepherd K. Demystifying dog behavior for the veterinarian. Boca Raton : CRC Press, 2021. 218 p.

6. Horwitz D. F. Separation anxiety in dogs. URL: <https://www.ivis.org/library/veterinary-focus/canine-and-feline-behavioral-matters-veterinary-focus-vol-201-mar-2010/separation-anxiety-dogs> (дата обращения: 02.10.2019).

7. Стресс-протекторная фитотерапия / Р. Н. Аляудтин, М. Д. Гусейнов, И. Н. Зильфи-каров, Б. К. Романов // Биомедицина. 2011. № 3. С. 115–119.

References

1. Cheng K. How animals think and feel: an introduction to non-human psychology, California, Greenwood, 2016, 146 p.

2. Reinhard M. *Stress u sobak [Stress in dogs]*, Austria, Dogfriend Publishers, 2015, 136 p. (in Russ.).

3. Selye G. *Stress bez distressa [Stress without distress]*, Moskva, Progress, 1979, 124 p. (in Russ.).

4. King N. J. Pharmacological management of separation anxiety. *Ivis.org* Retrieved from <https://www.ivis.org/library/recent-advances-companion-animal-behavior-problems/pharmacological-management-of-separation> (Accessed 15 April 2018).

5. Shepherd K. Demystifying dog behavior for the veterinarian, Boca Raton, CRC Press, 2021. 218 p.

6. Horwitz D. F. Separation anxiety in dogs. *Ivis.org* Retrieved from <https://www.ivis.org/library/veterinary-focus/canine-and-feline-behavioral-matters-veterinary-focus-vol-201-mar-2010/separation-anxiety-dogs> (Accessed 02.10.2019).

7. Alyaudtin R. N., Guseinov M. D., Zilfikarov I. N., Romanov B. K. Stress-protectors phytotherapy [Stress protective phytotherapy]. *Biomedicina. – Biomedicine*, 2011; 3: 115–119 (in Russ.).

© Курятова Е. В., Тюкавкина О. Н., Пискунов А. С., 2022

Статья поступила в редакцию 18.06.2022; одобрена после рецензирования 13.07.2022; принята к публикации 23.08.2022.

The article was submitted 18.06.2022; approved after reviewing 13.07.2022; accepted for publication 23.08.2022.

Информация об авторах

Курятова Елена Вячеславовна, кандидат ветеринарных наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, Pmf_fvmz@mail.ru;

Тюкавкина Ольга Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, Дальневосточный государственный аграрный университет, korol2702@mail.ru;

Пискунов Алексей Сергеевич, преподаватель, Амурский аграрный колледж, kinolog28@gmail.com

Information about authors

Elena V. Kuryatova, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Far Eastern State University, Pmf_fvmz@mail.ru;

Olga N. Tyukavkina, Candidate of Agricultural Sciences, Far Eastern State University, korol2702@mail.ru;

Aleksey S. Piskunov, Lecturer, Amur Agricultural College, kinolog28@gmail.com

Научная статья

УДК 619:615

EDN RJSQAV

DOI: 10.22450/199996837_2022_3_68

Применение препарата «Неозидин М» при лечении лошадей, больных пироплазмозом на территории Приморского края

Елена Николаевна Любченко¹, Дарья Константиновна Болтенко²,
Олеся Сергеевна Овчаренко³

^{1,2} Приморская государственная сельскохозяйственная академия

Приморский край, Уссурийск, Россия

³ Конно-спортивный клуб «Грация», Приморский край, Уссурийск, Россия

¹ lyubchenkol@mail.ru, ² lsd.melody.steam@gmail.com, ³ priboy__@mail.ru

Аннотация. Пироплазмоз лошадей – остро протекающее заболевание, характеризующееся высокой температурой с лихорадкой постоянного типа. Оно проявляется угнетением, желтухой, анемией, нарушением работы сердечно-сосудистой системы, высокой смертностью. Возбудителем является кровепаразит *Piroplasma caballi*, переносимый иксодовыми клещами рода *Dermacentor*, *Hyalomma* и *Rhipicephalus*. Умеренный климат и природные условия юго-западных территорий Приморского края благоприятно влияют на размножение иксодовых клещей, являющихся переносчиками *Babesia (piroplasma) caballi*, а конюшенно-табунное содержание способствует заражению лошадей пироплазмозом. В конно-спортивных клубах Уссурийского городского округа, расположенного на юго-западе Приморского края, лошадям с установленным диагнозом пироплазмоз, применяли специфические препараты – «Неозидин М» и «Пиро-Стоп». По результатам исследования установлено, что лошади, больные пироплазмозом, при применении препарата «Неозидин М», выздоравливали быстрее, чем при применении препарата «Пиро-Стоп». Пироплазмоз может привести к гибели животных, поэтому лечение лошадей при данном заболевании экономически целесообразно. Экономическая эффективность на рубль затрат при лечении лошадей препаратом «Неозидин М» выше, чем при применении препарата «Пиро-Стоп». Полученные данные по эффективности применения препарата «Неозидин М», мы рекомендуем применять для лечения лошадей, больных пироплазмозом в коневодческих хозяйствах различных форм собственности.

Ключевые слова: пироплазмоз, лошади, «Неозидин М», Приморский край

Для цитирования: Любченко Е. Н., Болтенко Д. К., Овчаренко О. С. Применение препарата «Неозидин М» при лечении лошадей, больных пироплазмозом на территории Приморского края // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 3. С. 68–73. doi: 10.22450/199996837_2022_3_68.

Original article

Use of "Neozidin M" in treatment of horses with piroplasmosis in Primorsky krai

Elena N. Lyubchenko¹, Daria K. Boltenko²,
Olesya S. Ovcharenko³

^{1,2} Primorsky State Agricultural Academy, Primorsky krai, Ussuriysk, Russia

³ Equestrian Sports Club "Grazia", Primorsky Krai, Ussuriysk, Russia

¹ lyubchenkol@mail.ru, ² lsd.melody.steam@gmail.com, ³ priboy__@mail.ru

Abstract. Piroplasmosis of horses is an acute disease characterized by a high temperature with a constant type of fever. It is manifested by depression, jaundice, anemia, disruption of the

cardiovascular system, high mortality. The causative agent is a blood parasite *Piroplasma caballi*, carried by ixod mites of the genus *Dermacentor*, *Hyalomma* and *Rhipicephalus*. The temperate climate and natural conditions of the south-western territories of Primorsky krai favorably affect the reproduction of ixodic ticks, which are carriers of *Babesia (piroplasma) caballi*, and stable and herd keeping contributes to the infection of horses with piroplasmosis. In equestrian sports clubs of the Ussuri city district, located in the south-west of Primorsky krai, horses with an established diagnosis of pyroplasmosis were used specific drugs – "Neosidin M" and "Pyro-Stop". According to the results of the study, it was found that horses with piroplasmosis, when using the drug "Neosidin M", recovered faster than when using the drug "Pyro-Stop". Pyroplasmosis can lead to the death of animals, so the treatment of horses with this disease is economically feasible. The economic efficiency per ruble of costs in the treatment of horses with the drug "Neosidin M" is higher than when using the drug "Pyro-Stop". The obtained data on the effectiveness of the use of the drug "Neosidin M", we recommend it to be used for the treatment of horses with pyroplasmosis in horse farms of various forms of ownership.

Keywords: pyroplasmosis, horses, "Neozidin M", Primorsky krai

For citation: Lyubchenko E. N., Boltenko D. K., Ovcharenko O. S. Primenenie preparata "Neozidin M" pri lechenii loshadej, bol'nyh piroplazmozom na territorii Primorskogo kraja [Use of "Neozidin M" in treatment of horses with pyroplasmosis in Primorsky krai]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. – *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 3: 68–73. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_3_68.

Введение. Пироплазмоз (бабезиоз) лошадей – трансмиссивное, сезонное, природно-очаговое протозойное заболевание, поражающее лошадей и других непарнокопытных животных в пастбищный период [1]. Возбудителем заболевания является *Piroplasma (Babesia) caballi*, относящийся к роду *Piroplasma*, семейству *Babesiidae*, отряду *Piroplasmida* [2]. Паразит локализуется в эритроцитах, имеет одиночные или двойные, грушевидную или округлую формы [3]. Микроскопия мазка остаётся пока ещё преимущественным методом диагностики пироплазмидозов [4].

Пироплазмы развиваются при участии двух хозяев: непарнокопытных животных и иксодовых клещей. В эритроцитах млекопитающих они размножаются почкованием или простым делением. В клещах-переносчиках развитие происходит в гемолимфе и тканях, а также яйцах; далее в нимфах и имаго, а у половозрелых клещей паразиты накапливаются в слюнных железах. Пироплазмы передаются от самок клещей потомству трансвариально в течение многих поколений. Заражение лошадей происходит во время нападения кровососущих членистоногих и инокуляции возбудителя в кровь. В организме непарнокопытных они сохраняются на протяжении 1–2 лет [5].

Пироплазмоз является серьёзным препятствием для перемещения лошадей,

что ограничивает как их торговлю, так и участие в соревнованиях. Также он является частой причиной гибели животных в тёплое время года.

Особенно ему подвержены привозные лошади из других регионов, которых используют для улучшения местных пород [6]. Около 90 % лошадей во всём мире живут в районах, где это заболевание является эндемичным, поэтому, являясь бессимптомными носителями, они могут передавать заболевание другим непарнокопытным через клещей-переносчиков [7].

В России данное заболевание регистрируется практически во всех федеральных округах. Умеренный климат и природные условия юго-западной части Приморского края, где находится Уссурийский городской округ, благоприятно влияют на размножение иксодовых клещей, являющихся переносчиками *Piroplasma (Babesia) caballi*, а конюшенно-табунное содержание способствует заражению лошадей пироплазмозом [8].

Целью исследований явились подбор эффективных препаратов для лечения пироплазмоза лошадей и анализ их терапевтической и экономической эффективности в условиях конно-спортивных клубов на территории Уссурийского городского округа Приморского края.

Методы исследований. Материалом исследования были выбраны шесть лошадей, принадлежащих конно-спортивным клубам «Грация» и «Кочевник», при исследовании периферической крови которых были обнаружены возбудители пироплазмоза.

С использованием метода аналогов были сформированы две опытные группы по три головы в каждой. Использовали общепринятые методики взятия крови и приготовления мазка для проведения диагностического лабораторного исследования. Первую каплю периферической крови из вены ушной раковины наносили на поверхность сухого обезжиренного предметного стекла и при помощи шлифовального стекла получали тонкий мазок крови, который высушивали на воздухе, затем помещали в ёмкость с фиксатором на 10–15 секунд. После фиксации окрашивали по Романовскому-Гимза и высушивали. Полученные мазки крови изучали методом микроскопии под иммерсионной системой бинокулярного микроскопа Микромед 2 (×90).

Для лечения лошадей, больных пироплазмозом, в двух опытных группах применяли специфические препараты – «Неозидин М» и «Пиро-Стоп», сравнивая их терапевтическую и экономическую эффективность. Симптоматическая терапия была аналогичная в обеих опытных группах.

Для характеристики экономической эффективности лечебных мероприятий рассчитывали предотвращённый экономический ущерб, экономический эффект, полученный в результате проведённых мероприятий, и экономическую эффективность на один рубль затрат.

Результаты исследований и обсуждение. По документам ветеринарной отчётности за 2021 год на территории Уссурийского городского округа заболевание пироплазмозом лошадей отмечалось в 11 случаях, в том числе у трёх кобыл, восьми жеребцов и мерин. При этом в весенний период зарегистрировано восемь случаев заболевания, а в осенний – три.

Для анализа эффективности препаратов были выбраны животные, заболевшие пироплазмозом в весенний период. В ходе клинического осмотра у всех иссле-

дуемых лошадей была повышена температура тела (до 41 °С), участились пульс и дыхание (в среднем до 50 ударов в минуту и 21 дыхательное движение в минуту соответственно), наблюдались бледность и иктеричность слизистых оболочек ротовой полости и конъюнктивы, отсутствие аппетита, у некоторых животных – отёки в области подгрудка.

Для установления окончательного диагноза в лаборатории ветеринарной клиники были исследованы мазки крови от обеих опытных групп животных. В результате микроскопических исследований в эритроцитах обнаружен возбудитель пироплазмоза *Piroplasma (Babesia) caballi*, в виде парных амёбовидных образований, узкие концы которых соединены; их ядро окрашивалось в тёмно-фиолетовый цвет, а цитоплазма – в светло-голубой. Интенсивность инвазии в исследуемых мазках в среднем составила 4,6 %.

Из средств специфической терапии в первой опытной группе использовали препарат «Неозидин М», во второй опытной группе – «Пиро-Стоп». Симптоматическая терапия в обеих опытных группах была идентична. На период лечения животные из обеих групп были освобождены от тренировок и содержались изолированно в денниках. К обычному рациону (сено, овёс) были добавлены корнеклубнеплоды (морковь). Схемы лечения лошадей, больных пироплазмозом, представлены в таблице 1.

В ходе проведённых исследований установили, что у лошадей из опытной группы № 2, которым назначали препарат «Пиро-Стоп», симптомы заболевания исчезали через пять дней, а при повторном исследовании периферической крови возбудителя пироплазмоза обнаруживали в единичных эритроцитах. При этом у животных из опытной группы № 1, которым применяли препарат «Неозидин М», уже на третий день не наблюдали симптомов заболевания, а при повторном исследовании периферической крови кровепаразиты не были обнаружены.

Из анализа полученных результатов установили, что препарат «Неозидин М» обладал большей терапевтической эффективностью при лечении пироплазмоза лошадей, поскольку у животных, которым

Таблица 1 – Схемы лечения лошадей, больных пироплазмозом

Наименование препарата	Способ применения	Группа № 1 (n=3)	Группа № 2 (n=3)
Неозидин М	внутримышечно, 20,0 мл, дважды с интервалом 24 часа	+	–
Пиро-Стоп	подкожно, 9,0 мл, дважды с интервалом 24 часа	–	+
Гемобаланс	внутривенно, 10,0 мл, 4 инъекции с интервалом 48 часов	+	+
Кофеина бензоат натрия 20 %	подкожно, 20,0 мл, 2 раза в день в течение 2 дней	+	+
Глюкэтин	внутривенно, 120,0 мл, 1 раз в день в течение 2 дней	+	+
Изотонический раствор натрия хлорида 0,9 %	внутривенно, 200,0 мл, 1 раз в день в течение 2 дней	+	+
Кальция хлорид 10 %	внутривенно, 20,0 мл, 1 раз в день в течение 2 дней	+	+

его применяли, выздоровление наступило быстрее на два дня.

Экономические затраты на проведение лечебных мероприятий при применении различных специфических препаратов зависели от продолжительности лечения, стоимости препаратов и расходных средств. Экономические показатели при лечении больных пироплазмозом лошадей в исследуемых группах представлены в таблице 2.

Лечение лошадей, больных пироплазмозом, экономически целесообразно, так как данное инвазионное заболевание

может привести к гибели животного. Однако, применение противопрозоидного препарата «Неозидин М» более выгодно, поскольку он стоит дешевле препарата «Пиро-Стоп», а также уменьшает курс симптоматического лечения, что в свою очередь удешевляет общую стоимость лечения.

Заключение. Предпосылками для возникновения пироплазмоза у лошадей являются умеренный климат и природные условия Уссурийского городского округа Приморского края, которые благоприятно влияют на размножение иксодовых кле-

Таблица 2 – Экономические показатели при лечении лошадей, больных пироплазмозом
В рублях

Показатели	Значение	
	группа № 1 (n=3)	группа № 2 (n=3)
Предотвращённый экономический ущерб	540 072,0	535 500,0
Стоимость ветеринарных препаратов	3 661,0	8 493,0
Стоимость расходных материалов	716,0	1 324,0
Стоимость ветеринарных услуг, оплата труда специалистов и транспортные расходы	8 199,65	10 500,0
Экономический эффект	527 495,35	515 183,35
Экономическая эффективность на один рубль затрат	41,9	25,4

щей, выступающих переносчиками бабезий, а конюшенно-табунное содержание способствует заражению животных.

Лучшим терапевтическим эффектом обладал препарат «Неозидин М», при применении которого выздоровление у лошадей, больных пироплазмозом, наступило уже на третий день, в то время, как при лечении лошадей препаратом «Пиро-стоп» лечебный эффект наступал только на пятый день.

Экономическая эффективность на один рубль затрат при лечении лошадей препаратом «Неозидин М» составила 41,9 рублей, что на 16,5 рублей больше по сравнению с лечением препаратом «Пиро-Стоп».

Исходя из полученных результатов исследований, рекомендуем для лечения лошадей, больных пироплазмозом, использовать противопротозойный препарат «Неозидин М», обладающий лучшей терапевтической и экономической эффективностью по сравнению с препаратом «Пиро-Стоп».

С целью недопущения заражения лошадей пироплазмозом их следует выпасать на незаклещеванных пастбищах; обрабатывать противоакарицидными средствами; в энзоотических очагах при появлении первых случаев заболевания всем лошадям один раз в две недели вводить противопротозойный препарат в лечебной дозе.

Список источников

1. Христиановский П. И., Быстров И. В., Белименко В. В. Рекомендации по выявлению очагов пироплазмозов животных // Российский паразитологический журнал. 2009. № 1. С. 109–115.
2. Калашникова Т. В., Храброва Л. А. Бабезиозы лошадей: этиология и проблемы диагностики // VetPharma. 2015. № 1. С. 58–62.
3. Робинсон Э. Н., Уилсон М. Р. Болезни лошадей. Современные методы лечения. М. : Аквариум-Принт, 2017. 1012 с.
4. Любченко Е. Н., Болтенко Д. К. Диагностический подход при пироплазмозе лошадей в Приморском крае // Студент года 2020 : материалы международного учебно-исследовательского конкурса (Петрозаводск, 17 декабря 2020 г.). Петрозаводск : Новая наука, 2020. С. 315–323.
5. Паразитология и паразитарные болезни сельскохозяйственных животных / под ред. Н. Е. Косминкова. М. : ИНФРА-М, 2019. 458 с.
6. Assessment of *Theileria equi* and *Babesia caballi* infections in equine populations in Egypt by molecular, serological and hematological approaches / M. S. Mahmoud, N. T. A. El-Ezz, S. A. Abdel-Shafy [et al.] // Parasites & Vectors. 2016. Vol. 9. P. 260.
7. Equine piroplasmosis (EP). // OIE Terrestrial Manual. 2018. P. 1310–1319.
8. Болтенко Д. К., Любченко Е. Н. Особенности проявления пироплазмоза у лошадей на территории Уссурийского городского округа // Роль аграрной науки в развитии лесного и сельского хозяйства : материалы IV нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (Уссурийск, 11–12 ноября 2020 г.). Уссурийск : Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. С. 271–275.

References

1. Khristianovsky P. I., Bystrov I. V., Belimenko V. V. Rekomendacii po vyyavleniyu ochagov piroplazmozov zhiivotnyh [Recommendations for the detection of foci of piroplasmosis of animals]. *Rossijskij parazitologicheskij zhurnal*. – *Russian Parasitological Journal*, 2009; 1: 109–115 (in Russ.).
2. Kalashnikova T. V., Khrabrova L. A. Babeziozy loshadej: etiologiya i problemy diagnostiki [Horse babesiosis: etiology and diagnostic problems]. *VetPharma*, 2015; 1: 58–62 (in Russ.).
3. Robinson E. N., Wilson M. R. *Bolezni loshadej. Sovremennye metody lecheniya* [Diseases of horses. Modern methods of treatment], Moskva, Akvarium-Print, 2017, 1012 p. (in Russ.).

4. Lyubchenko E. N., Boltenko D. K. Diagnosticheskiy podhod pri piroplazmoze loshadej v Primorskom krae [Diagnostic approach for horse pyroplasmiasis in Primorsky Krai]. Proceedings from Student of the Year 2020: *Mezhdunarodnyj uchebno-issledovatel'skiy konkurs (17 dekabrya 2020 g.) – International Educational and Research Competition*. (PP. 315–323), Petrozavodsk, Novaya nauka, 2020 (in Russ.).

5. Kosminkov N. E. (Eds.). *Parazitologiya i parazitarnye bolezni sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh [Parasitology and parasitic diseases of farm animals]*, Moskva, INFRA-M, 2019, 458 p. (in Russ.).

6. Mahmoud M. S., El-Ezz N. T. A., Abdel-Shafy S. A., Nassar S. A., Namaky A. H. E., Khalil W. K. B. Assessment of *Theileria equi* and *Babesia caballi* infections in equine populations in Egypt by molecular, serological and hematological approaches. *Parasites & Vectors*, 2016; 9: 260.

7. Equine piroplasmiasis (EP). OIE Terrestrial Manual, 2018: 1310–1319.

8. Boltenko D. K., Lyubchenko E. N. Osobennosti proyavleniya piroplazmoza u loshadej na territorii Ussurijskogo gorodskogo okruga [Features of the manifestation of pyroplasmiasis in horses on the territory of the Ussuri urban district]. Proceedings from The role of agricultural science in the development of forestry and agriculture: *IV Nacional'naya (vserossijskaya) nauchno-prakticheskaya konferenciya (11–12 noyabrya 2020 g.) – IV National (All-Russian) Scientific and Practical Conference*. (PP. 271–275), Ussurijsk, Primorskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2020 (in Russ.).

© Любченко Е. Н., Болтенко Д. К., Овчаренко О. С., 2022

Статья поступила в редакцию 25.07.2022; одобрена после рецензирования 23.08.2022; принята к публикации 25.08.2022.

The article was submitted 25.07.2022; approved after reviewing 23.08.2022; accepted for publication 25.08.2022.

Информация об авторах

Любченко Елена Николаевна, кандидат ветеринарных наук, доцент, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, LyubchenkoL@mail.ru;

Болтенко Дарья Константиновна, студент, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, lsd.melody.steam@gmail.com;

Овчаренко Олеся Сергеевна, ветеринарный врач, конно-спортивный клуб «Грация», priboy@mail.ru

Information about authors

Elena N. Lyubchenko, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Primorsky State Agricultural Academy, LyubchenkoL@mail.ru;

Daria K. Boltenko, Student, Primorsky State Agricultural Academy, lsd.melody.steam@gmail.com;

Olesya A. Ovcharenko, Veterinary Doctor, Equestrian Sports Club "Grazia", priboy@mail.ru

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

PROCESSES AND MACHINERY OF AGRO-ENGINEERING SYSTEMS

Научная статья

УДК 631.362:633.16

EDN RVKSDJ

DOI: 10.22450/199996837_2022_3_74

Очистка семян ячменя от трудноотделимых примесей

**Андрей Александрович Абидуев¹, Александр Сергеевич Пехутов²,
Мунко Базарович Балданов³, Альберт Юрьевич Тогмидон⁴**^{1,2,3,4} Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова
Республика Бурятия, Улан-Удэ, Россия^{1,4} abana47@mail.ru, ² pekhutov@mail.ru, ³ munko.baldanov@mail.ru

Аннотация. Семенной материал ячменя в хозяйствах Республики Бурятия имеет неудовлетворительное качество, в основном по содержанию семян таких культурных растений, как пшеницы и овса. Семена ячменя и пшеницы по длине имеют незначительное перекрытие, и зерновки пшеницы могут быть выделены из семенного зерна как короткие примеси в ячеистом сепараторе с ячейками 8,0–8,5 мм. Анализ вариационных кривых семян ячменя и овса по толщине и длине показывает, что мелкие зерновки овса, перекрывающиеся с семенами основной культуры по длине, могут быть выделены из обрабатываемого материала на подсевном решете, и оставшиеся крупные зерновки овса – в ячеистом сепараторе как длинные примеси. Для исследования технологического процесса очистки семян по совокупности размеров в настоящее время существует недостаток знаний. В работе представлен сравнительный анализ основных размеров исследуемых семян ячменя, овса и пшеницы, определены теоретические зависимости по определению качества очистки семенного зерна, выхода семян, доли очищенных семян после обработки и содержания примесей в очищенном материале. В статье приводятся, разработанные авторами, методические положения по исследованию технологического процесса и обоснованию способа очистки семян от трудноотделимой примеси (овса) по совокупности размеров. Разработана математическая модель технологического процесса очистки семян ячменя от трудноотделимой примеси (овса). Разработана технология очистки семян ячменя от овса, включающая обработку зерна в аспирационном канале, на подсевном решете с выделением мелких семян овса в ячеистом сепараторе с размером ячеек 11,2 мм.

Ключевые слова: семена, очистка по совокупности признаков, подсевное решето, ячеистый сепаратор

Для цитирования: Абидуев А. А., Пехутов А. С., Балданов М. Б., Тогмидон А. Ю. Очистка семян ячменя от трудноотделимых примесей // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 3. С. 74–80. doi: 10.22450/199996837_2022_3_74.

Original article

Barley seeds cleaning from hard-separable impurities

**Andrey A. Abiduev¹, Aleksandr S. Pekhutov²,
Munko B. Baldanov³, Albert Yu. Togmidon⁴**^{1,2,3,4} Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov
Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Russia^{1,4} abana47@mail.ru, ² pekhutov@mail.ru, ³ munko.baldanov@mail.ru

Abstract. The barley seed material in the farms of the Republic of Buryatia is of a poor quality. This is due to the presence of wheat and oats seeds. Seeds of barley and wheat have a non-significant overlap in terms of their length and wheat caryopses can be easily separated from the seeds material as short impurities in the cell separator with the 8.0–8.5 mm size of cells. The analysis of variation curves of barley and oats seeds according to the thickness and length shows that small oats caryopses overlapping the main crop culture according to the length, can be separated from the processed material on an undersowing sieve; the rest large oats caryopses are parted in the cell separator as long impurities. Nowadays, there is a lack of knowledge to study the technological process of the seeds cleaning according to a size set. The article deals with the comparative analysis of main sizes of barley, wheat, oats seeds that are under the research. Also, it defines the theoretic dependency to identify levels of quality of the seeds cleaning, seed yield, the rate of cleaned seeds and the presence of impurities in the cleaned seed material. The article provides methodic ideas to study the technological process of seeds cleaning developed by the authors of the article as well as justification of an approach of the seeds cleaning from a hard-separable impurity (oats) according to the set of sizes. A numerical scheme of the technological process of barley seeds cleaning from hard-separable impurities (oats) was developed. The technology of barley seeds cleaning from oats was developed including the seeds processing in the aspiration channel, on the undersowing sieve with parting of small oats seeds in the cell separator with the cells size of 11,2 mm.

Keywords: seeds, cleaning according to the set of features, undersowing sieve, cell separator

For citation: Abiduev A. A., Pekhutov A. S., Baldanov M. B., Togmidon A. Yu. Ochistka semyan yachmenya ot trudnootdelimyh primesej [Barley seeds cleaning from hard-separable impurities]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. – *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 3: 74–80. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_3_74.

Введение. Семенной материал ячменя в хозяйствах Республики Бурятия имеет неудовлетворительное качество, зачастую из-за высокого содержания в нём семян других культурных растений (пшеница и овёс). В некоторых партиях семенного материала наблюдается превышение содержания семян ржи и овсяга выше нормы. Известная технология очистки семян, которая включает в себя обработку семян на воздушно-решетных машинах и в триерных цилиндрах (ячеистых сепараторах), не позволяет обеспечить получение высококачественных семян [1].

Семена овса являются наиболее трудноотделимой примесью. Анализ вариационных кривых семян ячменя и овса показывает, что наиболее высококачественная очистка зерна от семян овса может быть проведена на основе совокупности размеров, то есть по длине и толщине.

Изменчивость размеров семян можно описать законом нормального распределения, коэффициент корреляции между длиной и толщиной семян является высоким [2, 3]. Поэтому можно предположить, что мелкие семена овса, имеющие такую же длину, как семена основной культуры, могут быть выделены из обрабатываемого материала на подсевном решете с отверстиями продолговатой формы, а оставши-

еся крупные семена овса – в ячеистом сепараторе как длинные примеси.

В настоящее время существует нехватка научных знаний для определения возможности эффективной очистки семян от трудноотделимой примеси по совокупности размеров. Качество очистки семян от указанной примеси по совокупности размеров может быть определено путём совместного рассмотрения и анализа изменчивости толщины и длины компонентов зерна [4, 5].

Для проведения посевных работ в почвенно-климатических условиях Республики Бурятия большую роль играет качество семенного материала. От этого напрямую зависит будущее развитие растений и в итоге урожайность зерновой культуры [6]. Поэтому возникла необходимость в разработке технологического процесса, позволяющего очистить семена от трудноотделимых примесей.

Материал и методы исследований.

Толщина семян ячменя и примесей определялась путём просеивания на решетном классификаторе. Длина семян устанавливалась непосредственным измерением с помощью микрометра. При изучении изменчивости размеров и скорости витания компонентов зерна использовался метод

статистической обработки результатов исследований [7, 8].

При анализе технологического процесса очистки зерна ячменя от овса по совокупности размеров был применён метод математического моделирования [9, 10].

Семена ячменя и овса по толщине имеют незначительное различие. Большее различие эти семена имеют по длине (рис. 1).

Во время разделения семян по длине l_1 и толщине b_1 полнота выделения примеси может быть оценена площадью фигуры

$EFBA_1D_1D$, которая больше площади фигуры $AEFB$, оценивающей качество очистки семенного зерна от овса по указанной длине (рис. 1).

Характеристики нормальных распределений толщины и длины компонентов зерна приведены в таблице 1.

Математическую модель, описывающую технологический процесс очистки семян ячменя от трудноотделимой примеси (овса) по совокупности размеров – толщине (b) и длине (l) можно представить в виде выражения (1):

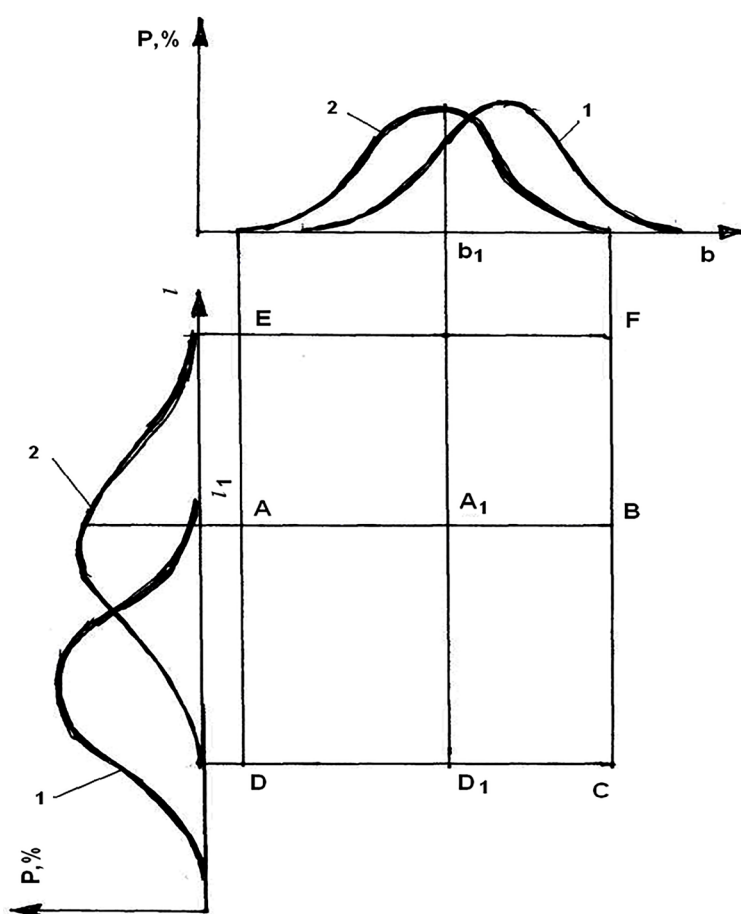


Рисунок 1 – Вариативность толщины b и длины l семян ячменя (1) и овса (2)

Таблица 1 – Характеристики размеров компонентов зерна

В миллиметрах

Семена	Толщина		Длина	
	\bar{b}	σ	\bar{l}	σ
Ячмень	2,73	0,25	8,43	0,67
Овес	2,29	0,23	10,45	0,83

$$E_2 = \Phi^* \left(\frac{b_1 - \bar{b}_п}{\sigma_{бп}} \right) + \left[1 - \Phi^* \left(\frac{b_1 - \bar{b}_п}{\sigma_{бп}} \right) \right] * \left[1 - \Phi^* \left(\frac{l_1 - \bar{l}_п}{\sigma_{лп}} \right) \right] \quad (1)$$

где $\bar{b}_п, \sigma_{бп}$ – среднее значение и среднее квадратическое отклонение толщины примеси (семян овса);

$\bar{l}_п, \sigma_{лп}$ – среднее значение и среднее квадратическое отклонение длины зерновок овса;

b_p, l_l – параметры разделения зерна по толщине и длине.

Долю очищенных семян после такой обработки зернового материала можно определить по выражению (2):

$$B_2 = 1 - \Phi^* \left(\frac{b_1 - \bar{b}_c}{\sigma_{bc}} \right) \quad (2)$$

где \bar{b}_c, σ_{bc} – характеристики толщины семян основной культуры.

Содержание примеси (зерновок овса) (штук на килограмм) в очищенном материале можно определить по выражению (3):

$$a_3 = \frac{\alpha_0(1 - E_2)}{B_2} \quad (3)$$

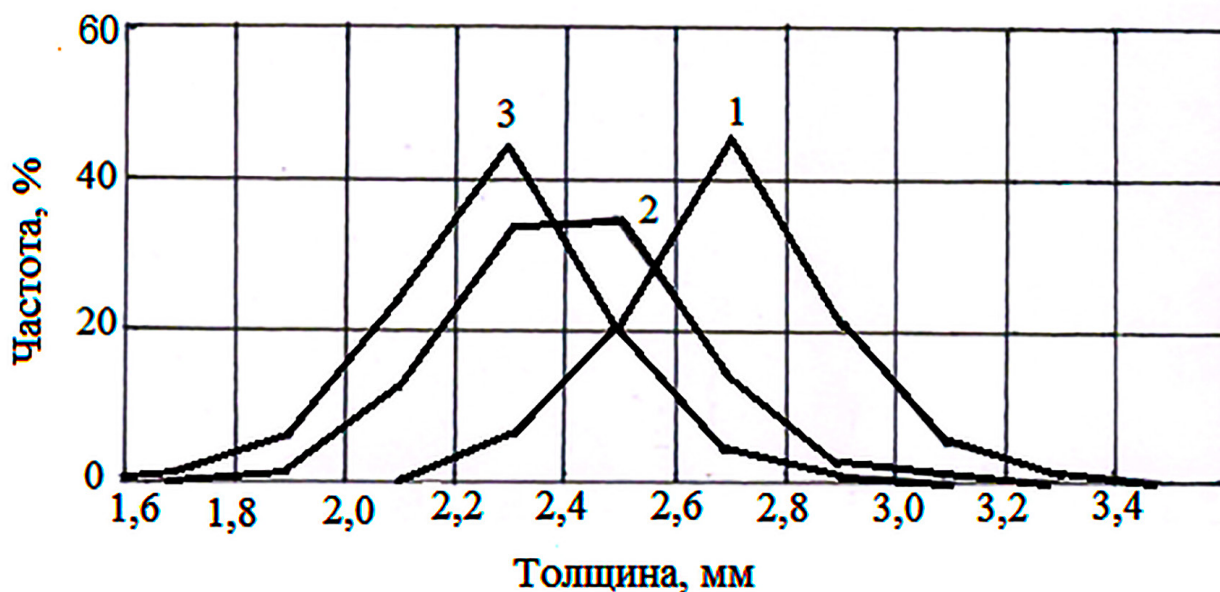
где α_0 – засоренность исходного зерна семенами овса, шт/кг.

Результаты исследований и их анализ. Изменчивость толщины и длины семян ячменя и их трудноотделимых примесей (овса и пшеницы) представлены на рисунках 2 и 3.

Мелкие семена овса можно также выделить из основного материала по поперечному размеру как мелкие примеси, а оставшиеся крупные зерновки овса – как длинные примеси в ячеистом сепараторе с ячейками 11,2 мм.

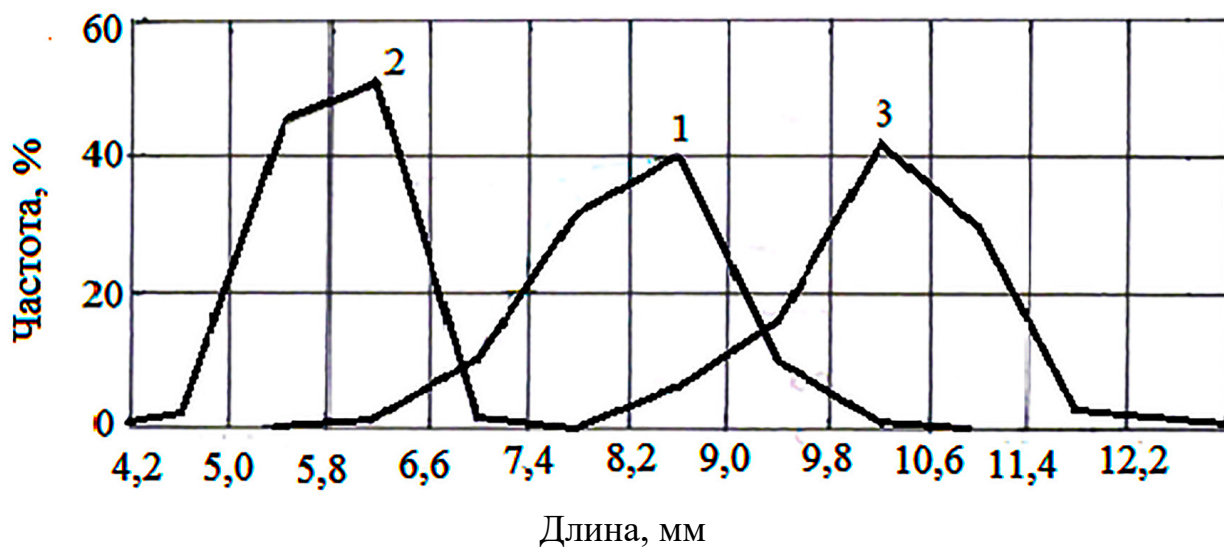
Вариационные кривые семян ячменя и пшеницы по длине не перекрываются (рис. 3), и исходя из этого, данная примесь может быть удалена из семенного материала как короткая примесь в ячеистом сепараторе. Максимальная длина семян пшеницы достигает 7,2–7,6 мм. Разделение семян по указанной длине может быть осуществлено в ячеистом сепараторе с ячейками 8,0–8,5 мм. Скорости витания семян ячменя, пшеницы и овса имеют существенное перекрытие.

Результаты экспериментальных исследований процесса очистки семян ячменя от овса по толщине и длине, проведенных на малогабаритной семяочистительной машине СМ-0,15 и в ячеистом сепараторе с размером ячеек 11,2 мм, и процесса очистки семян, полученные расчётным путём по выражениям (1) и (2) с использованием таблицы нормальной функции распределения [11], представлены на рисунке 4.



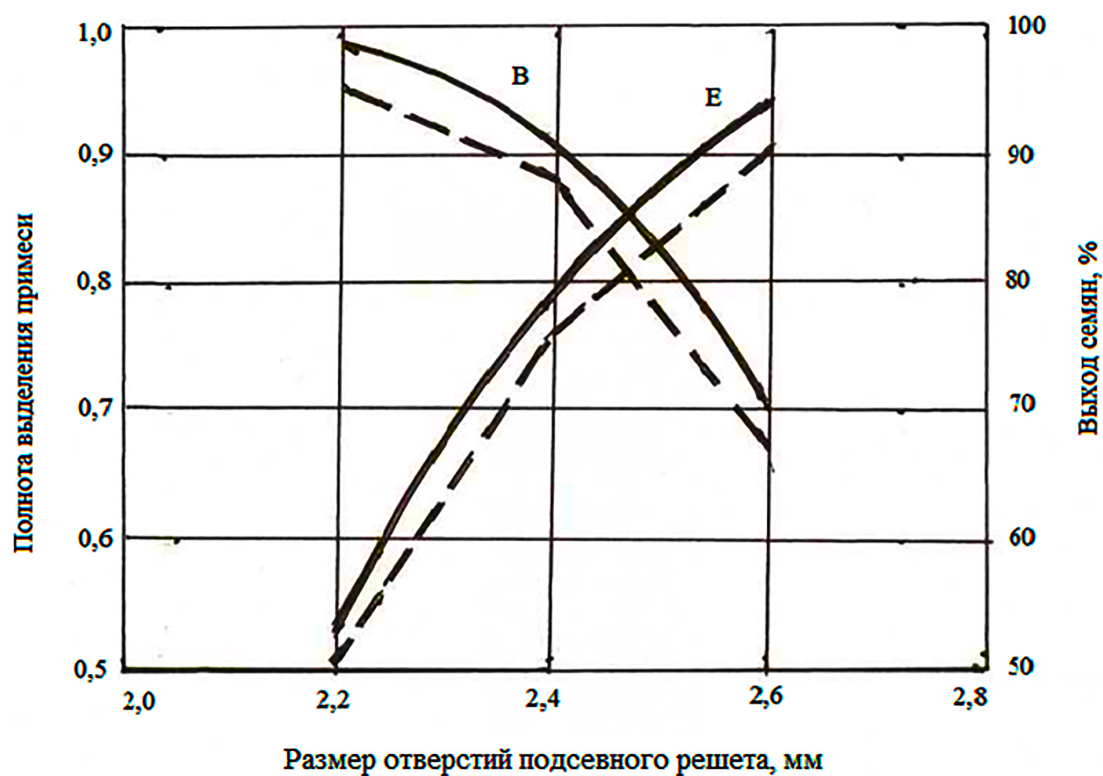
1 – ячмень; 2 – пшеница; 3 – овес

Рисунок 2 – Вариационные кривые семян ячменя и их примесей по толщине



1 – ячмень; 2 – пшеница; 3 – овес

Рисунок 3 – Вариационные кривые семян ячменя и их примесей по длине



— расчётные; - - - экспериментальные

Рисунок 4 – Изменение качественных показателей процесса очистки семян в зависимости от размера отверстий подсевного решета

Показатели качества очистки семян ячменя, определённые расчётным методом и экспериментальным путём существенно не различаются (рис. 4).

Выводы:

1. Разработаны методические положения исследования технологического процесса очистки семян от трудноотделимой примеси по совокупности размеров, которые с допустимой погрешностью по-

зволяют определить качественные показатели процесса.

2. Разработан способ очистки семян ячменя от трудноотделимой примеси (овса), включающий выделение мелких зерновок овса на подсевном решете, его крупных зерновок как длинных примесей в ячеистом сепараторе с размером ячеек 11,2 мм.

Список источников

1. Технология обработки зерна / под ред. Я. Н. Куприц. М. : Колос, 1965. 504 с.
2. Киреев М. В., Феофанов А. С. К методике построения и использования вариационных кривых распределения размеров семян // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1962. Т. 88. С. 115–119.
3. Урханов Н. А. Интенсификация послеуборочной обработки и очистки зерна от примесей по длине. Улан-Удэ : Восточно-Сибирский государственный технический университет, 1999. 320 с.
4. Абидуев А. А., Абидуев Ал. А. Моделирование процесса очистки семян пшеницы от ячменя // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2009. № 3. С. 147–152.
5. Баженов Ю. И. Определение количества удаляемых примесей // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1973. № 11. С. 43–44.
6. Калашников С. С. Разработка и обоснование параметров рассеивателя семян дискового сошника для посева зерновых культур : дисс. ... канд. техн. наук. Улан-Удэ, 2018. 179 с.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. М. : Наука, 1971. 576 с.
9. Вайсман М. Л., Резников А. Р. Обоснование схемы процесса сепарации семян // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1973. № 1. С. 41–42.
10. Моделирование процесса фракционной очистки зерна в зерноочистительном агрегате / Ю. И. Ермольев, М. Ю. Кочкин, Г. И. Лукинов, А. В. Бутовченко // Вестник Донского государственного технического университета. 2010. № 3 (46). С. 386–396.
11. Вентцель Е. С. Теория вероятностей : учебник. М. : Высшая школа, 1999. 576 с.

References

1. Kuprits Ya. N. (Eds.). *Tekhnologiya obrabotki zerna [Grain processing technology]*, Moskva, Kolos, 1965, 504 p. (in Russ.).
2. Kireev M. V., Feofanov A. S. K metodike postroeniya i ispol'zovaniya variacionnykh krivykh raspredeleniya razmerov semyan [On the methodology of constructing and using variational curves of seed size distribution]. *Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva. – Mechanization and electrification of agriculture*, 1962; 88: 115–119 (in Russ.).
3. Urkhanov N. A. *Intensifikaciya posleuborochnoj obrabotki i ochistki zerna ot primesej po dlino [Intensification of post-harvest processing and purification of grain from impurities along the length]*, Ulan-Ude, Vostochno-Sibirskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, 1999, 320 p. (in Russ.).
4. Abiduev A. A., Abiduev Al. A. Modelirovanie processa ochistki semyan pshenicy ot yachmenya [Modeling of the process of cleaning wheat seeds from barley]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*, 2009; 3: 147–152 (in Russ.).
5. Bazhenov Yu. I. . Opredelenie kolichestva udalyaemykh primesej [Determination of the amount of impurities to be removed]. *Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva. – Mechanization and electrification of agriculture*, 1973; 11: 43–44 (in Russ.).

6. Kalashnikov S. S. Razrabotka i obosnovanie parametrov rasseivatelya semyan diskovogo soshnika dlya poseva zernovykh kul'tur [Development and justification of the parameters of the seed disperser of the disc coulter for sowing grain crops]. *Candidate's thesis*. Ulan-Ude, 2018, 179 p. (in Russ.).

7. Dospekhov B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)], Moskva, Agropromizdat, 1985, 351 p. (in Russ.).

8. Mitropolskiy A. K. *Tekhnika statisticheskikh vychislenij* [Statistical computing techniques], Moskva, Nauka, 1971, 576 p. (in Russ.).

9. Vaysman M. L., Reznikov A. R. Obosnovanie skhemy processa separacii semyan [Justification of the scheme of the seed separation process]. *Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva. – Mechanization and electrification of agriculture*, 1973; 1: 41–42 (in Russ.).

10. Ermolyev Yu. I., Kochkin M. Yu., Lukinov G. I., Butovchenko A. V. Modelirovanie processa frakcionnoj ochistki zerna v zernoochistitel'nom agregate [Simulation of the process of fractional grain cleaning in a grain cleaning unit]. *Vestnik Donskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – Bulletin of the Don State Technical University*, 2010; 3 (46): 386–396 (in Russ.).

11. Ventcel E. S. *Teoriya veroyatnostej: uchebnik* [Probability theory: textbook], Moskva, Vysshaya shkola, 1999, 576 p. (in Russ.).

© Абидуев А. А., Пехутов А. С., Балданов М. Б., Тогмидон А. Ю., 2022

Статья поступила в редакцию 14.06.2022; одобрена после рецензирования 30.07.2022; принята к публикации 12.08.2022.

The article was submitted 14.06.2022; approved after reviewing 30.07.2022; accepted for publication 12.08.2022.

Информация об авторах

Абидуев Андрей Александрович, доктор технических наук, доцент, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, abana47@mail.ru;

Пехутов Александр Сергеевич, доктор технических наук, доцент, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, pekhtov@mail.ru;

Балданов Мунко Базарович, кандидат технических наук, доцент, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, munko.baldanov@mail.ru;

Тогмидон Альберт Юрьевич, аспирант, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, abana47@mail.ru

Information about authors

Andrey A. Abiduev, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, abana47@mail.ru;

Aleksandr S. Pekhtov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, pekhtov@mail.ru;

Munko B. Baldanov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, munko.baldanov@mail.ru;

Albert Yu. Togmidon, Postgraduate Student, Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, abana47@mail.ru

Научная статья

УДК 631.86

EDN TKWMWY

DOI: 10.22450/199996837_2022_3_81

Эколого-экономическая модель технологического процесса получения, переработки жидкого навоза и применения полученных удобрений

Александр Николаевич Головки¹, Анатолий Михайлович Бондаренко², Александр Викторович Хаценко³

^{1,2} Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета, Ростовская область, Зерноград, Россия

³ Донской государственный технический университет
Ростовская область, Ростов-на-Дону, Россия

¹ alexnikgol@rambler.ru, ² bondanmih@rambler.ru, ³ khatsenko.aleksandr@yandex.ru

Аннотация. В условиях жёсткой конкуренции и действующих санкций продовольственная независимость России приобретает важное стратегическое значение. Основным поставщиком пищевого сырья для обеспечения нашей страны продовольствием является сельское хозяйство. В основные отрасли сельского хозяйства входят отрасли растениеводства, животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции. Каждая из отраслей сталкивается с проблемами, снижающими их конкурентоспособность в процессе производства. Отрасли сельского хозяйства взаимосвязаны между собой, поэтому объединение их в систему позволит проследить и оптимизировать связи между ними, и решить некоторые проблемные вопросы, в первую очередь, экологические и экономические. Целью исследования является обоснование процесса глубокой переработки навоза как элемента подсистемы производства сельскохозяйственной продукции в общей системе стратегического обеспечения экономической независимости страны. В работе использовались методы системного анализа и системного синтеза. Также, для создания модели, описывающей параметры и свойства изучаемого процесса, в работе был применён метод моделирования. Разработана модель технологического процесса получения, переработки жидкого навоза и использования полученных органических удобрений. Модель описывает связи между технологическими процессами выращивания сельскохозяйственных животных, переработки жидкого навоза и производства продукции растениеводства. При построении модели применены последние разработки в области очистки и обеззараживания всех видов навоза, позволяющие снизить экологический ущерб в результате использования в некоторых из них возобновляемых источников энергии и экологически обоснованных современных технологий. Использование предложенных технологий позволит повысить экономический эффект в процессе получения и применения органических удобрений. Разработанная модель позволяет оптимизировать прямые и обратные связи между технологическими процессами, уменьшить время отдельных операций и согласовать входные и выходные параметры предыдущих и последующих операций.

Ключевые слова: эколого-экономическая модель, технологический процесс, получение жидкого навоза, переработка жидкого навоза, внесение удобрений

Для цитирования: Головки А. Н., Бондаренко А. М., Хаценко А. В. Эколого-экономическая модель технологического процесса получения, переработки жидкого навоза и применения полученных удобрений // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 3. С. 81–88. doi: 10.22450/199996837_2022_3_81.

Original article

Ecological and economic model of the technological process for obtaining, processing liquid manure and applying the obtained fertilizers

Aleksandr N. Golovko¹, Anatoly M. Bondarenko²,
Aleksandr V. Hatsenko³

^{1,2} Azov-Black Sea Engineering Institute – Branch of Don State Agrarian University
Rostov Region, Zernograd, Russia

³ Don State Technical University, Rostov region, Rostov-on-Don, Russia

¹ alexnikgol@rambler.ru, ² bondanmih@rambler.ru, ³ khatsenko.aleksandr@yandex.ru

Abstract. In the face of fierce competition and current sanctions, Russia's food independence is becoming of great strategic importance. The main supplier of food raw materials to provide our country with food is agriculture. The main branches of agriculture include crop production, animal husbandry and processing of agricultural products. Each of the industries faces problems that reduce their competitiveness in the production process. The branches of agriculture are interconnected, so combining them into a system will allow you to trace and optimize the links between them, and solve some problematic issues, primarily environmental and economic. The purpose of the study is to substantiate the process of deep processing of manure as an element of the subsystem of agricultural production in the overall system of strategic economic independence of the country. The methods of system analysis and system synthesis were used in the work. Also, to create a model describing the parameters and properties of the process under study, the modeling method was used in the work. A model of the technological process of obtaining, processing liquid manure and using the obtained organic fertilizers has been developed. The model describes the links between the technological processes of growing farm animals, processing liquid manure and the production of crop production. When constructing the model, the latest developments in the field of cleaning and disinfection of all types of manure have been applied, allowing to reduce environmental damage as a result of the use of renewable energy sources and environmentally sound modern technologies in some of them. The use of the proposed technologies will increase the economic effect in the process of obtaining and applying organic fertilizers. The developed model makes it possible to optimize forward and backward connections between technological processes, reduce the time of individual operations and coordinate the input and output parameters of previous and subsequent operations.

Keywords: ecological and economic model, technological process, production of liquid manure, processing of liquid manure, fertilization

For citation: Golovko A. N., Bondarenko A. M., Hatsenko A. V. Ekologo-ekonomicheskaya model' tekhnologicheskogo processa polucheniya, pererabotki zhidkogo navoza i primeneniya poluchennyh udobrenij [Ecological and economic model of the technological process for obtaining, processing liquid manure and applying the obtained fertilizers]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. – *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 3: 81–88. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_3_81.

Введение. В современных условиях жёсткой конкуренции и действующих санкций продовольственная независимость России приобретает важное стратегическое значение. Одним из базовых направлений обеспечения страны продовольствием, актуальным в современных условиях, является развитие животноводства. Основная продукция, поставляемая животноводческой отраслью, выступает

сырьём для прямых и смежных производств пищевого комплекса России [1, 2].

Целью исследования является обоснование процесса глубокой очистки навоза как элемента подсистемы производства сельскохозяйственной продукции в общей системе стратегического обеспечения экономической независимости страны.

Материалы и методы исследования. В работе применялись методы си-

стемного анализа и системного синтеза. Системный анализ позволяет показать процесс переработки навоза, как цепь отдельных операций, и определить параметры связей между ними, а системный синтез отражает, как отдельные операции по параметрам связей можно объединить в функциональные блоки.

В целом системный подход даёт возможность определить связи основных операций в процессе переработки навоза с другими смежными отраслями. Также для изучения объекта исследования был применён метод моделирования, позволяющий заменить реальный процесс более удобной для исследования моделью, сохраняющей все основные характеристики и свойства объекта исследования [3, 4, 5].

Результаты исследований. Для более подробного изучения процесса глубокой очистки навоза как элемента подсистемы производства сельскохозяйственной продукции в рамках настоящего исследования была разработана эколого-экономическая модель производства органических удобрений. *При разработке эколого-экономической модели были приняты следующие ограничения:*

1. Стабильность подачи жидкого навоза (выход жидкого навоза не должен превышать произведение суточного количества навоза от одного животного на количество голов плюс суточное количество технологических стоков).

2. Однородность жидкого навоза, поступающего на переработку за счёт его предварительной гомогенизации.

3. Блок «Переработка» – для первого варианта $V'_1 \leq V_1$, для второго варианта – $V_2 \geq V'_2 + V''_2$.

Выделены следующие факторы, влияющие на функционирование модели:

1. Блок «Переработка» – при использовании ВС (ветроротора Савониуса) скорость ветра больше или равна 4 м/с.

2. Блок УО (ускоренное обеззараживание) производится при температуре не ниже 65–70 °С градусов не менее 36–48 часов.

3. Блок МЮ (метод Юткина) – эффект обеззараживания происходит с помощью воздействия электрогидроударом при напряжении разряда не менее 10 кВ.

Технологический процесс получения навоза в ходе моделирования был представлен блоком I (рис. 1). Блок состоит из двух объектов – «животноводческая ферма» и «ЖН» (получаемый жидкий навоз).

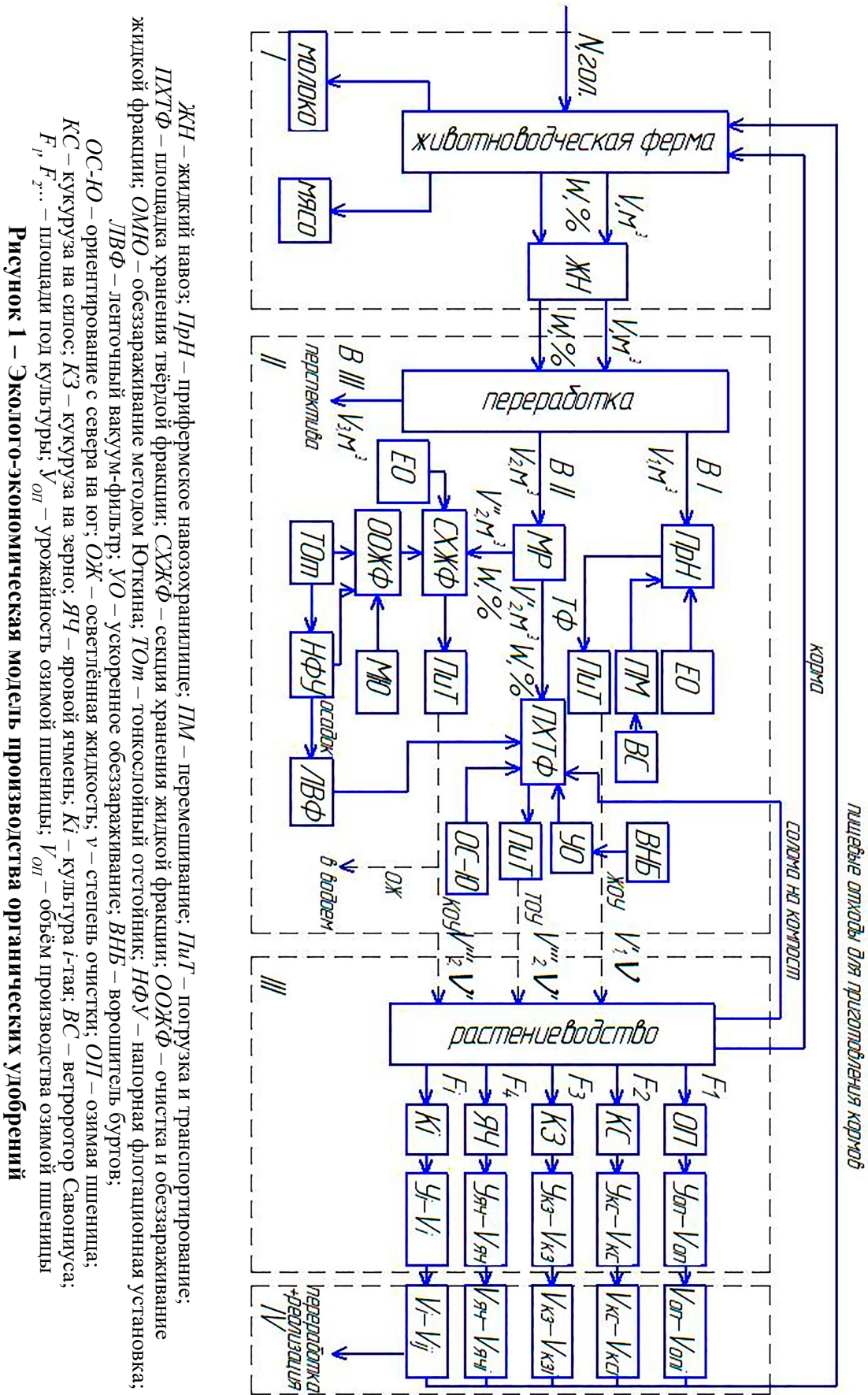
Входным параметром является количество голов, содержащихся на ферме вида животных (N), от которого зависит суточный объём производимого навоза. Выходными параметрами блока выступают объём жидкого навоза (V , м³) и исходная влажность жидкого навоза на выходе из животноводческой фермы (W , %).

Процесс переработки жидкого навоза представлен блоком II. Он предусматривает три варианта осуществления технологического процесса по переработке. Первый вариант представлен подблоком «ПРН» – прифермское навозохранилище, в котором жидкий навоз накапливается для его дальнейшей переработки. Переработка навоза в прифермском навозохранилище обеспечивается двумя процессами, связи от которых показаны в этом блоке.

Первый процесс – естественное обеззараживание (подблок «ЕО»), с помощью которого происходит аэробное сбраживание жидкого навоза под воздействием бактерий, содержащихся в жидком навозе и кислорода, находящегося в воздухе. Однако, для более быстрого и равномерного обеззараживания естественным путём всех слоёв, содержащегося в хранилище навоза, требуется его перемешивание. Этот процесс представлен подблоком «ПМ».

Процесс перемешивания в данном варианте предлагается осуществлять с помощью плавучей платформы с перемешивающим устройством, приводимым в движение ветроротором Савониуса, использующим один из возобновляемых источников энергии – энергию ветра (патент № 2732478 С1 RU). Этот агрегат и метод представлены подблоком «ВС». Применение метода позволяет сделать процесс перемешивания более энергосберегающим и экологическим по сравнению со стандартно применяемым перемешивающим оборудованием, работающим от вала отбора мощности двигателя внутреннего сгорания или электропривода.

Дальнейший ход продукта описан в данном блоке подблоком «Пит» – по-



ЖН – жидкий навоз; ПрН – прифермское навозохранилище; ПМ – перемешивание; ЕО – погрузка и транспортирование; ПХТФ – площадка хранения твёрдой фракции; СХЖФ – секция хранения жидкой фракции; ПИТ – погрузка и обеззараживание жидкой фракции; ОМЮ – обеззараживание методом Юткина; ТОМ – тонкослойный отстойник; НФУ – напорная флотационная установка; ЛВФ – ленточный вакуум-фильтр; УО – ускоренное обеззараживание; ВНБ – воронитель буртов; ОС-Ю – ориентирование с севера на юг; ОЖ – осветлённая жидкость; v – степень очистки; ОП – озимая пшеница; КС – кукуруза на силос; КЗ – кукуруза на зерно; ЯЧ – яровой ячмень; К1 – культура i-тая; ВС – ветротатор Савониуса; F₁, F₂, ... – площади под культурами; U_{оп} – урожайность озимой пшеницы; U_{оп} – объём производства озимой пшеницы

Рисунок 1 – Эколого-экономическая модель производства органических удобрений

грузка и транспортировка, с выходными параметрами получаемого продукта: выходным объёмом V'_1 и степенью очистки v'_1 . Подблок имеет связь с блоком III. Под степенью очистки в контексте данной публикации понимается получение жидкой фракции по своим физико-химическим показателям, соответствующей техническим условиям ТУ 20.15.80–001–04235088–2019 «Удобрения органические на основе термически обработанных хозяйственно-бытовых сточных вод».

Второй вариант переработки жидкого навоза представлен подблоком «МР» (механическое разделение). Далее ход технологического процесса представлен в этом блоке модели двумя направлениями, обусловленными видом получаемого продукта [1, 4, 6]. Твёрдая фракция навоза с входными параметрами объёма и влажности V'_2 и W'_2 переходит в подблок «ПХТФ» – площадка хранения твёрдой фракции, где происходит процесс ускоренного обеззараживания – подблок «УО».

Ускоренное обеззараживание обеспечивается периодическим перемешиванием предварительно сформированных навозных буртов с распылением добавок, ускоряющих этот процесс. Также периодически циклично производится контроль температуры и влажности в характерных точках сечения бурта.

Все эти операции обеспечиваются с помощью подблока «ВРБ» – ворошителя буртов, специально оборудованного системой распыления добавок и системой контроля, обработки и хранения данных температуры и влажности в характерных точках бурта (патент № 2658388 С1 RU).

За второй вариант ускоренного обеззараживания твёрдого навоза отвечает подблок «ОС-Ю», под которым в модели предусмотрено применение метода, позволяющего использовать источник возобновляемой энергии – энергии солнца (патент № 2706539 С1 RU). В данном способе ускоренное обеззараживание обеспечивается строгой ориентацией направления формирования навозного бурта на площадке для хранения твёрдой фракции с севера на юг, в результате которого проходящее по горизонту солнце равномерно прогревает бурт во время всего светового дня. Ускоренный нагрев бурта происходит

в результате предварительного покрытия поверхности бурта химически нейтральным, абсолютно чёрным веществом, которое позволяет полностью поглощать солнечное тепловое излучение.

После ускоренного обеззараживания продукт с выходными параметрами V'''_2 и v'''_2 с помощью подблока «ПиТ» переходит к блоку III для дальнейшего использования полученного продукта. Жидкая фракция продукта после механического разделения с выходными параметрами соответствующего технологии объёма V''_2 и влажности W''_2 поступает в подблок «СХЖФ» – секция хранения жидкой фракции, где осуществляется процесс очистки и обеззараживания жидкой фракции, описанный в этом блоке модели подблоком «ОЖФ».

Процесс очистки и обеззараживания обеспечивается в данном блоке модели двумя методами – механическим и электрофизическим. Механический метод очистки представлен подблоком «НФУ», обозначающим использование для отделения твёрдой взвеси с помощью пропускаемого через жидкую фракцию воздуха напорной флотационной установки. Осветлённая жидкость после напорной флотационной установки поступает в пруды отстойники для дальнейшего обеззараживания, а осадок подвергается отделению оставшейся влаги с помощью ленточного вакуум-фильтра, который в данном блоке модели представлен подблоком «ЛВФ». После отделения остаточной влаги твёрдый осадок поступает на площадку хранения твёрдой фракции (подблок «ПХТФ»), где происходит его дальнейшее обеззараживание.

Второй вариант, предусмотренный данным блоком модели, предполагает использование для отделения твёрдой взвеси тонкослойного отстойника, представленного подблоком ГОт, в котором происходит опускание и отделение взвеси под действием силы тяжести. Дальнейший ход продукта аналогичен предыдущему варианту: через напорную флотационную установку и ленточный вакуум-фильтр. Электрофизический метод обеззараживания жидкой фракции после механического разделения представлен подблоком «МЮ» и предполагает обеззараживание жидкой фракции с помощью электроги-

гидравлического удара, известного в научном мире как «эффект Юткина» (по названию открывшего его учёного) (патент № 2741813 С1 RU).

В предлагаемой для использования установке эффект обеззараживания обеспечивается созданием в жидкой фракции, помещённой в ограниченное пространство, кратковременного высоковольтного электрического разряда, вызывающего повышение давления в жидкости в несколько сотен раз. В результате воздействия разряда уничтожаются все известные виды патогенной микрофлоры, даже такие устойчивые к воздействиям любого рода, как споры сибирской язвы. После обеззараживания продукт с помощью подблока погрузки и транспортировки с выходными параметрами V''_2 и v''_2 поступает в блок III. Третий вариант технологического процесса предполагает использование перспективного направления совместного применения нескольких методов в зависимости от входных параметров и требует дальнейших исследований.

Третий блок описывает внедрение в технологический процесс выращивания продукции растениеводства применения полученных в результате переработки жидкого навоза удобрений. Он представлен в данной модели подблоком «Растениеводство», который связан с подблоками выращиваемых перспективных культур, таких как озимая пшеница, кукуруза на силос, кукуруза на зерно, яровой ячмень и другими видами культур с посевными площадями ($F_1, F_2, F_3, F_4 \dots F_i$). Согласно научно обоснованным нормам [2] в данной модели предусмотрено внесение твёрдых (ТОУ) или жидких (ЖОУ) органических удобрений на предполагаемых для культур посевных площадях, что обеспечит повышение плодородия почв и, как следствие, повышение урожайности культур, представленное в блоке данной модели соответственно подблоками (« $V_{оп} \rightarrow V_{оп}''$ », « $V_{кз} \rightarrow V_{кз}''$ », « $U_{кз} \rightarrow U_{кз}''$ », « $U_{яч} \rightarrow U_{яч}''$ », « $U_i \rightarrow U_i''$ »).

В четвёртом блоке модели приведён процесс переработки и реализации продукции растениеводства, в котором связь с предыдущими блоками обозначена увеличением объёма производства и реализации полученных продуктов, описанная в данном блоке модели подблоками изменения

до более перспективного объёма (« $V_{оп} - V_{оп}''$ », « $V_{кз} - V_{кз}''$ », « $V_{кз} - V_{кз}''$ », « $V_{яч} - V_{яч}''$ », « $V_i - V_i''$ »).

Обратные связи в данной модели представлены между блоком I «Производство животноводческой продукции», блоком II «Производство удобрений», блоком III «Производство продукции растениеводства» и блоком IV «Переработка и реализация». Обратная связь между блоками I и III предполагает обеспечение кормовой базы животных выращиванием соответствующих видов кормовых культур, между блоками II и III – использование соломы для приготовления компоста при переработке твёрдой фракции, а между блоком I и IV – использование пищевых отходов для приготовления кормов [7, 8, 9].

Выводы. Функциональные связи производства продукции животноводства и растениеводства неизменно влияют друг на друга и неразрывно связаны с производственными параметрами.

Блоки, подблоки и связи, представленные в разработанной эколого-экономической модели, позволяют контролировать процессы снижения экологического ущерба от воздействия на окружающую среду и увеличения урожайности продукции растениеводства. Экологические показатели модели регламентируются применением для перемешивания жидкого навоза при обеззараживании с помощью возобновляемого источника энергии – ветра. При перемешивании происходит ускорение процесса аэробного сбраживания жидкого навоза, находящегося в секциях для хранения жидкой фракции, что сокращает выброс вредных газов и положительно сказывается на экологической ситуации вокруг объектов переработки навоза.

Повышение экономической эффективности производства удобрений обусловлено применением энергосберегающих технологий на основе ветроротора Савониуса и обеззараживающей установки, использующей эффект Юткина. Использование данной установки в блоке производства удобрений позволяет значительно снизить объёмы накопителей жидкой фракции навоза при её естественном обеззараживании.

Список источников

1. Качанова Л. С. Управление технологическими процессами производства и применения органических удобрений в аграрном секторе экономики : монография. Зерноград : Азово-Черноморский инженерный институт, 2016. 217 с.
2. Качанова Л. С. Многокритериальная модель обоснования выбора ресурсосберегающей технологии производства и применения органических удобрений // Вестник Московского государственного агроинженерного университета имени В. П. Горячкина. 2016. № 3 (73). С. 33–40.
3. Качанова Л. С. Техничко-экономические критерии обоснования эффективности технологических процессов производства и использования удобрений // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2015. № 2 (18). С. 188–205.
4. Качанова Л. С. Модель планирования дополнительного дохода от применения удобрений // Аграрная наука. 2016. № 6. С. 8–11.
5. Друзянова В. П., Сергеев Ю. А. Технология анаэробного сбраживания бесподстилочного навоза крупного рогатого скота // Аграрная наука. 2015. № 5. С. 24–26.
6. Богачев А. И., Полухина М. Г. Экологическая безопасность как фактор социально-экономического развития отрасли свиноводства // Агротехника и энергообеспечение. 2015. № 3 (7). С. 51–57.
7. Рекомендации по организации и проведению производственного экологического контроля систем переработки и использования навоза (помета) (порядок разработки технологического регламента) / под ред. А. Ю. Брюханова. СПб. : Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 2012. 59 с.
8. Экологические аспекты применения удобрений в современной земледелии / Ю. И. Гречишкина, А. Н. Есаулко, Л. С. Горбатко [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. 2012. Т. 7. № 3. С. 112–115.
9. Качанова Л. С. Ресурсно-продуктовые модели оптимизации производства и транспортировки органических удобрений // АПК: экономика, управление. 2016. № 7. С. 66–75.

References

1. Kachanova L. S. *Upravlenie tekhnologicheskimi processami proizvodstva i primeneniya organicheskikh udobrenij v agrarnom sektore ekonomiki: monografiya [Management of technological processes of production and application of organic fertilizers in the agricultural sector of the economy: monograph]*, Zernograd, Azovo-Chernomorskij inzhenernyj institut, 2016, 217 p. (in Russ.).
2. Kachanova L. S. *Mnogokriterial'naya model' obosnovaniya vybora resursosberegayushchej tekhnologii proizvodstva i primeneniya organicheskikh udobrenij [Multi-criteria model of justification of the choice of resource-saving technology of production and application of organic fertilizers]. Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo agroinzhenernogo universiteta imeni V. P. Goryachkina. – Bulletin of the V. P. Goryachkin Moscow State Agroengineering University, 2016; 3 (73): 33–40 (in Russ.).*
3. Kachanova L. S. *Tekhniko-ekonomicheskie kriterii obosnovaniya effektivnosti tekhnologicheskikh processov proizvodstva i ispol'zovaniya udobrenij [Technical and economic criteria for substantiating the effectiveness of technological processes of production and use of fertilizers]. Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii. – Scientific Journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems, 2015; 2 (18): 188–205 (in Russ.).*
4. Kachanova L. S. *Model' planirovaniya dopolnitel'nogo dohoda ot primeneniya udobrenij [A model for planning additional income from the use of fertilizers]. Agrarnaya nauka. – Agricultural science, 2016; 6: 8–11 (in Russ.).*
5. Druzyanova V. P., Sergeev Yu. A. *Tekhnologiya anaerobnogo sbrazhivaniya bespodstilochnogo navoza krupnogo rogatogo skota [Technology of anaerobic fermentation of bespodstilochny cattle manure]. Agrarnaya nauka. – Agricultural science, 2015; 5: 24–26 (in Russ.).*
6. Bogachev A. I., Polukhina M. G. *Ekologicheskaya bezopasnost' kak faktor social'no-ekonomicheskogo razvitiya otrasli svinovodstva [Environmental safety as a factor of socio-*

economic development of the pig industry]. *Agrotekhnika i energoobespechenie. – Agricultural machinery and energy supply*, 2015; 3 (7): 51–57 (in Russ.).

7. Bryukhanov A. Yu. (Eds.). *Rekomendacii po organizacii i provedeniyu proizvodstvennogo ekologicheskogo kontrolya sistem pererabotki i ispol'zovaniya navoza (pometa) (poryadok razrabotki tekhnologicheskogo reglamenta) [Recommendations on the organization and conduct of industrial environmental control of manure processing and use systems (procedure for the development of technological regulations)]*, Sankt-Peterburg, Severo-Zapadnyj nauchno-issledovatel'skij institut mekhanizacii i elektrifikacii sel'skogo hozyajstva, 2012, 59 p. (in Russ.).

8. Grechishkina Yu. I., Esaulko A. N., Gorbatko L. S., Belovolova A. A., Korostylyov S. A., Aysanov T. S. *Ekologicheskie aspekty primeneniya udobrenij v sovremennom zemledelii [Ecological aspects of the use of fertilizers in modern agriculture]*. *Vestnik APK Stavropol'ya. – Bulletin of the Agroindustrial complex of Stavropol*, 2012; 7; 3: 112–115 (in Russ.).

9. Kachanova L. S. *Resursno-produktovye modeli optimizacii proizvodstva i transportirovki organicheskikh udobrenij [Resource-product models of optimization of production and transportation of organic fertilizers]*. *APK: ekonomika, upravlenie. – Agro-industrial complex: economics, management*, 2016; 7: 66–75 (in Russ.).

© Головки А. Н., Бондаренко А. М., Хаценко А. В., 2022

Статья поступила в редакцию 29.06.2022; одобрена после рецензирования 04.08.2022; принята к публикации 12.08.2022.

The article was submitted 29.06.2022; approved after reviewing 04.08.2022; accepted for publication 12.08.2022.

Информация об авторах

Головки Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета, alexnikgol@rambler.ru;

Бондаренко Анатолий Михайлович, доктор технических наук, профессор, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета, bondanmih@rambler.ru;

Хаценко Александр Викторович, начальник учебной части – заместитель начальника кафедры военного учебного центра, Донской государственный технический университет, khatsenko.aleksandr@yandex.ru

Information about authors

Aleksandr N. Golovko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Azov-Black Sea Engineering Institute – Branch of Don State Agrarian University, alexnikgol@rambler.ru;

Anatoly M. Bondarenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Azov-Black Sea Engineering Institute – Branch of Don State Agrarian University, bondanmih@rambler.ru;

Aleksandr V. Hatsenko, Head of the Educational Unit – Deputy Head of the Department of Military Training Center, Don State Technical University, khatsenko.aleksandr@yandex.ru

Научная статья

УДК 631.36

EDN UUSRXY

DOI: 10.22450/199996837_2022_3_89

Результаты исследований по определению оптимальных параметров процесса сушки кормовых продуктов

Дмитрий Александрович Колесников¹, Сергей Николаевич Воякин²,
Сергей Васильевич Щитов³, Евгений Евгеньевич Кузнецов⁴,
Виктор Владимирович Епифанцев⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ kda1977savitinsk@mail.ru, ² vsnl77@yandex.ru, ³ shitov.sv1955@mail.ru, ⁴ ji.tor@mail.ru

Аннотация. В статье приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований по обоснованию оптимальных параметров в технологии получения продуктов-заменителей цельного молока и комбинированных кормов. Одним из основных требований при производстве продуктов животноводства является использование кормов, обладающих высокими питательными свойствами и при этом имеющих невысокую себестоимость, так как в конечном итоге именно они и определяют конечную стоимость производимого продукта для потребителя. Таким образом, основным направлением исследований является поиск решений использования местного сырья, которое можно было бы применить при кормлении сельскохозяйственных животных. При этом необходимо, чтобы данные корма были богаты питательными и минеральными веществами, кальцием и протеином. В условиях Амурской области эту проблему можно решить за счёт использования соевого зерна, как важного растительного источника протеина; морской капусты и хвои – в качестве минеральных веществ; мела и яичной скорлупы – в качестве кальция. Данное сырьё имеется в достаточном количестве в Амурской области, однако используется нерационально. Это объясняется тем, что отсутствуют подходящие способы и технические средства, которые бы обеспечивали его подготовку к скармливанию животным в необходимых количествах и соответствующим качеством. В предлагаемой статье рассматривается вопрос по обоснованию оптимальных параметров одной из стадии в инновационной технологии получения «соевого молока» в виде заменителей цельного молока из предлагаемых композиций. В результате исследований определена минимальная продолжительность сушки, а также энергоёмкость процесса.

Ключевые слова: кормовые продукты, технология, заменители, питательные вещества, сельскохозяйственные животные, сушка, эффективность

Для цитирования: Колесников Д. А., Воякин С. Н., Щитов С. В., Кузнецов Е. Е., Епифанцев В. В. Результаты исследований по определению оптимальных параметров процесса сушки кормовых продуктов // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 3. С. 89–95. doi: 10.22450/199996837_2022_3_89.

Original article

Results of studies to determine the optimal parameters of the drying process of feed products

Dmitry A. Kolesnikov¹, Sergey N. Voyakin²,
Sergey V. Shchitov³, Evgeniy E. Kuznetsov⁴, Victor V. Epifantsev⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ kda1977savitinsk@mail.ru, ² vsnl77@yandex.ru, ³ shitov.sv1955@mail.ru, ⁴ ji.tor@mail.ru

Abstract. The article presents the results of theoretical and experimental studies to substantiate the optimal parameters in the technology of obtaining whole milk substitute products and combined feeds. One of the main requirements in the production of livestock products is the use of feed that has high nutritional properties and at the same time has a low cost, since in the end they determine the final cost of the product produced for the consumer. Thus, the main direction of research is to find solutions for the use of local raw materials that could be used in feeding farm animals. At the same time, it is necessary that these feeds are rich in nutrients and minerals, calcium and protein. In the Amur region, this problem can be solved by using soy grains as an important vegetable source of protein; seaweed and pine needles as minerals; chalk and eggshells as calcium. This raw material is available in sufficient quantities in the Amur region, but it is not used rationally. This is due to the fact that there are no suitable methods and technical means that would ensure its preparation for feeding to animals in the necessary quantities and appropriate quality. The proposed article discusses the issue of substantiating the optimal parameters of one of the stages in the innovative technology of obtaining "soy milk" in the form of whole milk substitutes from the proposed compositions. As a result of the research, the minimum duration of drying was determined, as well as the energy intensity of the process.

Keywords: feed products, technology, substitutes, nutrients, farm animals, drying, efficiency

For citation: Kolesnikov D. A., Voyakin S. N., Shchitov S. V., Kuznetsov E. E., Epifantsev V. V. Rezul'taty issledovaniy po opredeleniyu optimal'nyh parametrov processa sushki kormovykh produktov [Results of studies to determine the optimal parameters of the drying process of feed products]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2022; 16; 3: 89–95. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_3_89.

Введение. Как показали проведённые ранее исследования [1, 2, 3, 4] существует реальная возможность получения качественных заменителей цельного молока (ЗЦМ) и поликомпозиционных кормовых продуктов в виде нерастворимого композиционного остатка (НКО) требуемой влажности с помощью инновационно-рационального способа и многофункционального устройства для его осуществления в виде трехузловой технологической системы для принятых условий трансформации состава и свойств исходного сырья в виде конкретных композиций (соево-кукурузных, соево-овсяно-кукурузных, соево-ламинариевых, соево-хвойных и т. д.).

Также установлено, что технико-экономическая эффективность производства ЗЦМ и комбинированных кормов функционально зависит от вида и физико-механических свойств исходного сырья, сформированных на его основе рационального состава композиций, а также множества других факторов технического плана, определяющих выход питательных веществ в экстрагент и влажность нерастворимого композиционного остатка.

Знание закономерностей извлечения питательных (сухих) веществ из измельчённых соево-кукурузных, соево-ламинариевых, соево-хвойных и других композиций, а также режимов сушки композиций в виде нерастворимого остатка позволяет управлять факторами и параметрами данных процессов и обосновать рациональные значения параметров устройств, используемых в технологии их получения [5].

На основании этого, можно констатировать, что получение ЗЦМ и комбинированных кормов с использованием местного сырья является актуальной проблемой для животноводства региона.

Цель работы состоит в обосновании способа и параметров устройства для приготовления кормовых продуктов в виде заменителей цельного молока и комбикормов с использованием местного сырья.

Условия и методы исследований. Во время проведения теоретических и экспериментальных исследований по приготовлению кормовых продуктов в виде ЗЦМ и комбинированных кормов за основу брались общепринятые аналитико-ма-

тематические методы математического моделирования и планирования многофакторного эксперимента с учётом положений теории вероятности и математической статистики.

Использование такого подхода позволяет наиболее полно и достоверно определить все существующие взаимосвязи, проявляющиеся при приготовлении кормовых продуктов в виде ЗЦМ и комбинированных кормов, дать им объективную оценку, а также обосновать рациональные параметры процесса сушки нерастворимого композиционного остатка.

При обработке экспериментальных данных, полученных в процессе исследований, использовались методы статистической обработки с применением программ *KPS* и *Statistika-7*.

Результаты исследований. Как показали исследования, для получения ЗЦМ необходимо применение трёх взаимосвязанных технологических узлов:

- 1) подающе-дозировочного (ПДУ);
- 2) дезинтегрирующе-экстракционного (ДЭУ);
- 3) отжимающе-прессующего (ОПУ).

При ранее проведенных теоретических исследованиях были получены оптимальные параметры выше перечисленных узлов [6, 7, 8].

Кроме отмеченных элементов в технологии получения ЗЦМ и комбинированных кормов обязательным является

применение такой операции как сушка. С целью обоснования рациональных параметров процесса сушки НКО для проведения регрессионно-корреляционного анализа были выделены значимые факторы, которые устанавливались с учётом опроса специалистов и критерия Пирсона:

- 1) α_1/T – температура сушки в камере, °С;
- 2) α_2/K_6 – коэффициент воздухообмена в камере сушилки, м³/час;
- 3) α_3/d_4 – средневзвешенный диаметр частиц, мм.

Установлено, что процесс сушки НКО характеризуется следующей зависимостью общего вида (1):

$$\gamma_8/t_c = f[(\alpha_1/T); (\alpha_2/K_6); (\alpha_3/d_4)] \rightarrow \min \quad (1)$$

где γ_8/t_c – продолжительность сушки, мин.

В таблице 1 представлены факторы процесса и уровни их варьирования. После реализации эксперимента по матрице планирования и получения данных проведена их математическая и статическая обработка (табл. 2).

На основе проведённой математической обработки экспериментальных данных были получены области экстремальных значений, приведённые в таблице 3. Затем выполнена графическая интерпретация полученных зависимостей в виде детерминированных поверхностей отклика и их сечений (рис. 1, 2, 3).

Таблица 1 – Факторы и уровни варьирования для процесса

Уровни	Факторы		
	$\alpha_1/T, ^\circ\text{C}$	$\alpha_2/K_6, \text{ м}^3/\text{ч}$	$\alpha_3/d_4, \text{ мм}$
Верхний уровень (+)	110,0	12,0	0,8
Основной уровень (о)	105,0	10,0	0,5
Нижний уровень (-)	100,0	8,0	0,2
Интервал варьирования (E)	5,0	2,0	0,3

Таблица 2 – Регрессионный анализ зависимости $\gamma_8 = f(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$

Критерий	Стандартное отклонение (σ)	Коэффициент корреляции (R)	Коэффициент детерминации (R ²)	F-критерий	Значимость F-критерия (p)
$\gamma_8 \rightarrow opt$	5,711	0,954	0,910	5,597	0,036

Таблица 3 – Области экстремальных значений

Критерий	$\alpha_1/T, ^\circ\text{C}$	$\alpha_2/K_0, \text{м}^3/\text{ч}$	$\alpha_3/d_0, \text{мм}$	$\gamma_8/t_c, \text{мин.}$
$\gamma_8 \rightarrow \min$	0,23/105,0	0,14/9,0	0,16/0,5	40,0/41,0

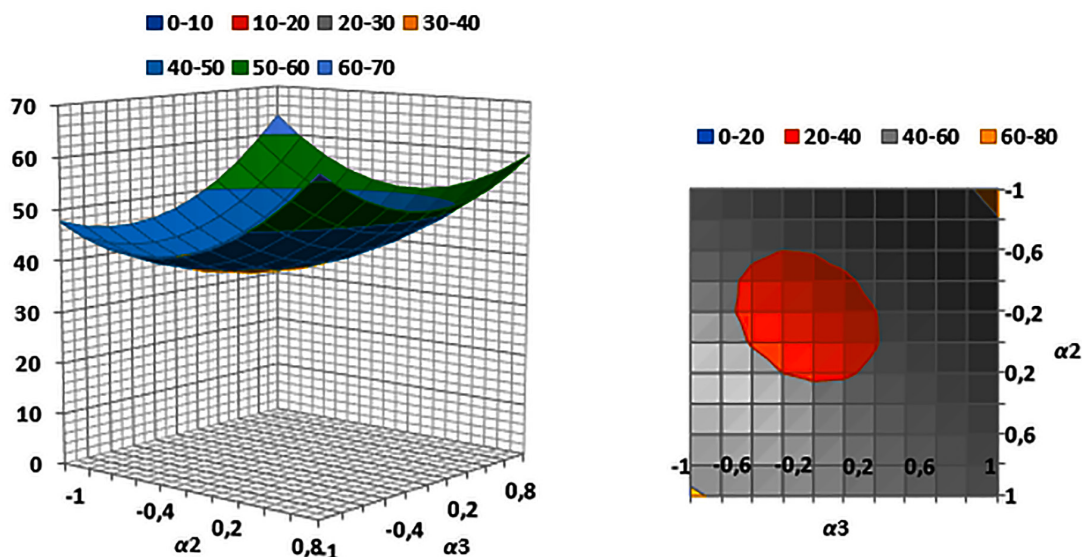


Рисунок 1 – Поверхность отклика $\gamma_8 = f(\alpha_1 = 0,23; \alpha_2; \alpha_3) \rightarrow \min$ и её сечения

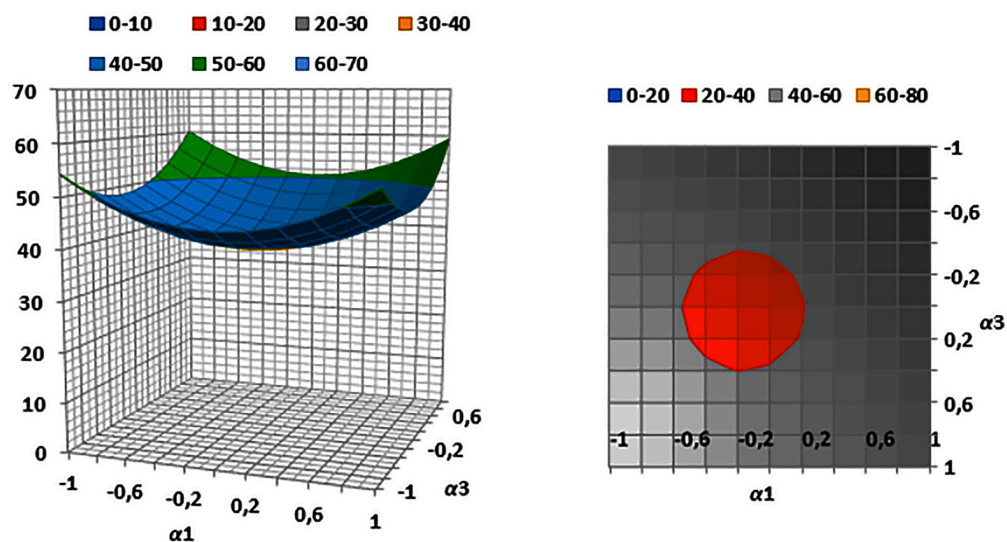


Рисунок 2 – Поверхность отклика $\gamma_8 = f(\alpha_1; \alpha_2 = 0,14; \alpha_3) \rightarrow \min$ и её сечения

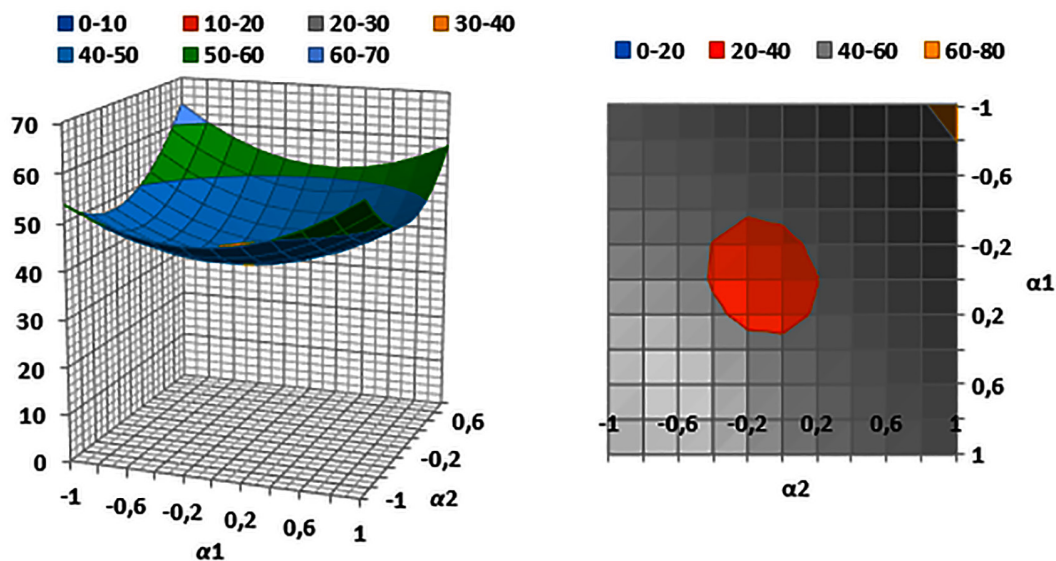


Рисунок 3 – Поверхность отклика $\gamma_8 = f(\alpha_1; \alpha_2; \alpha_3 = 0,16) \rightarrow \min$ и её сечения

Заключение. В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что *минимальная продолжительность сушки частиц нерастворимого композиционного остатка в агрегате типа «ЭСПИС-4-Универсал» составляет 40 минут*, и достигается при средневзвешенном диаметре частиц 0,5 мм; коэффициенте воздухообмена в камере – 9 м³/час; температуре сушки в камере – 105,0 °С.

При этом суммарная энергоёмкость находится на уровне 60,9 кВт·с/кг.

Полученные научно-обоснованные модели и параметры рабочего процесса приготовления кормовых продуктов позволяют использовать их при проектировании технологий и технических средств двойного назначения (кормового и пищевого), при соответствующих условиях к производству и требованиям к безопасности и энергетической ценности.

Список источников

1. Обоснование параметров процесса приготовления заменителя цельного молока с использованием соевого компонента / С. М. Доценко, С. А. Иванов, Л. Г. Крючкова, А. А. Борсук // Аграрная наука: современные проблемы и перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф. Махачкала : Дагестанский государственный аграрный университет, 2012. С. 1332–1348.
2. Новая технология производства заменителей цельного молока / И. И. Горячев, С. Н. Пилук, В. И. Передня [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. 2008. № 8. С. 45–47.
3. Лаврова Г. П. Эффективность использования соевого молока и окары при выращивании телят // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2003. № 2 (10). С. 275–276.
4. Рекомендации по приготовлению и использованию заменителей цельного молока и комбикормов-стартеров для телят. Дубровцы : Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства, 1990. 40 с.
5. Доценко С. М., Самуйло В. В. Машины и оборудование для производства заменителей цельного молока на основе соевого белка : учебное пособие. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 1996. 200 с.
6. Воякин С. Н., Щитов С. В., Кузнецов Е. Е. Результаты исследований по обоснованию конструктивно-технологических параметров отжимающе-прессующего узла при получении кормового продукта // АгроЭкоИнфо. 2022. № 2 (50).

7. Результаты исследований по обоснованию конструктивно-технологических параметров подающе-дозировочного устройства в технологии производства аналогов цельного молока / Д. А. Колесников, С. Н. Воякин, С. В. Щитов, Е. Е. Кузнецов // АгроЭкоИнфо. 2021. № 6 (48).

8. Колесников Д. А., Воякин С. Н. Получение заменителя цельного молока и концентратов на основе сырьевых композиций // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. № 1 (61). С. 127–133.

References

1. Dotsenko, S. M., Ivanov S. A., Kryuchkova L. G., Barsuk A. A. Obosnovanie parametrov processa prigotovleniya zamenitelya cel'nogo moloka s ispol'zovaniem soevogo komponenta [Substantiation of the parameters of the whole milk substitute preparation process using soy component]. Proceedings from Agricultural science: modern problems and prospects of development: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya – International Scientific and Practical Conference*. (PP. 1332–1348), Mahachkala, Dagestanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2012 (in Russ.).

2. Goryachev I. I., Pilyuk C. N., Perednya V. I., Tymoshchuk A. L., Tarasevich A.M., Khrutsky V. I. Novaya tekhnologiya proizvodstva zamenitelej cel'nogo moloka [New technology for the production of whole milk substitutes]. *Belorusskoe sel'skoe hozyajstvo. – Belarusian agriculture*, 2008; 8: 45–47 (in Russ.).

3. Lavrova G. P. Effektivnost' ispol'zovaniya soevogo moloka i okary pri vyrashchivanii telyat [The effectiveness of using soy milk and okara in raising calves]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 2003; 2 (10): 275–276 (in Russ.).

4. *Rekomendacii po prigotovleniyu i ispol'zovaniyu zamenitelej cel'nogo moloka i kombikormov-starterov dlya telyat [Recommendations for the preparation and use of whole milk substitutes and mixed feeds for calves]*, Dubrovcy, Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut zhivotnovodstva, 1990, 40 p. (in Russ.).

5. Dotsenko S. M., Samuilo V. V. *Mashiny i oborudovanie dlya proizvodstva zamenitelej cel'nogo moloka na osnove soevogo belka: uchebnoe posobie [Machinery and equipment for the production of whole milk substitutes based on soy protein: textbook]*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 1996, 200 p. (in Russ.).

6. Voyakin S. N., Shchitov S. V., Kuznetsov E. E. Rezul'taty issledovanij po obosnovaniyu konstruktivno-tekhnologicheskikh parametrov otzhimayushche-pressuyushchego uzla pri poluchenii kormovogo produkta [The results of research on the substantiation of the design and technological parameters of the pressing unit when receiving a feed product]. *AgroEkoInfo*, 2022; 2 (50) (in Russ.).

7. Kolesnikov D. A., Voyakin S. N., Shchitov S. V., Kuznetsov E. E. Rezul'taty issledovanij po obosnovaniyu konstruktivno-tekhnologicheskikh parametrov podayushche-doziruyushchego ustrojstva v tekhnologii proizvodstva analogov cel'nogo moloka [The results of research to substantiate the design and technological parameters of the feeding-dosing device in the production technology of whole milk analogues]. *AgroEkoInfo*, 2021; 6 (48) (in Russ.).

8. Kolesnikov D. A., Voyakin S. N. Poluchenie zamenitelya cel'nogo moloka i koncentratov na osnove syr'evykh kompozicij [Production of whole milk substitute and concentrates based on raw compositions]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2022; 1 (61): 127–133 (in Russ.).

© Колесников Д. А., Воякин С. Н., Щитов С. В., Кузнецов Е. Е., Епифанцев В. В., 2022

Статья поступила в редакцию 15.05.2022; одобрена после рецензирования 09.08.2022; принята к публикации 12.08.2022.

The article was submitted 15.05.2022; approved after reviewing 09.08.2022; accepted for publication 12.08.2022.

Информация об авторах

Колесников Дмитрий Александрович, соискатель, Дальневосточный государственный аграрный университет, kda1977savitinsk@mail.ru;

Воякин Сергей Николаевич, доктор технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, vsnl77@yandex.ru;

Щитов Сергей Васильевич, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный аграрный университет, shitov.sv1955@mail.ru;

Кузнецов Евгений Евгеньевич, доктор технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, ji.tor@mail.ru;

Епифанцев Виктор Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Дальневосточный государственный аграрный университет

Information about authors

Dmitry A. Kolesnikov, Applicant, Far Eastern State Agrarian University, kda1977savitinsk@mail.ru;

Sergey N. Voyakin, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, vsnl77@yandex.ru;

Sergey V. Shchitov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Far Eastern State Agrarian University, shitov.sv1955@mail.ru;

Evgeniy E. Kuznetsov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, ji.tor@mail.ru;

Victor V. Epifantsev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Far Eastern State Agrarian University

Научная статья

УДК 631.3.072+519.8

EDN UJQKZL

DOI: 10.22450/199996837_2022_3_96

Построение математических моделей для определения тягового сопротивления

**Александр Владимирович Ленский¹, Александр Анатольевич Жешко²,
Анна Александровна Алетдинова³**

^{1,2} Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по механизации сельского хозяйства, Минск, Республика Беларусь

³ Новосибирский государственный аграрный университет
Новосибирская область, Новосибирск, Россия

³ Новосибирский государственный технический университет
Новосибирская область, Новосибирск, Россия

¹ alex_lensky@mail.ru, ² azeshko@gmail.com, ³ aletdinova@corp.nstu.ru

Аннотация. Цель исследования заключается в построении модели прогнозирования тягового сопротивления рабочих органов на основе отбора признаков, характеризующих параметры эксплуатации машин для основной обработки почвы. Для достижения цели авторами дополнительно к проведённым полевым испытаниям была выполнена серия опытов. В работе приведены результаты замера тягового сопротивления для лап типа АКШ при варьировании скорости движения и глубины обработки почвы. В качестве метода анализа этих данных использована параметрическая статистика. Исследование показало, что вид распределения тягового сопротивления в группах, выделенных по глубине обработки и скорости движения, в большинстве случаев подчиняется нормальному закону распределения. Результаты теста Левена не подтверждают однородность дисперсий в группах, что говорит о снижении точности оценки до 10 % (допустимое значение). Данные наблюдений независимы, средние значения в группах не совпадают. Таким образом, группы исследования статистически различаются. Для прогнозирования тягового сопротивления рабочих органов для культивации и предпосевной обработки, чизельной обработки, глубокого рыхления авторами построены множественные нелинейные регрессионные модели с переменными «глубина обработки» и «скорость движения».

Ключевые слова: тяговое сопротивление, дисковый рабочий орган, чизельная лапа, лапа культиватора, стойка, математическая модель

Для цитирования: Ленский А. В., Жешко А. А., Алетдинова А. А. Построение математических моделей для определения тягового сопротивления // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 3. С. 96–106. doi: 10.22450/199996837_2022_3_96.

Original article

Construction of mathematical models to determine traction resistance

Aleksandr V. Lenski¹, Aleksandr A. Zheshko², Anna A. Aletdinova³

^{1,2} Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus
on Agricultural Mechanization, Minsk, Republic of Belarus

³ Novosibirsk State Agricultural University, Novosibirsk region, Novosibirsk, Russia

³ Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk region, Novosibirsk, Russia

¹ alex_lensky@mail.ru, ² azeshko@gmail.com, ³ aletdinova@corp.nstu.ru

Abstract. The purpose of the study is construction of a model for predicting traction resistance of working bodies based on the selection of features, characterizing the parameters of machine operation for basic tillage. In order to achieve it, the authors performed a series of experiments in addition to the conducted field tests. The paper presents the results of measuring traction resistance for a share of combined wide-cut unit type with varying of movement speed and tillage depth. Parametric statistics was used as a method of analyzing this data. The study showed that the type of distribution of traction resistance in groups, identified by tillage depth and movement speed, in most cases, was subjected to the normal distribution law. The results of Levene's test do not confirm the uniformity of variances in the groups, which indicates a decrease in the accuracy of the assessment to 10 % (acceptable value). The observational data are independent; the average values in the groups do not coincide. Thus, the study groups are statistically different. To predict the traction resistance of working bodies for cultivation and pre-sowing cultivation, chisel cultivation, deep loosening, the authors constructed multiple nonlinear regression models with variables "depth tillage" and "movement speed".

Keywords: traction resistance, disk working body, chisel share, cultivator share, rack, mathematical model

For citation: Lenski A. V., Zheshko A. A., Aletdinova A. A. Postroenie matematicheskikh modelei dlya opredeleniya tyagovogo soprotivleniya [Construction of mathematical models to determine traction resistance]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2022; 16; 3: 96–106. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_3_96.

Введение. Задача моделирования сопротивления рабочих органов не требует нового инструментария и основывается на экспериментальных и расчётных данных. При этом часто новые результаты обеспечиваются обновлением технического оснащения растениеводства и технологическими особенностями производства. С другой стороны, анализ тягового сопротивления рабочих органов сельскохозяйственных машин позволяет совершенствовать и разрабатывать новые органы [1].

Как отмечают Н. И. Джабборов, А. В. Сергеев, Г. А. Семенова, «исследование процесса поверхностной обработки почвы динамичными почвообрабатывающими рабочими органами с учётом взаимосвязи между колебаниями тягового сопротивления и их подвижных (упругих) элементов является актуальной задачей, так как позволяет осуществить оптимизацию конструктивно-технологических параметров и режимов их функционирования» [2].

Целью исследования явились статистический анализ признаков, характеризующих параметры эксплуатации машин для основной обработки почвы и разработка достоверных моделей прогнозирования тягового сопротивления рабочих органов.

Задачи исследований: 1) собрать необходимые данные для построения математических моделей; 2) разработать математические модели изменения тягового сопротивления рабочих органов сельскохозяйственных машин для основной обработки почвы.

Материалы и методы исследования. Собранные по результатам лабораторных и полевых опытов данные о тяговом сопротивлении рабочих органов машин для обработки почвы являются основой для построения математических моделей изменения тягового сопротивления в зависимости от значимых факторов. На базе полученных математических моделей предполагается разработать автоматизированную систему комплектования машинно-тракторных агрегатов для основной обработки почвы, что в перспективе позволит использовать модуль автоматизированной системы также в системе автоматизированного построения технологических карт [3, 4, 5].

Для достижения цели и задач дополнительно к ранее проведённым полевым исследованиям рабочих органов проведена серия опытов в лабораторных условиях для уточнения математических моделей. Авторы использовали метод параметрической статистики, в том числе проводилась описательная статистика, параметриче-

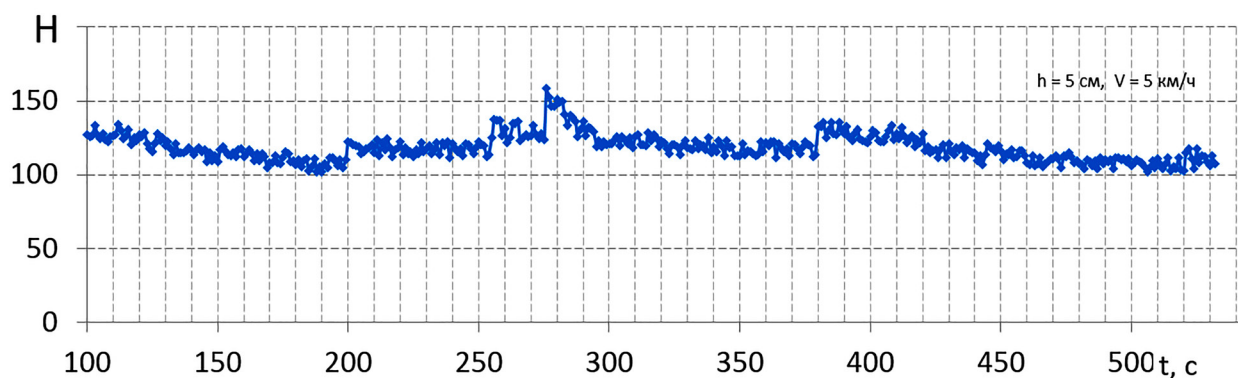
ский дисперсионный анализ (в частности, выполнена проверка по критерию Левена), корреляционный и регрессионный анализ.

Результаты исследования. Результаты замера тягового сопротивления представлены на рисунке 1.

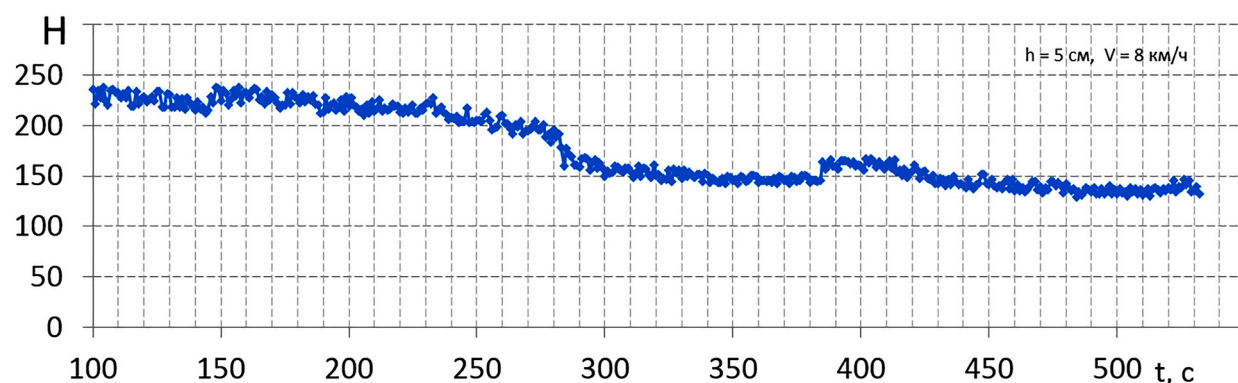
Подготовка исходной информации была основана на применении инструментальных методов с целью верификации различий выходного параметра и исклю-

чения случайных значений, не влияющих на результаты моделирования. Замеры проводились при установившихся значениях скорости движения от 5 до 15 км/ч с вариацией глубины обработки, составившей от 5 до 20 см.

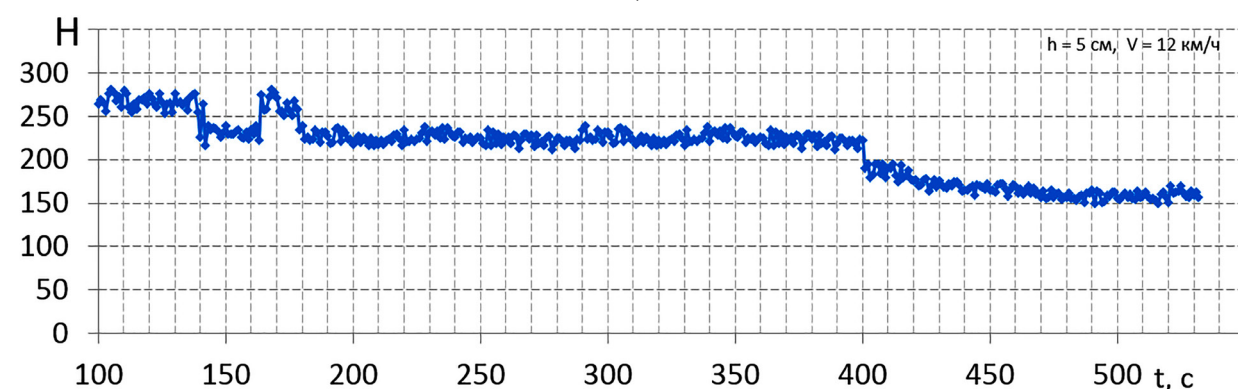
Общая оценка результатов исследования тягового сопротивления (на примере диска бороны). На первом этапе исследования выполнен расчёт описательных



а)



б)



в)

- а) лапа типа АКШ – глубина 5 см, скорость 5 км/ч;
 б) лапа типа АКШ – глубина 5 см, скорость 8 км/ч;
 в) лапа типа АКШ – глубина 5 см, скорость 12 км/ч

Рисунок 1 – Результаты замера тягового сопротивления

статистик значений тягового сопротивления при фиксированной скорости движения 5 км/ч. В качестве группирующего признака выступают параметры «Глубина обработки» и «Скорость движения». Расчёт проводился в целях установления однородности наблюдений и исключения, при необходимости, нетипичных значений.

Поскольку признак «Тяговое сопротивление» является количественным, для быстрого и детального описания его значений в группах могут применяться методы параметрической статистики [6].

Описательные статистики распределения тягового сопротивления в группах приведены в таблице 1.

Оценка различий тягового сопротивления в группах выполнена параметрическим дисперсионным анализом.

Проверяемой нулевой гипотезой является предположение, что средние значения признака в различных группах будут одинаковы. Другими словами, если $\mu_{общ}$ представляет собой среднее по генеральной совокупности i -го признака, а $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k$ – средние для k -ых уровней (групп) контролируемого фактора, то нулевая гипотеза выражается следующим образом:

$$H_0 : \mu_{общ} = \mu_1 = \mu_2 = \mu_k$$

Альтернативной гипотезой (H_1) будет предположение о том, что, по крайней мере, одно среднее отличается от других. Таким образом, в узком смысле дисперсионный анализ – это техника оценки нали-

чия или отсутствия различий между выборочными средними. При этом при оценке ложности H_0 совершенно неважно, что послужило причиной: отличие двух либо нескольких средних друг от друга.

Как метод математической статистики, дисперсионный анализ основывается на ряде допущений о свойствах и параметрах распределения наблюдаемых случайных величин.

Первое допущение такого анализа требует, чтобы значения признаков, соответствующих каждому уровню контролируемого фактора, были нормально распределены вокруг своего среднего.

Исследование вида распределения тягового сопротивления в разрезе групп показало (рис. 2), что в большинстве случаев он подчиняется нормальному закону (уровень значимости критерия Шапиро-Уилка (W-критерий) $p > 0,05$).

В тоже время необходимо отметить, что отрицательный результат о нормальном распределении признака абсолютно не отвергает возможности проведения дисперсионного анализа. Многочисленные исследования показали очень слабую его чувствительность к нарушению предположения нормальности. Следовательно, вид распределения имеет для данного статистического метода небольшое значение и фактическая вероятность ошибки I рода (возможность отвергнуть нулевую гипотезу, когда она в действительности верна, и сделать заключение, что μ_k отли-

Таблица 1 – Описательные статистики распределения тягового сопротивления диска бороны

Глубина, см	Скорость, км/ч	Сопротивление, Н	ДИ (-95 %)	ДИ (+95 %)	SD	SE	Min	Max
10	5	365,68	318,84	412,52	210,48	23,53	46,06	921,53
10	8	386,42	337,19	435,65	221,22	24,73	47,16	988,90
10	12	426,72	372,35	481,09	244,31	27,32	53,48	1 104,17
10	15	497,32	432,89	561,75	289,51	32,37	58,10	1 284,85
15	5	455,26	435,75	474,77	125,34	9,88	189,90	832,13
15	8	482,21	461,55	502,87	132,76	10,46	199,48	891,43
15	12	533,91	511,19	556,63	145,98	11,50	215,82	977,15
15	15	614,01	587,29	640,74	171,71	13,53	264,43	1 119,53
20	5	651,93	639,88	663,99	83,56	6,11	334,49	838,70
20	8	693,03	680,68	705,38	85,61	6,26	370,54	878,46
20	12	767,77	754,15	781,38	94,36	6,90	400,37	976,40
20	15	885,53	868,47	902,58	118,22	8,65	447,35	1 196,49

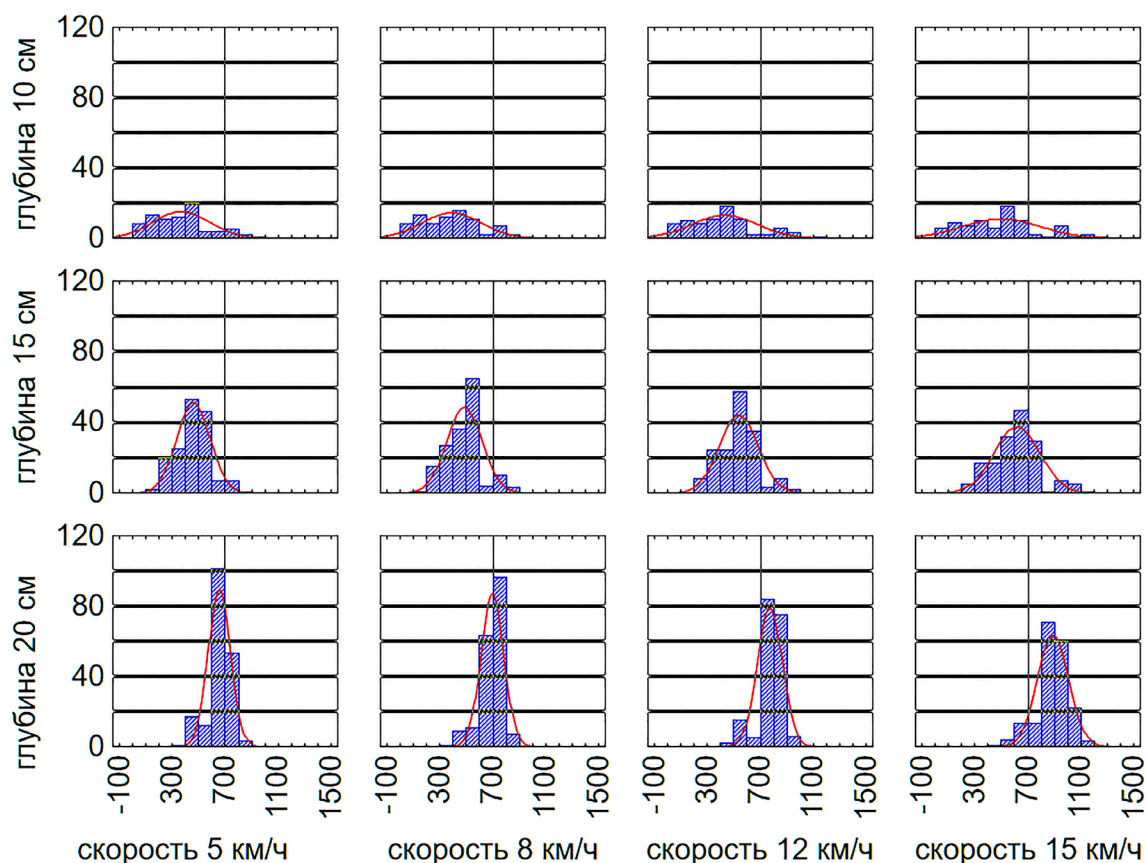


Рисунок 2 – Распределение тягового сопротивления диска бороны в группах по глубине обработки и скорости движения

чается от $\mu_{общ}$) практически не отличается от ранее установленной.

Второе допущение предполагает равенство дисперсий выборочных распределений, соответствующих каждому уровню контролируемого фактора (1):

$$\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_k^2 \quad (1)$$

Это допущение также называют требованием однородности или гомогенности дисперсий.

Поскольку дисперсионный анализ является точной процедурой статистических расчётов, то, строго говоря, нарушение однородности дисперсий не может не повлиять на точность конечных оценок достоверности различия средних. Для проверки условия, что определённый признак имеет равные дисперсии в группах, выбран критерий Левена. Результаты теста Левена не подтверждают однородность дисперсий (p -уровень $\ll 0,05$), однако это нарушение снижает точность оценки до

10 %, что вполне допустимо для предварительных расчётов.

Третье допущение касается независимости полученных наблюдений. Это предположение означает, что для любых двух наблюдений мы не можем предсказать по значению одного наблюдения значение другого. В процессе эксперимента данные фиксировались при помощи тензотрирования, что исключает возможность некорректной записи результатов и позволяет утверждать о соблюдении вышеуказанного правила. Таким образом, применение дисперсионного анализа правомерно, а его результаты приведены в таблице стандартного вида (табл. 2).

По признаку «Тяговое сопротивление» нулевая гипотеза может быть отвергнута на установленном уровне значимости ($p < 0,05$). Это означает, что, по крайней мере, одно из средних статистически значимо отличается от других. Для того, чтобы конкретно понять, какие средние отличаются, используют процедуру попарного сравнения средних. Наиболь-

Таблица 2 – Результаты дисперсионного анализа тягового сопротивления диска бороны

Показатели	Признак «Тяговое сопротивление»
Межгрупповая сумма квадратов	40 254 142
Межгрупповая дисперсия	3 659 467
Внутригрупповая сумма квадратов	39 081 254
Внутригрупповая дисперсия	22 988,97
F-отношение	159,1836
p-уровень	0,00

шее распространение при апостериорных сравнениях средних получили тесты по критерию наименьшей значимости (*LSD test*). Результаты их выполнения приведены в таблице 3, где *M* – среднее значение в группе.

На основании данных таблицы 3 отметим, что гипотеза о равенстве средних значений величины тягового сопротивления отклоняется практически для всех групп (рис. 3).

Таким образом, группы исследования статистически различаются, что позволяет использовать показатели глубины обработки и скорости движения в целях построения модели прогнозирования тягового сопротивления.

Аналогичные расчёты в программе *Statistica* выполнены для других рабочих органов.

Прогнозирование тягового сопротивления (на примере диска бороны). Для разработки прикладной методики, позволяющей прогнозировать значения тягового сопротивления, использована модель множественной нелинейной регрессии (решения о включении переменных в модель принимались на основании результатов групповых оценок).

На основании предварительного анализа результатов испытаний выбрана регрессионная модель с линеаризующими преобразованиями переменных типа « X^3 » и пошаговым включением параметров. Численные оценки коэффициентов модели и стандартизированные коэффициенты приведены в таблице 4.

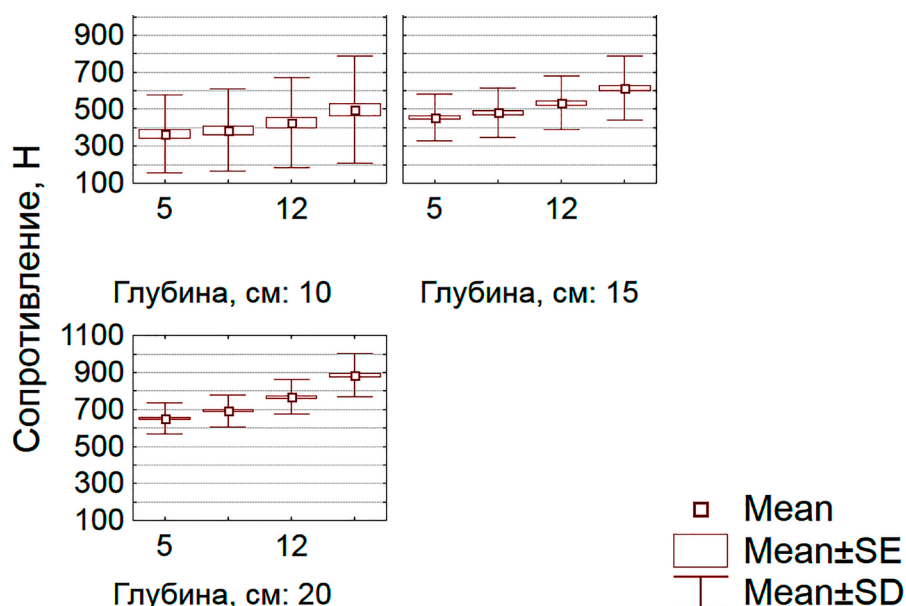


Рисунок 3 – Распределение тягового сопротивления диска бороны в группах по глубине обработки и скорости движения

Таблица 3 – Результаты выполнения теста апостериорного сравнения средних

Номер	Глубина, см	Скорость, км/ч	{1} M=	{2} M=	{3} M=	{4} M=	{5} M=	{6} M=	{7} M=	{8} M=	{9} M=	{10} M=	{11} M=	{12} M=
1	10	5	=365,68	=386,42	=426,72	=497,32	=455,26	=482,21	=533,91	=614,01	=651,93	=693,03	=767,77	=885,53
2	10	8	0,387108	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3	10	12	0,010980	0,092937	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4	10	15	0,000000	0,000004	0,003273	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5	15	5	0,000017	0,000921	0,168946	0,042723	–	–	–	–	–	–	–	–
6	15	8	0,000000	0,000004	0,007531	0,466405	0,110948	–	–	–	–	–	–	–
7	15	12	0,000000	0,000000	0,000000	0,077852	0,000004	0,002252	–	–	–	–	–	–
8	15	15	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000002	–	–	–	–	–
9	20	5	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,020119	–	–	–	–
10	20	8	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001	0,0088	–	–	–
11	20	12	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,0000	0,000002	–	–
12	20	15	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,0000	0,000000	0,0000	0,0000

Таблица 4 – Результаты оценки прогнозной модели

Показатели	<i>Beta</i>	Станд. ошибка <i>Beta</i>	<i>B</i>	Станд. ошибка <i>B</i>	<i>t</i> (1 708)	<i>p</i> -уровень
Свободный член	–	–	343,9776	51,98335	6,61707	0,000000
h^3	0,731238	0,091312	0,0560	0,00699	8,00812	0,000000
V^3	0,329080	0,017085	0,0559	0,00290	19,26114	0,000000
h	–0,106428	0,091312	–6,1158	5,24723	–1,16554	0,243964

Коэффициент детерминации (R^2) равен 0,5, то есть более 50 % изменчивости тягового сопротивления характеризуется параметрами глубины и скорости обработки. Оставшаяся часть может зависеть от значения показателей, которые не рассматривались в процессе испытаний: тип и структура почвы, влажность, угол установки и состояние рабочих органов, предшествующая обработка и др.

Коэффициент множественной корреляции (R) равен 0,71. Он характеризует тесноту связи между параметрами и откликом, а также является оценкой качества прогнозирования.

Величина *Beta* позволяет оценить вклад каждой переменной в предсказание отклика. Так, наибольший вклад в прогнозирование величины тягового сопротивления вносит глубина обработки, меньший вклад – скорость. Положительные значения этих коэффициентов свидетельствуют, что с их ростом значение тягового сопротивления увеличивается.

Для оценки адекватности построенной модели выполнен анализ распределения остатков (разность между фактическими и предсказанными значениями). Диаграмма распределения остатков соответствует нормальному закону (рис. 4).

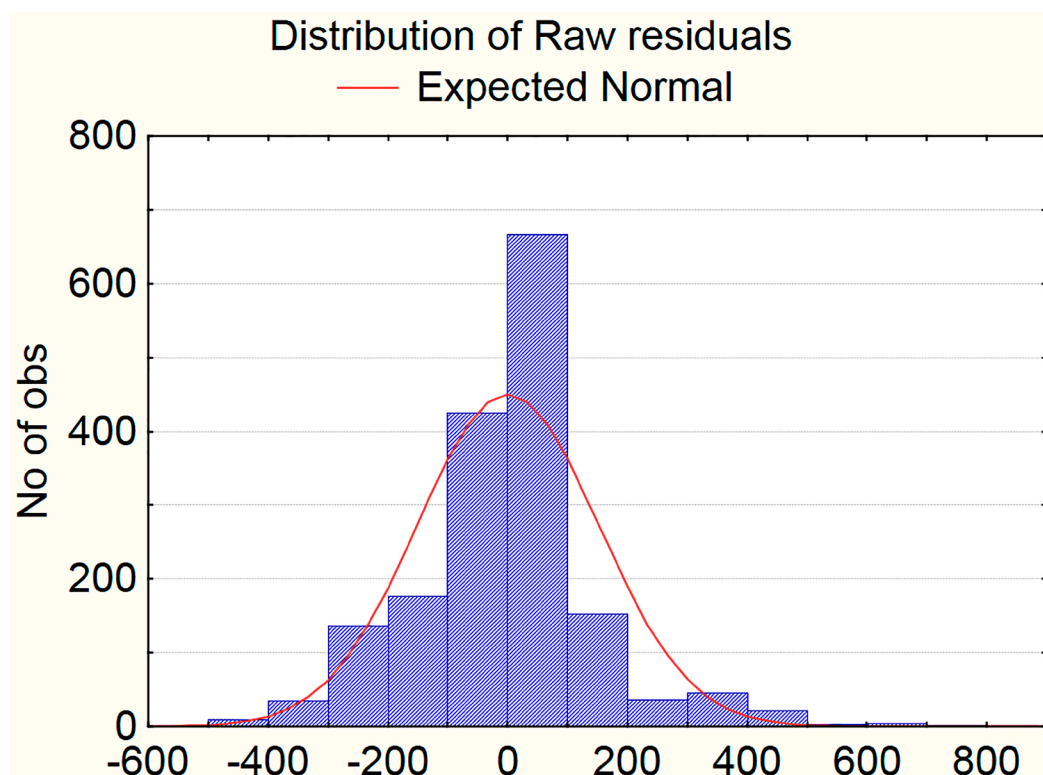


Рисунок 4 – Распределение остатков при прогнозировании тягового сопротивления диска бороны

Таким образом, построена адекватная нелинейная модель зависимости тягового сопротивления диска борона от параметров обработки – глубины и скорости движения рабочего органа:

$$R = 343,9776 + 0,056 \cdot h^3 + 0,0559 \cdot V^3 - 6,1158 \cdot h \quad (2)$$

где R – тяговое сопротивление, Н;

h – глубина обработки, см;

V – скорость обработки, км/ч.

Последнее слагаемое из модели можно исключить, так как коэффициент (6,1158) статистически не значим, то есть верна гипотеза о равенстве нулю.

Свод расчётных и средних фактических значений тягового сопротивления при различных параметрах обработки приведён в таблице 5.

Максимальные отклонения расчётных и фактических значений не превышают 6 % (среднее значение – 3,5 %), что вполне достаточно для применения модели в качестве инструмента прикладного прогнозирования.

Аналогичным образом построены модели для прогнозирования тягового сопротивления рабочих органов для культивации и предпосевной обработки, чизельной обработки, глубокого рыхления на различных типах стоек.

Лапа чизельная на жёсткой стойке:

$$R = 259,2463 + 3,3901 \cdot h^2 + 0,0842 \cdot V^3 - 31,3494 \cdot h \quad (3)$$

Лапа стрельчатая на пружинной стойке:

$$R = 118,6997 + 0,1188 \cdot h^3 + 0,0562 \cdot V^3 \quad (4)$$

Лапа тупа АКШ:

$$R = 104,5433 + 0,3397 \cdot V^2 + 0,8461 \cdot h^2 \quad (5)$$

Лапа глубокорыхлителя, сдвоенная на жёсткой стойке:

$$R = 124,455 + 1,858 \cdot h^2 + 1,0628 \cdot V^2 + 21,2752 \cdot h + 0,0581 \cdot V^3 \quad (6)$$

Выводы. Таким образом, рассмотрены основные этапы построения математических моделей для определения тягового сопротивления рабочих органов для основной обработки почвы.

Полученные математические модели для определения тягового сопротивления дисковых рабочих органов, стрельчатых лап, глубокорыхлителей и других рабочих органов будут использоваться при выполнении тягового расчёта для комплектования машинно-тракторных агрегатов.

Автоматизированная система комплектования машинно-тракторных агрегатов для основной обработки почвы позволит в оперативном режиме подбирать оптимальные конструктивные и технологические параметры, такие как рабочая ширина захвата машины и скорость движения, а также осуществлять выбор технических средств для реализации конкретных технологических операций.

Таблица 5 – Сравнительные значения фактического и расчётного тягового сопротивления диска борона

Глубина, см	Скорость, км/ч			
	5	8	12	15
10	365,7 / 345,8	386,4 / 367,4	426,7 / 435,4	497,3 / 527,5
15	455,3 / 448,2	482,2 / 469,9	533,9 / 537,8	614,0 / 629,9
20	651,9 / 676,6	693,0 / 698,3	767,8 / 766,3	885,5 / 858,3

Список источников

1. Устинов Н. Н., Поддубный В. И., Мартыненко А. С. Механико-математическая модель рабочего органа культиватора для определения тягового сопротивления при действии вибрации // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. №. 3. С. 28–31.
2. Джабборов Н. И., Сергеев А. В., Семенова Г. А. Влияние колебаний элементов конструкции динамичного почвообрабатывающего рабочего органа на основные характеристики его тягового сопротивления // Агро-ЭкоИнженерия. 2019. № 4 (101). С. 15–24.
3. Ленский А. В., Жешко А. А. Разработка алгоритма оценки эксплуатационных показателей самоходных и стационарных технических средств // Механизация и электрификация сельского хозяйства : сб. науч. тр. Минск : Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2021. С. 156–163.
4. Жешко А. А., Ленский А. В. Методы комплектования машинно-тракторных агрегатов // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : материалы междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 21–22 октября 2021 г.). Минск : Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2021. С. 90–95.
5. Технологии возделывания сельскохозяйственных культур // Agronaut. URL: <https://agronaut.by/tech/> (дата обращения: 14.04.2022).
6. Халафян А. А. Statistica 6: статистический анализ данных. М. : Бином-Пресс, 2008. 512 с.

References

1. Ustinov N. N., Poddubnyj V. I., Martynenko A. S. Mekhaniko-matematicheskaya model' rabocheho organa kul'tivatora dlya opredeleniya tyagovogo soprotivleniya pri dejstvii vibracii [A mechanical and mathematical model of a cultivator's working organ for determining traction resistance during vibration]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – Achievements of science and technology of agriculture*, 2017; 31; 3: 28–31 (in Russ.).
2. Dzhabborov N. I., Sergeev A. V., Semenova G. A. Vliyanie kolebanij elementov konstrukcii dinamichnogo pochvoobrabatyvayushchego rabocheho organa na osnovnye harakteristiki ego tyagovogo soprotivleniya [Influence of vibrations of structural elements of a dynamic tillage working body on the main characteristics of its traction resistance]. *AgroEkoInzheneriya*, 2019; 4 (101): 15–24 (in Russ.).
3. Lenskij A. V., Zheshko A. A. Razrabotka algoritma ocenki ekspluatacionnyh pokazatelej samohodnyh i stacionarnyh tekhnicheskikh sredstv [Development of an algorithm for evaluating the operational performance of self-propelled and stationary technical means]. Proceedings from *Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva – Mechanization and electrification of agriculture*. (PP. 156–163), Minsk, Nauchno-prakticheskij centr Nacional'noj akademii nauk Belarusi po mekhanizacii sel'skogo hozyajstva, 2021 (in Bel.).
4. Zheshko A. A., Lenskii A. V. Metody komplektovaniya mashinno-traktornyh agregatov [Methods of completing machine-tractor units]. Proceedings from Scientific and technical progress in agricultural production: *Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferenciya (21–22 oktyabrya 2021 g.) – International Scientific and Technical Conference*. (PP. 90–95), Minsk, Nauchno-prakticheskij centr Nacional'noj akademii nauk Belarusi po mekhanizacii sel'skogo hozyajstva, 2021 (in Bel.).
5. Tekhnologii vozdelevaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Technologies of cultivation of agricultural crops]. Retrieved from *Agronaut*.by <https://agronaut.by/tech/> (Accessed 14 April 2022) (in Bel.).
6. Halafyan A. A. *Statistica 6: statisticheskij analiz dannyh [Statistics 6: statistical data analysis]*, Moskva, Binom-Press, 2008, 512 p. (in Russ.).

© Ленский А. В., Жешко А. А., Алетдинова А. А., 2022

Статья поступила в редакцию 18.06.2022; одобрена после рецензирования 11.07.2022; принята к публикации 12.08.2022.

The article was submitted 18.06.2022; approved after reviewing 11.07.2022; accepted for publication 12.08.2022.

Информация об авторах

Ленский Александр Владимирович, кандидат экономических наук, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства, alex_lensky@mail.ru;

Жешко Александр Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства, azeshko@gmail.com;

Алетдинова Анна Александровна, доктор экономических наук, доцент, Новосибирский государственный технический университет, Новосибирский государственный аграрный университет, aletdinova@corp.nstu.ru

Information about authors

Aleksandr V. Lenski, Candidate of Economic Sciences, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Agricultural Mechanization, alex_lensky@mail.ru;

Aleksandr A. Zheshko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Agricultural Mechanization, azeshko@gmail.com;

Anna A. Aletdinova, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Novosibirsk State Agricultural University, Novosibirsk State Technical University, aletdinova@corp.nstu.ru

Научная статья

УДК 631.354.2

EDN GNХOKV

DOI: 10.22450/199996837_2022_3_107

Методы повышения эффективности уборочно-транспортного звена

Ирина Александровна Лонцева¹, Игорь Михайлович Кураш²,**Ольга Федоровна Овчинникова³**^{1, 2, 3} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ largoil@mail.ru, ² ing.mvk@gmail.com

Аннотация. Проблема повышения производительности уборочно-транспортного комплекса является актуальной на протяжении многих десятилетий и состоит в правильной подготовке полей с разбивкой на загоны. Установлено, что наиболее эффективными являются способы движения, при которых зерноуборочные комбайны выполняют поворот в правую сторону на концах загона. Работа на одном участке нескольких комбайнов даёт увеличение производительности, если комбайны имеют схожие технические характеристики и мастерство комбайнёров на высоком уровне. Современные зерноуборочные комбайны обладают возможностью разгрузки во время выполнения технологического процесса обмола зерна зерновой массы, но в Амурской области этот приём применяется крайне редко. На простой в ожидании разгрузки и разгрузку зерноуборочный комбайн тратит от одного до трёх часов времени смены. В «горячую» пору уборки урожая такие затраты времени значительны. Предлагаем программный продукт в виде приложения для мобильного устройства, позволяющий отображать на карте в режиме реального времени состояние наполнения бункера зерноуборочного комбайна, направление движения и оставшееся время до полного заполнения. Благодаря предлагаемому приложению, водитель автотранспортного средства сможет более оперативно двигаться к заполняющемуся комбайну. Зная место разгрузки и оставшееся время до заполнения, водитель направляется к нужному зерноуборочному комбайну, выбрав оптимальный маршрут по имеющимся на поле магистральным полосам.

Ключевые слова: уборочно-транспортное звено, зерноуборочный комбайн, своевременная разгрузка, программа для оперативного контроля наполнения бункера

Для цитирования: Лонцева И. А., Кураш И. М., Овчинникова О. Ф. Методы повышения эффективности уборочно-транспортного звена // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 3. С. 107–114. doi: 10.22450/199996837_2022_3_107.

Original article

Methods for increasing the efficiency of the harvesting and transport link

Irina A. Lontseva¹, Igor M. Kurash²,**Olga F. Ovchinnikova³**^{1, 2, 3} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia¹ largoil@mail.ru, ² ing.mvk@gmail.com

Abstract. The problem of increasing the productivity of the harvesting and transport complex has been relevant for many decades and consists in the proper preparation of fields broken down into paddocks. It has been established that the most effective methods of movement are those in which combine harvesters perform a turn to the right side at the ends of the pen. Working on the same site of several combines gives an increase in productivity if the combines have similar technical characteristics and the skill of the combine harvesters is at a high level. Modern combine harvesters have the ability to unload during the execution of the technological process of threshing grain mass, but in the Amur region this technique is used extremely rarely. The combine harvester spends from one to three hours of shift time waiting for unloading and unloading. In

the "hot" season of harvesting, such time costs are significant. We offer a software product in the form of an application for a mobile device that allows you to display on the map in real time the state of filling the hopper of the combine harvester, the direction of movement and the remaining time until full filling. Thanks to the proposed application, the driver of the vehicle will be able to move more quickly to the filling combine. Knowing the place of unloading and the remaining time before filling, the driver goes to the right combine harvester, choosing the optimal route along the main lanes available in the field.

Keywords: harvesting and transport link, combine harvester, timely unloading, program for operational control of bunker filling

For citation: Lontseva I. A., Kurash I. M., Ovchinnikova O. F. Metody povysheniya effektivnosti uborочно-transportnogo zvena [Methods for increasing the efficiency of the harvesting and transport link]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2022; 16; 3: 107–114. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_3_107.

В Амурской области крупные хозяйства, занимающиеся растениеводством, имеют в наличие поля, общая площадь которых несколько тысяч гектар, при этом каждое отдельное поле до нескольких сотен гектар. Таким образом, каждое поле во время уборки приходится подготавливать и убирать отдельно.

Подготовка полей включает в себя выбор способа движения, направления движения, разбивку поля на загоны, прокосы между загонами и боковые обкосы участков [1].

Направление движения комбайнов на участках с прямостоящими и незначительно полёглыми культурами выбирают так, чтобы рабочие ходы комбайнов совпадали с направлением основной обработки почвы и при этом достигалась максимально возможная длина гона [1, 2].

Вне зависимости от способа комбайнирования перед уборкой подготавливают поворотные полосы выполняя два проезда по краю, что в среднем составляет от 12 до 15 метров [1, 3].

Выделяют следующие способы движения зерноуборочных машин в Амурской области [1, 3]:

1. Загонный с правыми поворотами на концах гона.
2. Загонный с расширением прокоса.
3. Круговой.

Круговой способ используют на небольших участках сложной конфигурации с длиной гона 300 метров и менее.

Если площадь поля значительна, то наиболее эффективным является загонный способ с правыми поворотами на концах гона. Именно при этом способе велика

вероятность быстрой разгрузки зерноуборочного комбайна без выхода из загона или дополнительных холостых переездов.

Чаще всего в Амурской области используется групповой способ уборки, при котором в звене по 2–6 единиц со схожими конструктивными параметрами. В этом случае целесообразно применять загонный способ [1, 3].

Наиболее эффективным является построение уборочно-транспортного звена с обезличенными транспортными средствами. При этом достигается максимальная производительность зерноуборочных комбайнов.

Расстановка зерноуборочных комбайнов в загонах по одному снижает эффективность группового способа работы, направленного на максимальное использование технических возможностей. В этом случае наблюдаются большие простои комбайнов, так как они разбросаны по полю. Всё это приводит к увеличению холостых переездов и потере времени на техническое обслуживание [4].

Как было отмечено, наиболее рационально организовать групповую работу комбайнов по три – четыре агрегата в загоне (рис. 1) [1, 5]. В этом случае сокращаются переезды транспортных средств по полю от одного комбайна к другому, а также простои тех и других в ожидании разгрузки.

Путь зерноуборочного комбайна до заполнения бункера (l) определяется выражением (1):

$$l = \frac{10^2 \cdot V \cdot \gamma}{B_p \cdot \vartheta \cdot U} \quad (1)$$

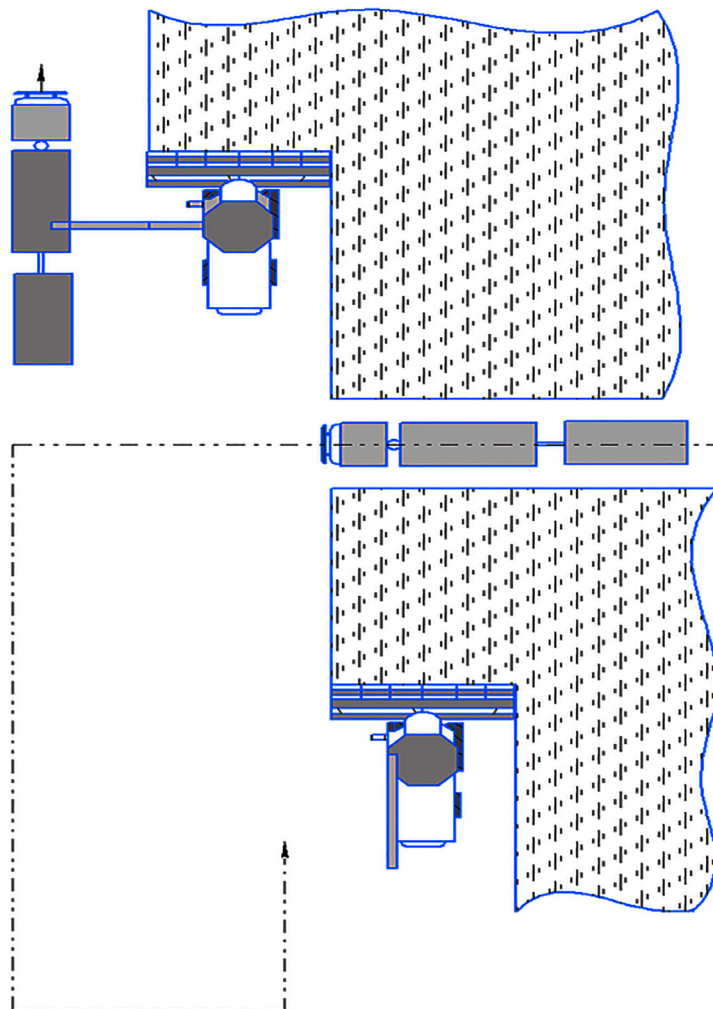


Рисунок 1 – Схема движения уборочно-транспортных машин

где V – объём бункера (техническая характеристика), м^3 ;

γ – объёмная масса зерна, $\text{кг}/\text{м}^3$;

B_p – ширина захвата жатки, м ;

ϑ – средняя скорость выполнения технологического процесса, $\text{км}/\text{ч}$;

U – средняя урожайность убираемой культуры, $\text{ц}/\text{га}$.

Время заполнения бункера (T_6) определяется по формуле (2):

$$T_6 = \frac{10^{-3} \cdot l}{\vartheta} = \frac{0,1 \cdot V \cdot \gamma}{B_p \cdot \vartheta^2 \cdot U} \quad (2)$$

Величины ширина захвата (B_p) и объём бункера (V) – постоянные, так как являются конструктивными параметрами, а средняя скорость выполнения технологического процесса (ϑ) и средняя урожай-

ность убираемой культуры (U) – постоянны для конкретных условий уборки.

Для обеспечения бесперебойной работы зерноуборочного комбайна важное значение имеет правильная организация разгрузки бункера [6, 7]. Выгрузка может осуществляться на ходу, одновременно с уборкой, или при полной остановке с выходом из загона [7].

Выгрузка зерна из бункера в условиях Амурской области осуществляется, как правило, при выходе из загона (при групповом способе уборке) и остановке комбайна.

В результате хронометражных наблюдений установлено, что общая продолжительность выгрузки, включающая в себя затраты времени на выезд из загона, ожидание транспортного средства для разгрузки, сам процесс разгрузки, возвраще-

ние в загонку составляет 5–20 минут. Тем самым на разгрузку комбайн тратит от одного до трёх часов времени смены [7].

Нет сомнений в эффективности одновременной выгрузки при выполнении технологического процесса и подъезде транспортного средства к моменту наполнения бункера. Выгрузка на ходу требует опыта согласованной работы водителя и механизатора.

Для решения задач оперативного реагирования водителя автомобиля на движение к зерноуборочному комбайну при благоприятных погодных условиях разгрузка происходит при полном бункере, что значительно облегчает учёт производительности каждого механизатора (комбайнёра). Но в этом случае места разгрузки становятся разбросанными по всему убираемому участку.

Для сокращения переездов по полю транспортным звеньям необходимо проложить поперёк движения комбайнов транспортные магистрали (рис. 1). Наличие таких магистралей позволяет сократить время на стыковку уборочно-транспортного звена для разгрузки. При разгрузке комбайна на ходу транспорт, принимающий зерно, должен двигаться навстречу приближающемуся к магистрали комбайну с тем, чтобы полностью закончить выгрузку к моменту выхода на разгрузочную магистраль. Формирование разгрузочных магистралей необходимо выполнять, исходя из количества точек разгрузки на периметре загона. При объезде по периметру загона длина пути, пройденного комбайном, приближённо равна:

$$S = 2(L + C - 2 \cdot B_p) \quad (3)$$

где L – длина загона, м;
 C – ширина загона, м;
 B_p – ширина захвата жатки, м.

Зная путь наполнения бункера (l), можем определить число разгрузок комбайна на периметре из выражения (4):

$$i = \frac{S}{l} = \frac{2 \cdot (L + C - 2 \cdot B_p) \cdot B_p \cdot U}{10^2 \cdot V \cdot \gamma} \quad (4)$$

По мере увеличения числа проходов длина кругового пути сокращается. Так,

при n -ом объезде длина пути приближённо будет равна:

$$S_n = 2 \cdot (L + C - 2 \cdot B_p \cdot (2 \cdot n - 1)) \quad (5)$$

Соответственно этому сократится и число разгрузок с полным бункером при каждом объезде.

Количество транспортных средств, необходимых для транспортировки зерна от комбайнов на зерновой двор, можно определить по соотношению между поступлением зерна в бункер и производительностью автомобилей, используя выражение (6):

$$\frac{V \cdot \gamma}{T_6} = \frac{N \cdot M_z}{T_{зп}} \rightarrow N = \frac{V \cdot \gamma \cdot T_{зп}}{T_6 \cdot M_z} \quad (6)$$

где M_z – грузоподъёмность автомобиля, кг;

$T_{зп}$ – продолжительность движения автомобиля «поле – зерновой двор – поле», ч;

N – количество транспортных средств.

Находясь на краю поля, автомобили ожидают заполнения бункера комбайна. При наполнении бункера загорается световой сигнал на крыше кабины зерноуборочного комбайна. Автомобиль направляется к комбайну для разгрузки. При этом затраты времени на подъезд автомобиля к зерноуборочной машине могут составлять до 5 минут, а при отсутствии транспортных магистралей и дольше. За смену эти суммарные затраты времени на ожидание (по хронометражным наблюдениям) достигают одного часа. У автомобилей, ожидающих разгрузку, также снижается производительность из-за значительного периода ожидания.

Для сокращения простоев предлагаем программный продукт в виде приложения, работающего на смартфоне или другом мобильном устройстве с операционной системой iOS и Android. Предполагается, что доступ к программе имеют водители автомобиля и комбайнёры. Водитель на экране мобильного устройства видит зерноуборочный комбайн и траекторию его движения (трек). Также на экране путём анализа локализуется будущее место разгрузки и через какое время разгрузка

должна наступить. В процессе движения комбайна происходит периодическая корректировка времени и места.

Для реализации системы точной подачи транспортного средства к уборочной технике необходимо иметь исходную информацию, получаемую от первичных датчиков и устройств, установленных на комбайне:

- 1) датчик заполнения бункера уборочной техники;
- 2) датчик рабочей скорости уборочной техники;
- 3) GPS-датчик, позволяющий точно определять местоположение объекта, координаты в пространстве;
- 4) датчик урожайности.

Также для получения расчётных значений в программный комплекс необходимо занести исходную информацию о параметрах комбайна:

- 1) конструктивная ширина захвата уборочной техники;
- 2) объём бункера комбайна.

Результаты тестирования программного продукта состоят из следующих этапов. Выбрано поле, на котором запланирован уборочный процесс (рис. 2).

Движение зерноуборочного комбайна показано на рисунке 3.

Размеченная область ориентировочно указывает следующее: зелёная зона соответствует убранной части поля; оранжевая зона – необходимая для уборки часть поля до полной загрузки бункера; синяя зона – неубранная часть поля.

Предполагается, что после запуска программы водитель будет видеть на карте поле, а также все зерноуборочные комбайны, выполняющие уборку. Выбрав нужный комбайн, он оценивает его движение с момента начала наполнения бункера, планируемую траекторию движения, место ближайшей разгрузки на карте и оставшееся время. Зная место разгрузки и оставшееся время до заполнения, водитель направляется к нужному зерноуборочному комбайну, выбрав оптимальный маршрут по имеющимся на поле магистральным полосам.

Заключение. Повышение эффективности уборочно-транспортного звена возможно если успешно решены следующие задачи:

- 1) выполнена подготовка поля, включающая в себя обкосы краёв участка и поворотных полос с разбивкой на загоны;
- 2) подготовлены транспортные магистрали для удобного маневрирования автотранспортных средств по полю;

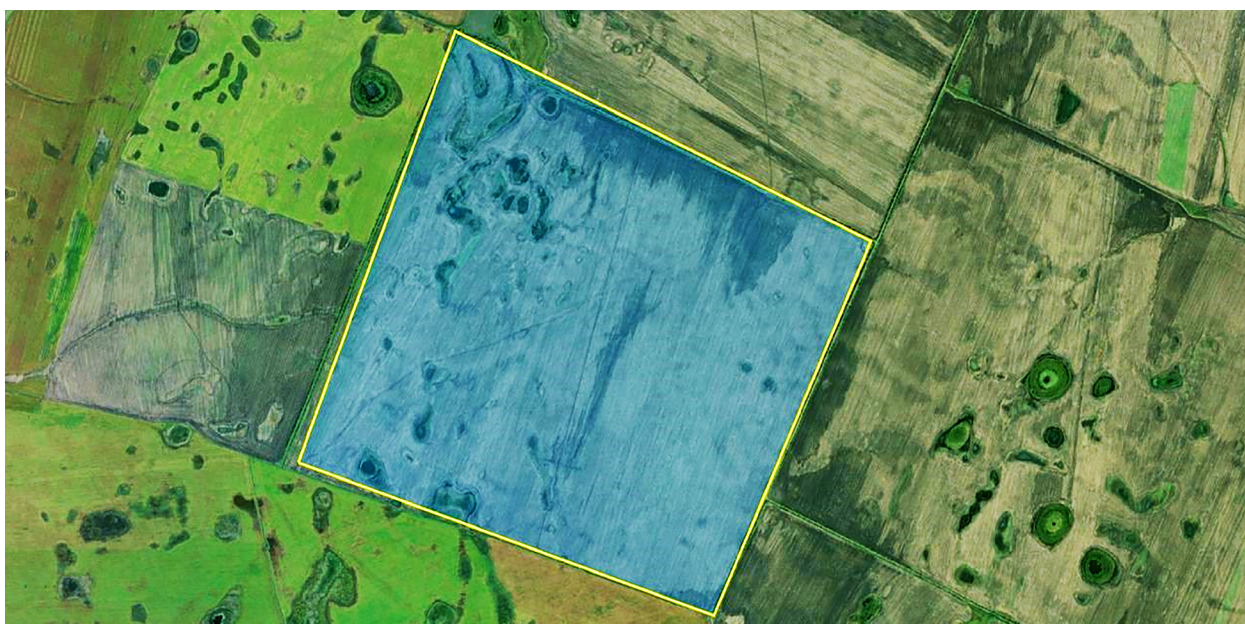


Рисунок 2 – Поле для тестирования процесса уборки с использованием программного продукта

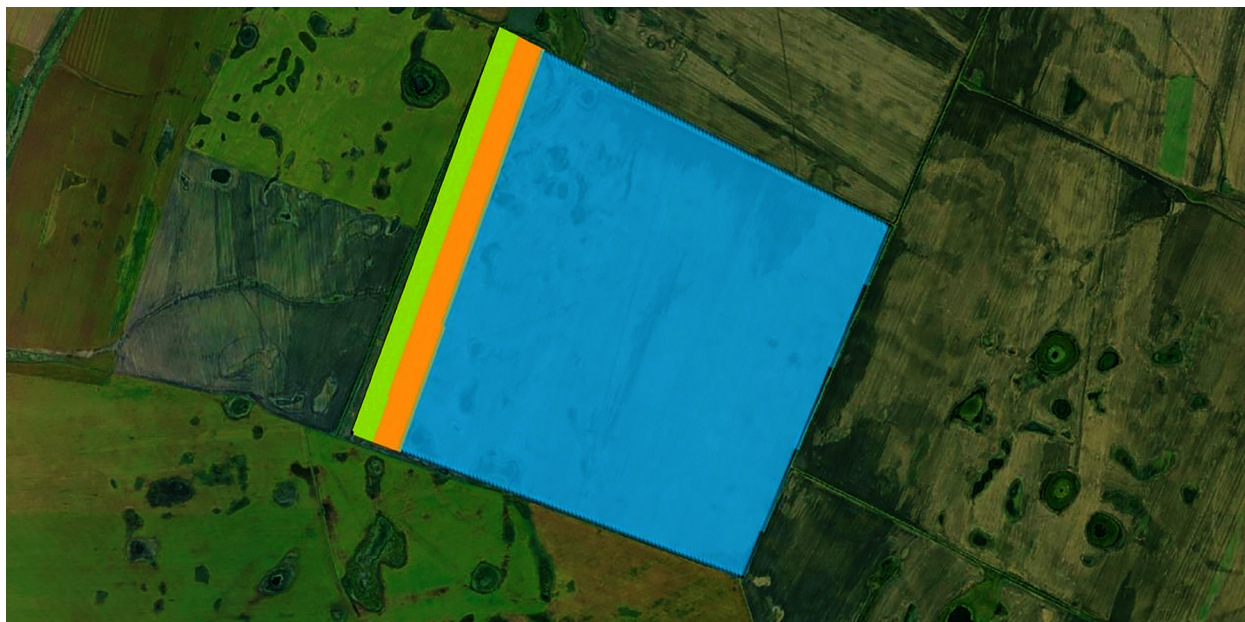


Рисунок 3 – Размеченная область поля на зоны

3) подобраны группы комбайнов (3–4 единицы) по схожим техническим характеристикам;

4) рассчитаны с учётом урожайности и технических характеристик примерный путь и продолжительность (время) наполнения бункера;

5) подобраны транспортные средства для перевозки зерна.

С учётом решения поставленных задач *рекомендуется использовать программное обеспечение, устанавливаемое*

на мобильное устройство водителя автотранспортного средства с целью оперативного реагирования и точной подачи транспортного средства к уборочной технике.

Своевременное движение автотранспортного средства к почти заполненному бункеру зерноуборочного комбайна значительно сократит непроизводительные потери времени всех участников технологического процесса и увеличит их эффективность.

Список источников

1. Лонцева И. А. Повышение эффективности работы зерноуборочных комбайнов на уборке зерновых и сои в условиях Амурской области с использованием систем точного позиционирования : дис. ... канд. техн. наук. Благовещенск, 2012. 174 с.

2. Lontseva I., Sennikov V. Improving the efficiency of combine harvesters // Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2021). Lecture Notes in Networks and Systems, Springer, 2022.

3. Лонцева И. А. Пути повышения эксплуатационной производительности зерноуборочных комбайнов // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. № 4 (44). С. 175–181.

4. Лонцева И. А. Логистика уборки урожая // Теория и практика современной аграрной науки : материалы IV нац. (всерос.) науч. конф. с междунар. участием (Новосибирск, 26 февраля 2021 г.). Новосибирск : Новосибирский государственный аграрный университет, 2021. С. 502–505.

5. Лонцева И. А. Выбор оптимальной скорости движения зерноуборочных комбайнов // Новые задачи технических наук и пути их решения : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Уфа, 20 февраля 2015 г.). Уфа : Аэтерна, 2015. С. 151–153.

6. Современные технологии уборки зерновых культур и технические средства их реализации с оптимальными параметрами / А. П. Дьячков, В. Г. Козлов, А. Д. Бровченко [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2020. № 4. С. 33–43.

7. Безостановочная уборка зерновых культур / А. А. Васильев, С. В. Ковалев, С. Ю. Серков, У. К. Сабиев // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2020. № 1. С. 116–122.

References

1. Lontseva I. A. Povyshenie effektivnosti raboty zernouborochnykh kombajnov na uborke zernovykh i soi v usloviyakh Amurskoj oblasti s ispol'zovaniem sistem tochnogo pozicionirovaniya [Improving the efficiency of combine harvesters for harvesting grain and soybeans in the Amur region using precision positioning systems]. *Candidate's thesis*. Blagoveshchensk, 2012, 174 p. (in Russ.).

2. Lontseva I., Sennikov V. Improving the efficiency of combine harvesters. Proceedings from Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2021). Lecture Notes in Networks and Systems, Springer, 2022.

3. Lontseva I. A. Puti povysheniya ekspluatatsionnoj proizvoditel'nosti zernouborochnykh kombajnov [Ways to increase the operational productivity of combine harvesters]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. – *Far Eastern Agrarian Herald*, 2017; 4 (44): 175–181 (in Russ.).

4. Lontseva I. A. Logistika uborki urozhaya [Harvesting logistics]. Proceedings from Theory and practice of modern agricultural science: *IV Nacional'naya (vsrossijskaya) nauchnaya konferenciya s mezhdunarodnym uchastiem (26 fevralya 2021 g.) – IV National (All-Russian) Scientific Conference with international participation*. (PP. 502–505), Novosibirsk, Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2021 (in Russ.).

5. Lontseva I. A. Vybor optimal'noj skorosti dvizheniya zernouborochnykh kombajnov [Choosing the optimal speed of movement of combine harvesters]. Proceedings from New problems of technical sciences and ways to solve them: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya (20 fevralya 2015 g.) – International Scientific and Practical Conference*. (PP. 151–153), Ufa, Aeterna, 2015 (in Russ.).

6. Dyachkov A. P., Kozlov V. G., Brovchenko A. D., Kolesnikov N. P., Bunina Ya. V. Sovremennye tekhnologii uborki zernovykh kul'tur i tekhnicheskie sredstva ih realizacii s optimal'nymi parametrami [Modern technologies of harvesting grain crops and technical means of their implementation with optimal parameters]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – *Bulletin of the Voronezh State Agrarian University*, 2020; 4: 33–43 (in Russ.).

7. Vasiliev A. A., Kovalev S. V., Serkov S. Yu., Sabiev U. K. Bezostanovochnaya uborka zernovykh kul'tur [Non-stop harvesting of grain crops]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – *Bulletin of Omsk State Agrarian University*, 2020; 1: 116–122 (in Russ.).

© Лонцева И. А., Кураш И. М., Овчинникова О. Ф., 2022

Статья поступила в редакцию 30.07.2022; одобрена после рецензирования 12.09.2022; принята к публикации 12.09.2022.

The article was submitted 30.07.2022; approved after reviewing 12.09.2022; accepted for publication 12.09.2022.

Информация об авторах

Лонцева Ирина Александровна, кандидат технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, largoil@mail.ru;

Кураш Игорь Михайлович, аспирант, Дальневосточный государственный аграрный университет, ing.mvk@gmail.com;

Овчинникова Ольга Федоровна, старший преподаватель, Дальневосточный государственный аграрный университет

Information about the authors

Irina A. Lontseva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, largoil@mail.ru;

Igor M. Kurash, Postgraduate Student, Far Eastern State Agrarian University, ing.mvk@gmail.com;

Olga F. Ovchinnikova, Senior Lecturer, Far Eastern State Agrarian University

Научная статья

УДК 631.316.46

EDN INQIPD

DOI: 10.22450/199996837_2022_3_115

Грядообразователь для возделывания сои

Ирина Александровна Лонцева¹, Владимир Анатольевич Мунгалов²,
Вячеслав Анатольевич Сенников³, Виктор Владимирович Епифанцев⁴

^{1, 2, 3, 4} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ largoil@mail.ru

Аннотация. Соя – теплолюбивая сельскохозяйственная культура с периодом вегетации более 100 дней. Как и многие другие культуры, соя не растёт на переувлажнённых почвах. В условиях переувлажнения и недостатка тепла рекомендуется использовать возделывание на грядах. Формирование гряд происходит в период весенних полевых работ перед посевом. Предлагаем конструкцию грядообразователя состоящую из лап-окучников, формирующих борозды; катков, выполняющих выравнивающе-прикатывающее действие на всей поверхности гряды; а также гибких пластин из резиноканевой ленты, размещённых на цилиндрической поверхности катка. Наличие гибких пластин увеличивает пятно контакта с почвой, уменьшает давление и сопротивление качению, смягчает ударные нагрузки и позволяет повысить рабочие скорости, а также вдавливают или разрушают глыбистые структуры.

Ключевые слова: грядообразователь, каток, гибкие планки, плотность почвы

Для цитирования: Лонцева И. А., Мунгалов В. А., Сенников В. А., Епифанцев В. В. Грядообразователь для возделывания сои // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 3. С. 115–122. doi: 10.22450/199996837_2022_3_115.

Original article

A ridge formation machine for soybean cultivation

Irinz A. Lontseva¹, Vladimir A. Mungalov²,
Vyacheslav A Sennikov³, Victor V. Epifantsev⁴

^{1, 2, 3, 4} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ largoil@mail.ru

Abstract. Soybean is a thermophilic agricultural crop with a growing season of more than 100 days. Like many other crops, soybeans do not grow on waterlogged soils. In conditions of waterlogging and lack of heat, it is recommended to use cultivation on ridges. The formation of ridges occurs during the spring field work before sowing. We offer a design of a ridge-forming device consisting of paws-spud forming furrows; rollers performing a leveling and rolling action on the entire surface of the ridge; as well as flexible plates made of rubber-fabric tape placed on the cylindrical surface of the roller. The presence of flexible plates increases the contact spot with the soil, reduces pressure and rolling resistance, softens shock loads and allows increasing operating speeds, as well as pushes or destroys lumpy structures.

Keywords: machine for the formation of ridges, roller, flexible slats, soil density

For citation: Lontseva I. A., Mungalov V. A., Sennikov V. A., Epifantsev V. V. Gryadoobrazovatel' dlya vzdelyvaniya soi [A ridge formation machine for soybean cultivation]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. – *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 3: 115–122. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_3_115.

Введение. В связи с тем, что в последние годы возникают частые переувлажнения почв из-за продолжительных и проливных дождей необходимо внедрение новых технологий возделывания одной из ведущих культур Дальнего Востока и Амурской области – сои.

Одним из наиболее распространённых способов размещения семян всех зерновых сельскохозяйственных культур Амурской области является размещение по гладкому профилю поля. Соя – культура с продолжительным периодом вегетации. Посев сои на ровную поверхность рекомендуется для почв нормальной влажности или недостаточного увлажнения [1, 2]. Среднеспелые сорта сои имеют период вегетации 100–110 дней. Для успешного созревания семена таких культур целесообразно размещать на возвышенности. В условиях переувлажнения и недостатка тепла рекомендуется использовать возделывание большинства сельскохозяйственных культур на гребнях и грядах (рис. 1).

Цель работы – предложить почвообрабатывающий агрегат-грядообразователь для возделывания сои на переувлажнённых почвах.

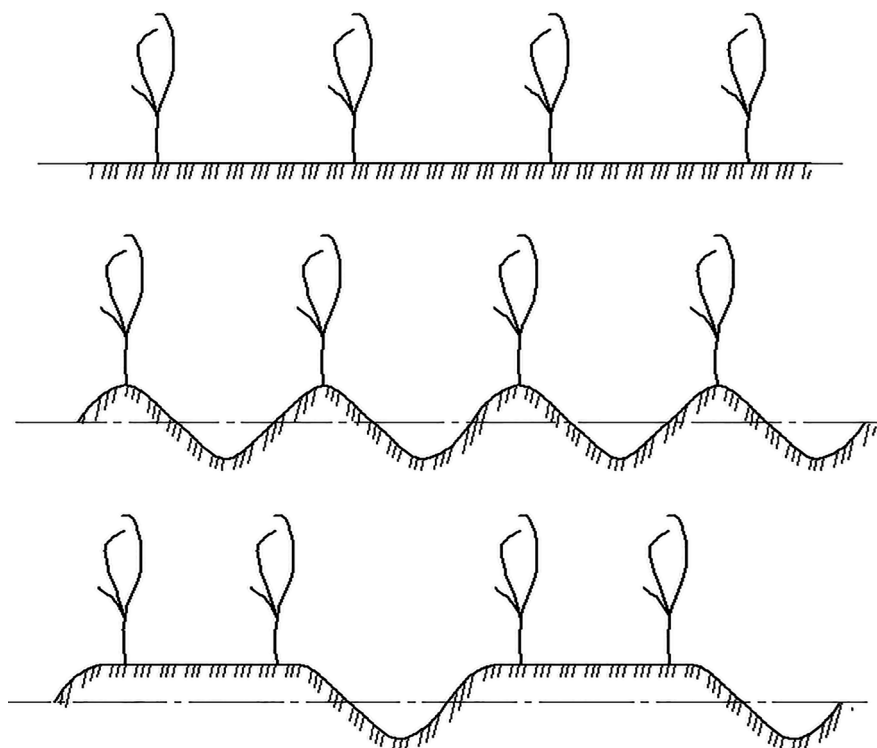
Условия и методы исследований.

Гребневой способ применяют в зонах повышенного увлажнения. На вершинах гребней семена располагают при избытке влаги и недостатке тепла [2, 3].

Гряды обеспечивают более устойчивый водно-воздушный и тепловой режимы. Они медленнее чем гребни просыхают и увлажняются, медленнее прогреваются и остывают. При недостатке влаги на грядковых системах более высокая степень влагозадержания, чем на гребнях, а при избытке влаги – меньшая опасность дождевого смыва (водной эрозии).

Нарезку гряд проводят весной, сразу после обработки почвы дисковыми боронами за 3–7 дней до посева. При дисковании происходит перемешивание почвы, заделка растительных остатков и доведение до мелкокомковатой структуры, а после формирования гряд почва лучше прогревается [4].

Актуальной задачей является формирование гряд, когда происходит смешение части почвы из борозды и уплотнение боковых и верхней поверхности гряд с одновременным разбиванием комьев.



сверху – гладкий; по центру – гребневой; снизу – грядовой

Рисунок 1 – Профиль поверхности поля при возделывании сои

Рабочим органом, формирующим гряды, является лапа-окучник, от параметров которой зависит первоначальная форма борозды [5]. В процессе дальнейших технологических процессов и воздействия факторов окружающей среды происходит изменение формы гряды. Соответственно, необходимо предпринять меры по обеспечению сохранения формы с учётом физико-механических свойств почвы.

Для этой цели предлагается каток гребнеобразователя сложной формы, позволяющий прикатывать верхнюю и боковую поверхность гряды (рис. 2).

Лапы окучников для обработки стыковых междурядий целесообразно применять без наружных крыльев, что позволяет направлять агрегат по сформированной полуборозде [6].

На рисунке 2 показан процесс образования гряд. При этом по обработанному участку поля движутся установленные на одинаковом расстоянии 110 см лапы, формирующие борозду, глубина которой может регулироваться от 15 до 25 см. За лапами расположен каток сложной формы, состоящий из шести секций. Каждая секция имеет сложную гантелеобразную

форму. Центральная часть секции катка – цилиндр для прикатывания поверхности гряды, боковые грани – конусообразные, для прикатывания краёв гряд.

Поскольку часть почвы под действием лапы окучника смещается на поверхность гряды, то задача катка равномерно распределить эту почву и придать форму. Движение катка происходит от соприкосновения с почвой, поэтому частота его вращения зависит от скорости движения трактора. Для лучшего процесса прикатывания предлагаем установить дополнительно по цилиндрической части поверхности катка уплотняющие пластины из резиноканевой ленты (рис. 3).

Движение катка происходит с образованием колеи, при этом также происходит встреча с комьями почвы (рис. 4). При встрече комков должен разрушаться или вдавливаясь, а не протаскиваться вперёд, образуя почвенный валик. Характер этого взаимодействия зависит от размеров комьев и размера катка.

Максимальный радиус комьев ($r_{км\ max}$), который будет разрушаться или вдавливаясь без протаскивания определяется по формуле (1) [7]:

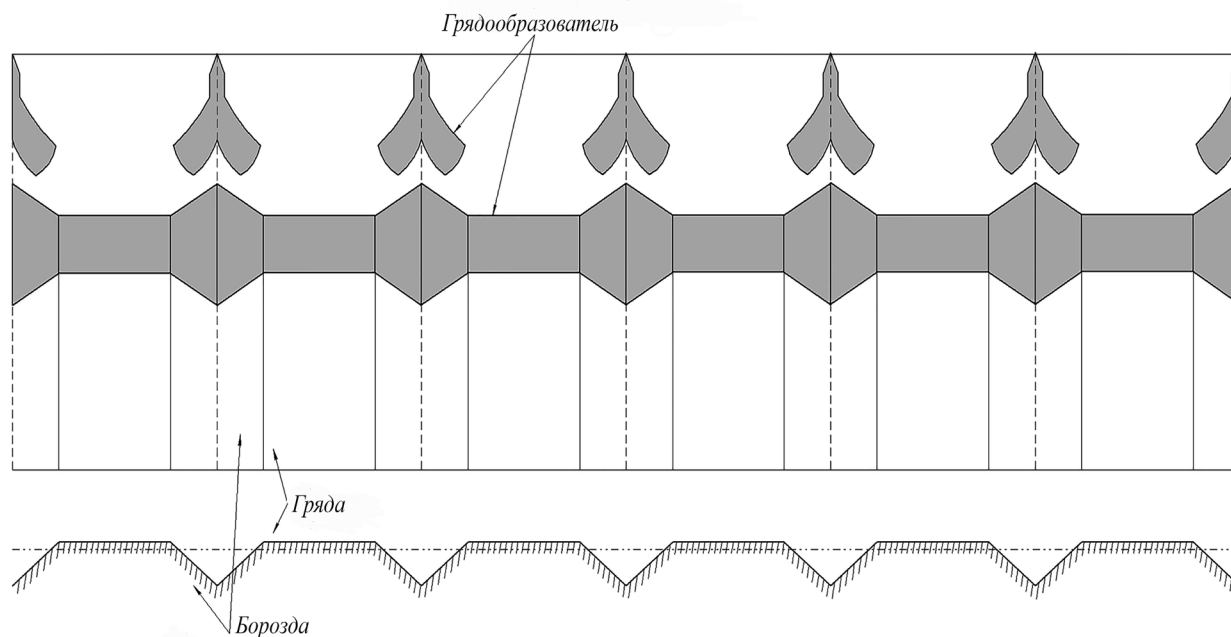


Рисунок 2 – Схема формирования гряд при помощи грядообразователя

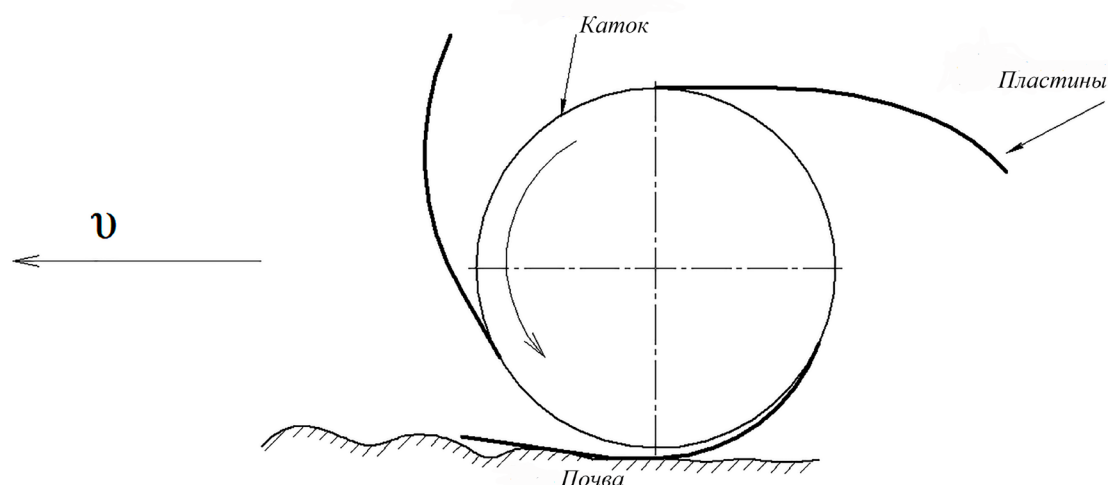


Рисунок 3 – Схема прикатывающего рабочего органа с гибкими пластинами

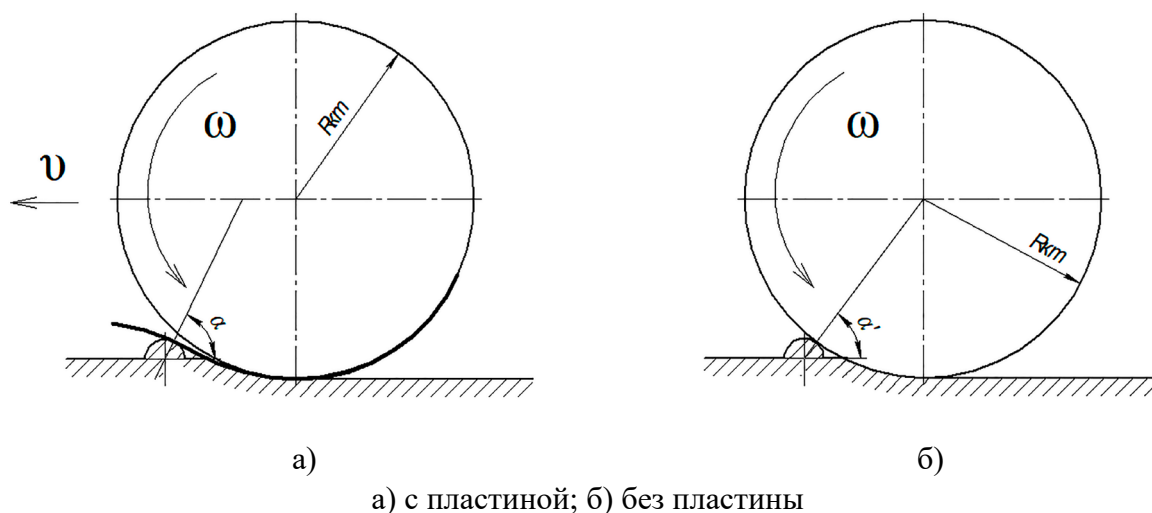


Рисунок 4 – Угол действия силы на ком почвы при движении катка

$$\tau_{\text{км max}} = \frac{R_{\text{кат}}(1 - \cos\alpha)}{(1 + \cos\alpha)} \quad (1)$$

где $R_{\text{кат}}$ – радиус катка;
 α – угол действия силы давления на комок.

В процессе движения пластины создают ударное воздействие на поверхность гряды, разрушая или вдавливая комки почвы и увеличивают площадь пятна контакта.

Максимальный радиус комков при которых происходит движение катка без образования валика с гибкой пластиной составляет 10,6 см, без пластины – 6,5 см.

При движении пластина, отгибаясь и выполняя ударное движение о почву, кроме воздействия на структуру почвы, увеличивает пятно контакта катка с почвой, что уменьшает давление и сопротивление качению. Выполненные из резинотканевой ленты планки служат ободом для металлической поверхности катка и, в свою очередь, смягчают ударные нагрузки и позволяют повысить рабочие скорости.

На рисунке 5 представлен машинно-тракторный агрегат, состоящий из трактора второго тягового класса и грядообразователя. Увеличить функциональность машины можно за счёт установки



Рисунок 5 – Грядообразователь

дополнительных бункеров для внесения минеральных удобрений.

Работа машины происходит следующим образом. Установленные впереди лапы окучника формируют борозды, как видно из рисунков 2, 5. Количество борозд равно семи. По краям машины, как было сказано ранее, установлены лапы без левого и правого крыла соответственно. При проходе агрегата по следу в полуборозде происходит её окончательное формирование, что также служит ориентиром для движения машинно-тракторного агрегата.

Установленные на машине бункеры для минеральных удобрений позволяют при помощи тукопроводов направлять материал в два ряда по ширине каждой гряды. Прикатывающие цилиндрические элементы гантелеобразной формы с гибкими пластинами формируют уплотнённую ровную поверхность гряды.

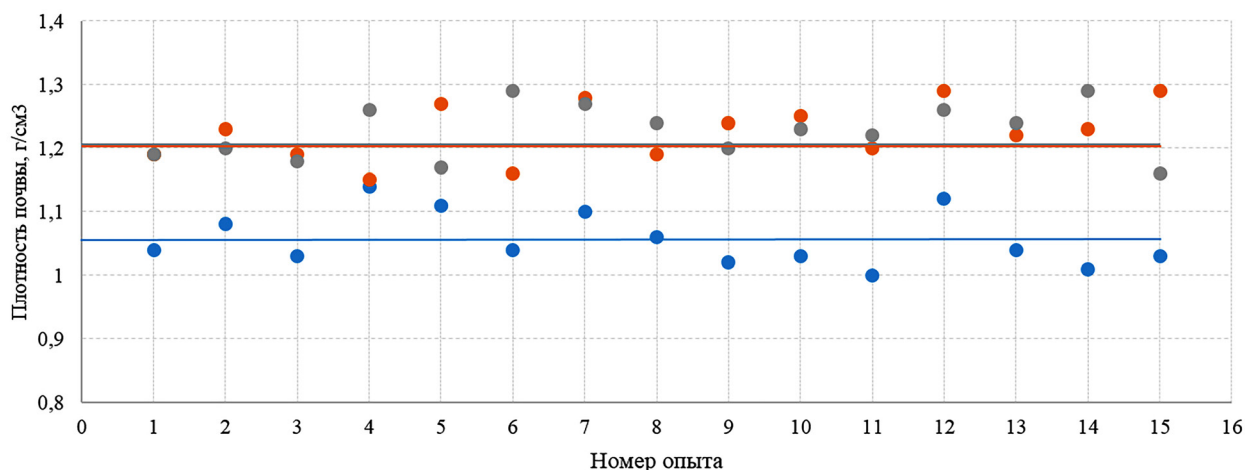
Гряды хорошо прогреваются на солнце, сохраняют почвенную влагу во время посева, имеют мелкокомковатую структуру, не разрушаются от природных и технологических воздействий. Всё это в целом обеспечивает благоприятные условия для роста и развития растений сои.

Результаты исследований. Основная задача прикатывающих машин – создать оптимальные условия для роста и развития будущих растений оптимальной плотности.

Исследование плотности почвы без прикатывания, после прикатывания гладким катком и катком с гибкими пластинами проводилось на глубине 5 см с рабочими скоростями 1,5 и 2,5 м/с.

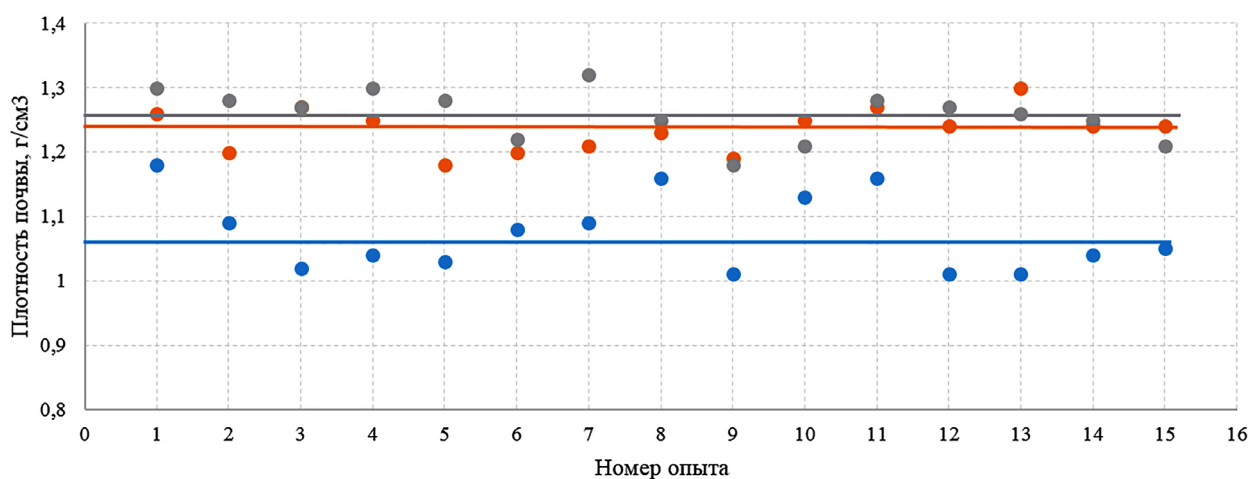
Анализируя полученные графики (рис. 6, 7), можно отметить, что плотность почвы на глубине 5 см при движении агрегата с катком без планок и с гибкими планками различна на скорости 2,5 м/с. Тогда как наличие планок на катке при движении агрегата на скорости 1,5 м/с на уплотнение почвы не оказывает заметного влияния в условиях проведения эксперимента. Это связано с тем, что при меньшей скорости движения гибкие планки ударяют с меньшей силой о поверхность почвы и полученное ударное воздействие компенсируется другими факторами.

Кроме того, установлено, что при увеличении скорости движения агрегата увеличивается плотность поверхностного слоя. При этом более сильное уплотняющее воздействие происходит за счёт удара



синий цвет – плотность почвы без прикатывания ($1,06 \text{ г/см}^3$)
 оранжевый цвет – плотность почвы после прохода катка без планок ($1,20 \text{ г/см}^3$)
 серый цвет – плотность почвы после прохода катка с планками ($1,20 \text{ г/см}^3$)

Рисунок 6 – Уплотнение почвы на глубине 5 см при скорости движения агрегата 1,5 м/с



синий цвет – плотность почвы без прикатывания гряды ($1,07 \text{ г/см}^3$)
 оранжевый цвет – плотность почвы после прохода катка без планок ($1,24 \text{ г/см}^3$)
 серый цвет – плотность почвы после прохода катка с планками ($1,26 \text{ г/см}^3$)

Рисунок 7 – Уплотнение почвы на глубине 5 см при скорости движения агрегата 2,5 м/с

о почву гибкими планками. Так на скорости 1,5 м/с плотность составила $1,20 \text{ г/см}^3$, а на скорости 2,5 м/с – $1,26 \text{ г/см}^3$.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что эффективная работа грядообразователя с установленными на цилиндрической части катка гибкими пластинами будет выполняться на рабочей скорости 2,5 м/с. Работа на скорости выше 3 м/с не позво-

лит планкам катка выполнять ударные движения о почву с необходимым усилием.

Полученные значения уплотняющего воздействия благоприятны для проведения следующих технологических операций (посева). Но необходимо учитывать, что со временем плотность почвы будет естественным образом повышаться и достигнет значений $1,4\text{--}1,5 \text{ г/см}^3$.

Список источников

1. Ларюшин Н. П., Шумаев В. В., Шуков А. В. Технология и средства механизации посева мелкосеменных масличных культур комбинированными сошниками сеялки. Теория, конструкция, расчёт : монография. Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2018. 178 с.
2. Тюлин В. А., Митрофанов Ю. И., Королева Ю. С. Адаптивно-ландшафтное растениеводство : учебное пособие. Тверь : Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. 156 с.
3. Организация и особенности проектирования экологически безопасных агроландшафтов : учебное пособие / под ред. Л. П. Степановой. СПб : Лань, 2019. 268 с.
4. Завражнов А. И., Бобрович Л. В. Тенденции развития инженерного обеспечения в сельском хозяйстве. СПб : Лань, 2022. 688 с.
5. К вопросу формирования узкопрофильных гряд / В. П. Чеботарев, В. Н. Еднач, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов // Агропанорама. 2019. № 5. С. 22–26.
6. Сельскохозяйственные машины : учебное пособие / С. Н. Алейник, А. В. Рыжков, К. В. Казаков [и др.]. Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина, 2020. 357 с.
7. Кузнецов В. В. Сельскохозяйственные машины : учебно-методическое пособие. Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2018. Часть 2. 116 с.

References

1. Laryushin N. P., Shumaev V. V., Shukov A. V. *Tekhnologiya i sredstva mekhanizacii poseva melkosemennyyh maslichnyh kul'tur kombinirovannymi soshnikami seyalki. Teoriya, konstrukciya, raschyot: monografiya [Technology and means of mechanization of sowing of small-seeded oilseeds with combined seeder coulters. Theory, construction, calculation: monograph]*, Penza, Penzenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2018, 178 p. (in Russ.).
2. Tyulin V. A., Mitrofanov Yu. I., Koroleva Yu. S. *Adaptivno-landshaftnoe rastenievodstvo: uchebnoe posobie [Adaptive landscape plant growing: a textbook]*, Tver', Tverskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2019, 156 p. (in Russ.).
3. Stepanova L. P. (Eds.). *Organizaciya i osobennosti proektirovaniya ekologicheski bezopasnyh agrolandshaftov: uchebnoe posobie [Organization and design features of environmentally friendly agricultural landscapes: textbook]*, Sankt-Peterburg, Lan', 2019, 268 p. (in Russ.).
4. Zavrazhnov A. I., Bobrovich L. V. *Tendencii razvitiya inzhenernogo obespecheniya v sel'skom hozyajstve [Trends in the development of engineering support in agriculture]*, Sankt-Peterburg, Lan', 2022, 688 p. (in Russ.).
5. Chebotarev V. P., Ednach V. N., Zayats A. V., Filippov A. I. K voprosu formirovaniya uzkoprofil'nyh gryad [On the issue of the formation of narrow-profile ridges]. *Agropanorama*, 2019; 5: 22–26 (in Russ.).
6. Aleinik S. N., Ryzhkov A. V., Kazakov K. V., Makarenko A. N., Machkarin A. V., Saenko Yu. V. [et al.]. *Sel'skohozyajstvennyye mashiny: uchebnoe posobie [Agricultural machines: a textbook]*, Belgorod, Belgorodskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni V. Ya. Gorina, 2020, 357 p. (in Russ.).
7. Kuznetsov V. V. *Sel'skohozyajstvennyye mashiny: uchebno-metodicheskoe posobie. Chast' 2 [Agricultural machines: an educational and methodical manual. Part 2]*, Bryansk, Bryanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2018, 116 p. (in Russ.).

© Лонцева И. А., Мунгалов В. А., Сенников В. А., Епифанцев В. В., 2022

Статья поступила в редакцию 01.08.2022; одобрена после рецензирования 12.09.2022; принята к публикации 13.09.2022.

The article was submitted 01.08.2022; approved after reviewing 12.09.2022; accepted for publication 13.09.2022.

Информация об авторах

Лонцева Ирина Александровна, кандидат технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, largoil@mail.ru;

Мунгалов Владимир Анатольевич, кандидат технических наук, декан факультета механизации сельского хозяйства, Дальневосточный государственный аграрный университет, fmskh@dalgau.ru;

Сенников Вячеслав Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, sennikovva@mail.ru;

Епифанцев Виктор Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Дальневосточный государственный аграрный университет

Information about the authors

Irina A. Lontseva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, largoil@mail.ru;

Vladimir A. Mungalov, Candidate of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Agricultural Mechanization, Far Eastern State Agrarian University, fmskh@dalgau.ru;

Vyacheslav A. Sennikov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, sennikovva@mail.ru;

Victor V. Epifantsev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Far Eastern State Agrarian University

Научная статья

УДК 631.372:629.114.2

ГРНТИ 68.85.29

EDN FEZQNZ

DOI: 10.22450/199996837_2022_3_123

К вопросу обеспечения траекторной устойчивости агрегата с фронтально установленным прокальвателем-щелерезом

Роман Олегович Сурин¹, Зоя Федоровна Кривуца²,
Евгений Евгеньевич Кузнецов³, Сергей Васильевич Щитов⁴,
Елена Владимировна Панова⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Дальневосточный государственный аграрный университет
Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ roman_surin81.81@mail.ru, ² zfk20091@mail.ru, ³ ji.tor@mail.ru, ⁴ shitov.sv1955@mail.ru

Аннотация. При прямолинейном движении тракторов, фронтально агрегируемых навесным орудием, в условиях склоновых полей, наблюдается снижение продольной и поперечной устойчивости машинно-тракторных агрегатов. В предлагаемой работе рассмотрены и проанализированы основные способы изменения параметров устойчивости колёсных тракторов, выполняющих технологические операции на склоновых участках полей. Предложен оригинальный математический аппарат, обосновывающий рассматриваемые зависимости от основных конструктивных и технологических характеристик перспективного машинно-тракторного агрегата с прокальвателем-щелерезом, конструкция которого подтверждена патентом на изобретение № 2769449. Определены условия повышения устойчивости колёсных тракторов с фронтально установленным орудием, в частности рассматриваемым прокальвателем-щелерезом, выполняющих технологические операции на склоновых участках полей. Установлено, что коэффициент управляемости колёсных тракторов с фронтально установленным прокальвателем-щелерезом зависит от конструктивных особенностей трактора, веса и габаритных характеристик навесного оборудования, количества и размеров заглубленных рабочих органов и почвенных условий. Отмечено, что при движении колёсного полурамного энергетического средства с фронтально установленным прокальвателем-щелерезом по близкой к прямолинейной траектории в условиях склоновых земель основным фактором, определяющим условия движения трактора по заданной траектории, будет его устойчивость. Доказано, что в рассмотренном случае главной причиной вывода машинно-тракторного агрегата из положения равновесия, будет являться момент действия сил и сопротивление фронтально-навешенного орудия при его повороте.

Ключевые слова: полурамный трактор, фронтальный прокальватель-щелерез, склоновые поля, траектория движения, поворот, курсовая и поперечная устойчивость

Для цитирования: Сурин Р. О., Кривуца З. Ф., Кузнецов Е. Е., Щитов С. В., Панова Е. В. К вопросу обеспечения траекторной устойчивости агрегата с фронтально установленным прокальвателем-щелерезом // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 3. С. 123–129. doi: 10.22450/199996837_2022_3_123.

Original article

On the issue of ensuring the trajectory stability of the unit with a frontally installed piercer-slitter

Roman O. Surin¹, Zoya F. Krivutsa²,
Evgeniy E. Kuznetsov³, Sergey V. Shchitov⁴, Elena V. Panova⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ roman_surin81.81@mail.ru, ² zfk20091@mail.ru, ³ ji.tor@mail.ru, ⁴ shitov.sv1955@mail.ru

Abstract. With the rectilinear movement of tractors, frontally aggregated by a mounted tool, in conditions of sloping fields, there is a decrease in the longitudinal and transverse stability of machine-tractor units. In the proposed work, the main ways of changing the stability parameters of wheeled tractors performing technological operations on sloping sections of fields are considered and analyzed. An original mathematical apparatus is proposed that substantiates the considered dependences on the basic structural and technological characteristics of a promising machine-tractor unit with a slitting piercer, the design of which is confirmed by patent for invention No. 2769449. The conditions for increasing the stability of wheeled tractors with a frontally mounted tool, in particular the considered slitting piercer, performing technological operations on sloping sections of fields, are determined. It is established that the coefficient of controllability of wheeled tractors with a frontally installed slitting piercer depends on the design features of the tractor, the weight and overall characteristics of the attachments, the number and size of the buried working bodies and soil conditions. It is noted that when moving a wheeled semi-frame power vehicle with a frontally installed slitting piercer along a trajectory close to a rectilinear trajectory in conditions of sloping lands, the main factor determining the conditions of movement of the tractor along a given trajectory will be its stability. It is proved that in the considered case, the main reason for the withdrawal of the machine-tractor unit from the equilibrium position will be the moment of action of forces and the resistance of the front-mounted gun when it turns.

Keywords: semi-frame tractor, front-end slitting piercer, slope fields, trajectory, turn, heading and lateral stability

For citation: Surin R. O., Krivutsa Z. F., Kuznetsov E. E., Shchitov S. V., Panova E. V. K voprosu obespecheniya traektornoj ustojchivosti agregata s frontal'no ustanovlennym prokalyvatelem-shchelerezom [On the issue of ensuring the trajectory stability of the unit with a frontally installed piercer-slitter]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2022; 16; 3: 123–129. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_3_123.

В настоящее время в сельскохозяйственных предприятиях Амурской области отмечается значительное расширение парка универсально-пропашных колёсных тракторов за счёт покупки энергетических средств полурамной схемы, которые способны выполнять различные технологические операции в составе широкозахватных комбинированных машинно-тракторных агрегатов с передней и задней фронтальными навесками сельскохозяйственных машин.

Однако при проведении полевых работ на склоновых участках наблюдаются определённые сложности в работе с габаритными комбинированными сельскохозяйственными агрегатами высокой массы, которые значительно влияют на продольную и поперечную устойчивость колёсных энергетических средств, ухудшая при этом маневренность и управляемость трактора [1].

Как правило, в идеальном варианте, колёсное энергетическое средство с навесным орудием будет двигаться по полю прямолинейно, при этом на предлагаемом к исследованию фронтальном навесном орудии – прокальвателе-щелерезе, отклонение действующих сил сопротивления

от плоскости навесного орудия будет минимальным или равно нулю и, как следствие, не будет воздействовать на движение трактора [2].

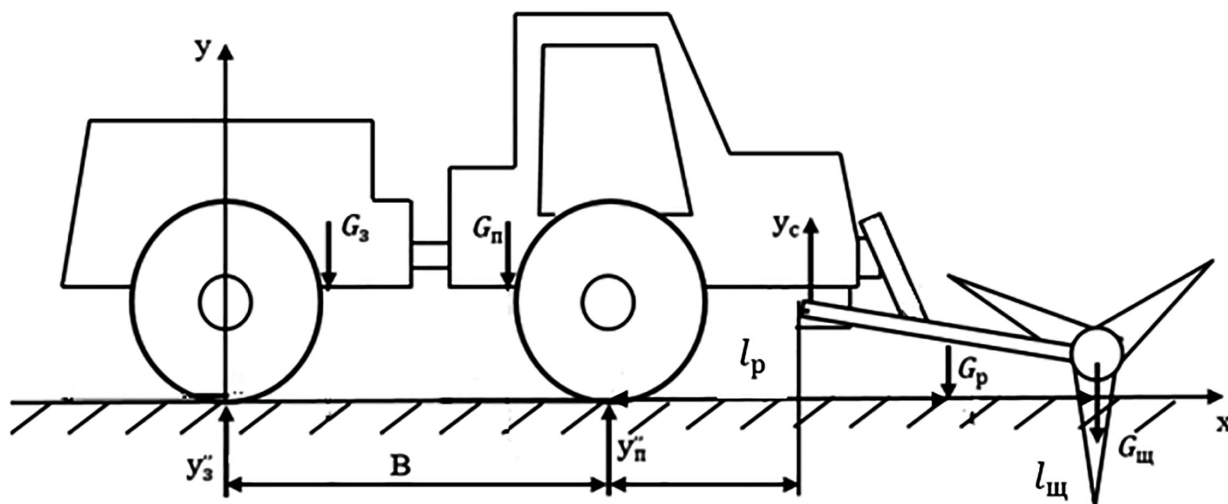
В реальности же, при движении придётся периодически корректировать направление движения колёсного энергетического средства постоянным подруливанием трактора для того, чтобы копировать траекторию высадки семян. Однако при поворотах трактора будут возникать моменты действия сил сопротивления прокальвающих рабочих органов, которые нужно учесть и преодолеть, для того чтобы колёсный полурамный трактор и фронтально-закреплённый прокальватель-щелерез двигались по необходимой траектории движения. При этом, используя жёсткое соединение навески с передней частью трактора, момент сил сопротивления, препятствующий повороту трактора, может достигать значительных величин.

Для этого необходимо использовать трактор высокой массы класса 5–8, при этом обеспечивая необходимое сцепление движителей с почвой [3], что не всегда выполнимо. Необходимо также отметить, что при высоком моменте сопротивле-

ния повороту со стороны фронтального установленного в передней части трактора прокальвателя-щелереза может произойти срыв грунта под воздействием сил, действующих на трактор, что в свою очередь приведёт к буксованию и увеличению силы сопротивления движению.

Рассмотрим движение колёсного полурамного энергетического средства с

фронтальной установленным прокальвателем-щелерезом (рис. 1), технологические и конструкционные характеристики которого рассмотрены в работах [4, 5], а новизна, изобретательский уровень и промышленная применимость подтверждены патентом на изобретение Российской Федерации № 2769449, используя принципиальную схему на рисунке 2.



Y'_z – вертикальная силовая реакция почвы на переднюю опору колёсного полурамного трактора, Н; $G_{щ}$ – вес лучеобразных прокальвующих рабочих органов, Н; G_p – вес пространственной рамы, Н; B – расстояние между передними и задними колёсами трактора, м; l_p – расстояние от оси задних колёс трактора до пространственной рамы, м; $l_{щ}$ – расстояние от оси задних колёс трактора до прокальвующих приспособлений рабочего органа, м

Рисунок 1 – Схема сил, действующих на колёсный полурамный трактор с фронтально установленным прокальвателем-щелерезом (вид профильный)

Для облегчения управляемости машинно-тракторным агрегатом необходимо, чтобы момент сопротивления навесного орудия (M_{con}) был меньше поворачивающего момента трактора ($M_{пов}$):

$$K_{упр} = \frac{M_{соп}}{M_{пов}} \leq 1 \quad (1)$$

Поворачивающий момент трактора, создаваемый силами $P_{кп}$ и Z_n относительно точки O_2 , определяется выражением (2):

$$M_{пов} = P_{кп} B \sin \alpha + Z_n B \cos \alpha - P_{fn} B \sin \alpha \quad (2)$$

Учитывая, что касательная сила тяги передних колёс $P_{кп}$ сила сопротивления боковому сдвигу Z_{II} и сила сопротивления

качению передних колёс P_{fII} определяются формулами (3):

$$\left. \begin{aligned} P_k &= \varphi_n Y_n; \\ Z_n &= \gamma_n Y_n; \\ P_{fn} &= f_n Y_n \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

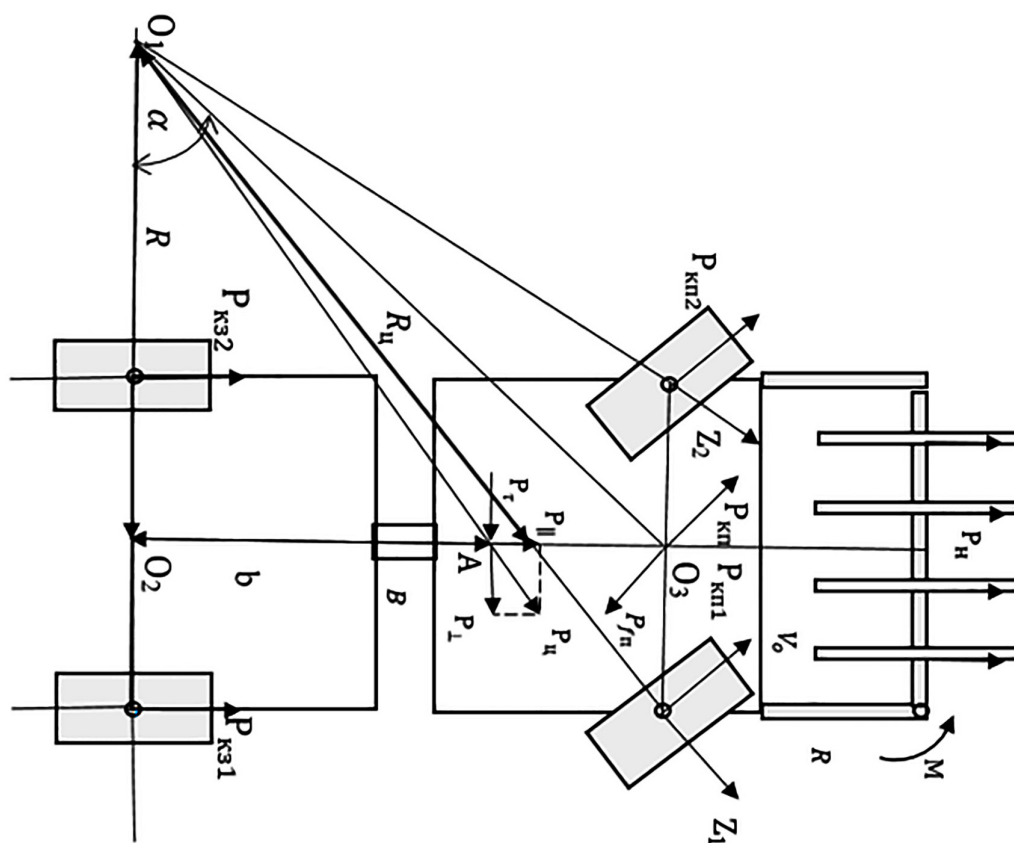
где φ_n – коэффициент сцепления ведущих колёс с почвой;

γ_n – коэффициент сопротивления боковому сдвигу;

f_n – коэффициент сопротивления качению.

Тогда выражение (2), примет следующий вид (4):

$$\begin{aligned} M_{пов} &= \varphi_n Y_n B \sin \alpha + \gamma_n Y_n B \cos \alpha - f_n Y_n B \sin \alpha = \\ &= Y_n B (\varphi_n \sin \alpha + \gamma_n \cos \alpha - f_n \sin \alpha) \end{aligned} \quad (4)$$



Z_{II} – сила сопротивления боковому сдвигу, Н; $P_{кпI}$ – касательная сила тяги трактора, Н; P_{fII} – сила сопротивления качению передних колёс, Н; P_c – сила сопротивления боковому смещению рабочих органов навесного оборудования, Н; P_t – тангенциальная сила инерции, Н; α – угол поворота, град.

Рисунок 2 – Схема сил, действующих на колёсный полурамный трактор с фронтально установленным прокальвателем-щелерезом (вид сверху)

Значение вертикальной силовой реакции почвы Y'_{np} на переднюю опору колёсного полурамного трактора зависит от весовых и габаритных характеристик фронтально установленного прокальвателя-щелереза:

$$Y'_{II} = \frac{G_T b + G_{щ} l_{щ} + G_p l_p}{B} \quad (5)$$

Подставляя значение для Y'_{II} в формулу (4), получим выражение (6):

$$M_{пов} = (G_T b + G_{щ} l_{щ} + G_p l_p) \cdot (\varphi_n \sin \alpha + \gamma_n \cos \alpha - f_n \sin \alpha) \quad (6)$$

Следовательно, поворачивающий момент $M_{пов}$ трактора при фронтально установленном прокальвателе-щелерезе находится в непосредственной зависимо-

сти от колёсной формулы трактора; веса, приходящегося на передний мост трактора; параметров сцепления передних колёс с почвой и габаритных характеристик прокальвателя-щелереза.

Момент сопротивления повороту относительно точки O_2 вызывается силой сопротивления боковому смещению рабочих органов навесного оборудования:

$$M_{соп} = P_c (B + l_{щ} + l_p), \quad (7)$$

$$P_c = \rho h S \quad (8)$$

где P_c – сила сопротивления боковому смещению рабочих органов навесного оборудования, Н;

ρ – удельное сопротивление смятен почвы;

h – количество рабочих органов навесного оборудования, шт;

S – площадь заглупления части рабочих органов навесного оборудования, m^2 .

Следовательно, подставив вместо P_c его значение, получим формулу для расчёта момента сопротивления повороту трактора для машинно-тракторного агрегата с фронтально установленным прокальвателем-щелерезом:

$$M_{\text{соп}} = \rho h S (B + l_{\text{щ}} + l_p) \quad (9)$$

Необходимо учитывать, что на продольную и поперечную устойчивость колёсных энергетических средств при рассматриваемом криволинейном движении существенно влияют возникающие при этом инерционные силы. В случае поворота трактора с фронтально установленным прокальвателем-щелерезом возникает приложенная к центру тяжести машинно-тракторного агрегата и направленная по радиусу от центра поворота центробежная сила $P_{\text{ц}}$. Она определяется как сумма составляющих силы инерции в продольной и поперечной плоскостях, что находит отражение в формуле (10):

$$\vec{P}_{\text{ц}} = \vec{P}_{\parallel} + \vec{P}_{\perp} \quad (10)$$

В нашем случае продольная составляющая оказывает влияние на перераспределение нормальных нагрузок между передними и задними колёсами, поперечная составляющая противодействует повороту и определяется выражением (11):

$$P_{\perp} = \frac{G_T}{g} a_n = \frac{G_T V^2}{g R_{\text{ц}}} = \frac{G_T}{g} \omega^2 R_{\text{ц}} \quad (11)$$

где G_T – вес трактора, Н;
 a_n – нормальная составляющая ускорения, м/с²;
 V – скорость движения трактора, м/с;
 $R_{\text{ц}}$ – радиус поворота центра тяжести, м;
 ω – угловая скорость, рад/с;
 g – ускорение свободного падения, м/с².

Вращательный момент, создаваемый поперечной составляющей силы инерции, имеет вид выражения (12):

$$M_{\perp} = \frac{G_T}{g} \omega^2 R_{\text{ц}} b \quad (12)$$

Таким образом, анализ формул (11) и (12) показывает, что вращательный момент, создаваемый центробежной силой, может оказывать негативное влияние на заданное направление движения трактора при фронтально установленном прокальвателе-щелерезе с увеличением скорости движения и при уменьшении радиуса поворота.

Следует отметить, что при переходе трактора к установившемуся криволинейному движению и совершению маневра происходит и изменение положения центра поворота, уменьшение радиуса поворота и, как следствие, возрастание угловой скорости поворота. В момент поворота трактора возникает тангенциальная сила инерции P_{τ} , обусловленная вращением центра тяжести трактора относительно точки O_2 , которая определяется выражением (13):

$$P_{\tau} = \frac{G_T}{g} a_{\tau} = \frac{G_T}{g} b \varepsilon = \frac{G_T}{g} b \frac{d\omega}{dt} \quad (13)$$

Из выражения (13) следует, что тангенциальная сила инерции при заданных конструктивных параметрах трактора прямо пропорциональна угловому ускорению, следовательно, непосредственно зависима от резкого поворота машинно-тракторного агрегата в рассматриваемых условиях движения.

С учётом вышеперечисленных формул (9)–(13), результирующий момент сопротивления повороту относительно точки O_2 трактора при фронтально установленном прокальвателе-щелерезе имеет вид выражения (14):

$$M_{\text{соп}} = \rho h S (B + l_{\text{щ}} + l_p) + \frac{G_T}{g} \omega^2 R_{\text{ц}} b + \frac{G_T}{g} b^2 \frac{d\omega}{dt} \quad (14)$$

Анализ полученных выражений (6) и (14) позволяет определить условия повышения устойчивости колёсных тракторов с фронтально установленным орудием, в частности рассматриваемым прокальвателем-щелерезом, выполняющих технологические операции на склоновых участках полей. При этом выполняется условие для коэффициента управляемости:

$$K_{\text{упр}} = \frac{\rho h S (B + l_{\text{щ}} + l_{\text{п}}) + \frac{G_{\text{T}}}{g} \omega^2 R_{\text{ц}} b + \frac{G_{\text{T}}}{g} b^2 \frac{d\omega}{dt}}{(G_{\text{T}} b + G_{\text{щ}} l_{\text{щ}} + G_{\text{п}} l_{\text{п}}) (\varphi_{\text{п}} \sin \alpha + \gamma_{\text{п}} \cos \alpha - f_{\text{п}} \sin \alpha)} \leq 1 \quad (15)$$

Из представленного выражения следует, что коэффициент управляемости колёсных тракторов с фронтально установленным прокальвателем-щелерезом зависит от конструктивных особенностей трактора, веса и габаритных характеристик навесного оборудования, количества и размеров заглубленных рабочих органов и почвенных условий.

Таким образом, при движении колёсного полурамного энергетического средства с фронтально установленным прокальвателем-щелерезом по близкой к прямолинейной траектории в условиях склоновых земель основным фактором, определяющим условия движения трак-

тора по заданной траектории, будет его устойчивость.

Доказано, что в рассмотренном случае главной причиной вывода машинно-тракторного агрегата из положения равновесия, будет являться момент действия сил и сопротивление фронтально-навешенного орудия при его повороте.

Предложенный математический аппарат, в совокупности рассмотренных признаков, позволяет обосновать параметры стабилизации траекторной курсовой и поперечной устойчивости перспективного МТА с прокальвателем-щелерезом при выполнении сельскохозяйственных операций в условиях склоновых земель.

Список источников

1. Кузнецов Е. Е., Щитов С. В., Поликутина Е. С. Повышение продольно-поперечной устойчивости и снижение техногенного воздействия на почву колёсных мобильных энергетических средств : монография. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2020. 148 с.
2. Кузнецов Е. Е., Щитов С. В. Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур : монография. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2017. 272 с.
3. Донцов И. Е. Устойчивость движения МТА с орудиями фронтальной или задней навески // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2008. № 9. С. 31–34.
4. Сурин Р. О. Перспективные конструктивные схемы сельскохозяйственных машин для проведения полевой обработки почвы // Теоретические и практические вопросы современной науки : 65-я междунар. науч. конф. (Москва, июль 2020 г.). М. : Евразийское научное общество, 2020. С. 117–120.
5. Влияние установки прокальвателя-щелереза на распределение нормальных реакций почвы и нагрузки на движители полурамного трактора / Р. О. Сурин, Е. Е. Кузнецов, С. В. Щитов [и др.] // АгроЭкоИнфо. 2021. № 2.

References

1. Kuznetsov E. E., Shchitov S. V., Polikutina E. S. *Povyshenie prodol'no-poperechnoj ustojchivosti i snizhenie tekhnogenogo vozdejstviya na pochvu kolyosnyh mobil'nyh energeticheskikh sredstv: monografiya [Increasing the longitudinal-transverse stability and reducing the anthropogenic impact on the soil of wheeled mobile energy vehicles: monograph]*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2020, 148 p. (in Russ.).
2. Kuznetsov E. E., Shchitov S. V. *Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya mobil'nyh energeticheskikh sredstv v tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur: monografiya [Improving the efficiency of the use of mobile energy resources in the technology of cultivation of agricultural crops: monograph]*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2017, 272 p. (in Russ.).

3. Dontsov I. E. Ustojchivost' dvizheniya mashinno-traktornykh agregatov s orudiyami frontal'noj ili zadnej naveski [Stability of movement of machine-tractor units with front-mounted or rear-mounted guns]. *Traktory i sel'skohozyajstvennyye mashiny*. – Tractors and Agricultural Machines, 2008; 9: 31–34 (in Russ.).

4. Surin R. O. Perspektivnyye konstruktivnyye skhemy sel'skohozyajstvennykh mashin dlya provedeniya polevoj obrabotki pochvy [Promising design schemes of agricultural machines for field tillage]. Proceedings from Theoretical and practical issues of modern science: 65-ya Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya (iyul' 2020 g.) – 65th International Scientific Conference. (PP. 117–120), Moskva, Evrazijskoe nauchnoe obshchestvo, 2020 (in Russ.).

5. Surin R. O., Kuznetsov E. E., Shchitov S. V., Burmaga A. V., Kozlova L. V. Vliyanie ustanovki prokalyvatelya-shchelevatelya na raspredelenie normal'nykh reakcij pochvy i nagruzki na dvizhiteli poluramnogo traktora [The effect of the installation of the slitting piercer on the distribution of normal soil reactions and the load on the propellers of the semi-frame tractor]. *AgroEkoInfo*, 2021; 2 (in Russ.).

© Сурин Р. О., Кривуца З. Ф., Кузнецов Е. Е., Щитов С. В., Панова Е. В., 2022

Статья поступила в редакцию 10.07.2022; одобрена после рецензирования 11.08.2022; принята к публикации 12.08.2022.

The article was submitted 10.07.2022; approved after reviewing 11.08.2022; accepted for publication 12.08.2022.

Информация об авторах

Сурин Роман Олегович, аспирант, Дальневосточный государственный аграрный университет, ORCID 0000-0002-7667-551X, roman_surin81.81@mail.ru;

Кривуца Зоя Федоровна, доктор технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, ORCID 0000-0002-5345-1732, zfk20091@mail.ru;

Кузнецов Евгений Евгеньевич, доктор технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, ORCID 0000-0003-0725-4444, ji.tor@mail.ru;

Щитов Сергей Васильевич, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный аграрный университет, ORCID 0000-0003-2409-450X, shitov.sv1955@mail.ru;

Панова Елена Владимировна, кандидат технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет

Information about authors

Roman O. Surin, Postgraduate Student, Far Eastern State Agrarian University, ORCID 0000-0002-7667-551X, roman_surin81.81@mail.ru;

Zoya F. Krivutsa, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, ORCID 0000-0002-5345-1732, zfk20091@mail.ru;

Evgeniy E. Kuznetsov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, ORCID 0000-0003-0725-4444, ji.tor@mail.ru;

Sergey V. Shchitov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Far Eastern State Agrarian University, ORCID 0000-0003-2409-450X, shitov.sv1955@mail.ru;

Elena V. Panova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University

Научная статья

УДК 631.316.022

EDN FOMAKH

DOI: 10.22450/199996837_2022_3_130

**Кинематические параметры рабочего органа
с изменяемой глубиной обработки почвы по ширине междурядья**

**Сергей Александрович Шишлов¹, Александр Николаевич Шишлов²,
Александр Александрович Фадеев³**

^{1, 2, 3} Приморская государственная сельскохозяйственная академия

Приморский край, Уссурийск, Россия

¹ sergey_a_shishlov@mail.ru

Аннотация. Опыт возделывания пропашных сельскохозяйственных культур показывает, что наиболее высокий урожай может быть получен при своевременной и качественной междурядной обработке, позволяющей сохранять благоприятный водно-воздушный режим питания для корневой системы культурных растений и уничтожать сорняки. В настоящее время междурядная обработка в большинстве случаев заменяется обработкой химическими средствами защиты растений, что никак не способствует сохранности почвенного покрова и находится вразрез с принципами органического земледелия. Существующие конструкции рабочих органов машин и орудий для междурядной обработки посевов позволяют проводить её на равномерную глубину по ширине междурядий с увеличенными защитными зонами для снижения вероятности подрезания и сохранения корневой системы культурных растений. Предлагаемая конструкция почвообрабатывающего рабочего органа позволяет сократить до минимума защитную зону без повреждения корневой системы сельскохозяйственных культур при проведении междурядных обработок. В статье рассмотрены конструктивные особенности почвообрабатывающего рабочего органа для междурядной обработки посевов пропашных культур с изменяемой глубиной обработки по ширине междурядья, проведён анализ основных кинематических параметров работы предлагаемой конструкции.

Ключевые слова: почва, междурядная обработка, защитная зона, контурная шайба

Для цитирования: Шишлов С. А., Шишлов А. Н., Фадеев А. А. Кинематические параметры рабочего органа с изменяемой глубиной обработки почвы по ширине междурядья // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 3. С. 130–134. doi: 10.22450/199996837_2022_3_130.

Original article

**Kinematic parameters of the working body
with a variable tillage depth along the width of the row spacing**

**Sergey A. Shishlov¹, Alexander N. Shishlov²,
Alexander A. Fadeev³**

^{1, 2, 3} Primorsky State Agricultural Academy, Primorsky krai, Ussuriysk, Russia

¹ sergey_a_shishlov@mail.ru

Abstract. The experience of cultivating row crops shows that the highest yield can be obtained with timely and high-quality row-to-row processing, which allows maintaining a favorable water-air nutrition regime for the root system of cultivated plants and destroying weeds. Currently, row-to-row treatment in most cases is replaced by treatment with chemical plant protection products, which does not contribute to the preservation of soil cover and goes against the principles of organic farming. The existing designs of the working bodies of machines and tools for row-to-row cultivation of crops allow it to be carried out to a uniform depth along the width of the row spacing

with increased protective zones to reduce the likelihood of pruning and preserving the root system of cultivated plants. The proposed design of the tillage working body makes it possible to minimize the protective zone without damaging the root system of crops during row-to-row treatments. The article considers the design features of the tillage working body for row-to-row processing of row crops with variable processing depth along the row-to-row width, analyzes the main kinematic parameters of the proposed design.

Keywords: soil, row-to-row treatment, protective zone, contour washer

For citation: Shishlov S. A., Shishlov A. N., Fadeev A. A. Kinematicheskie parametry rabocheho organa s izmenyaemoj glubinoj obrabotki pochvy po shirine mezhduryad'ya [Kinematic parameters of the working body with a variable tillage depth along the width of the row spacing]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 3: 130–134. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_3_130.

Введение. Проведение междурядной обработки посевов пропашных культур является одним из основных агротехнических приёмов, обеспечивающих получение высокого урожая за счёт рыхления междурядий и создания благоприятного водно-воздушного режима для питания корневой системы растений [1].

Основными машинами, осуществляющими междурядную обработку, являются культиваторы с различными по конструкции и расположению рабочими органами [2, 3]. Недостатком используемых машин является постоянная по глубине междурядий обработка почвы, что вызывает необходимость увеличения размера защитных зон для предупреждения повреждения корневой системы сельскохозяйственных культур. Защитная зона является рассадником сорняков, угнетающих развитие культурных растений.

Целью работы является изыскание конструкции и кинематический анализ параметров рабочего органа для междурядной обработки пропашных культур, обеспечивающего рыхление почвы и уничтожение сорняков в междурядьях при минимально возможной защитной зоне с изменением глубины обработки почвы по ширине междурядий.

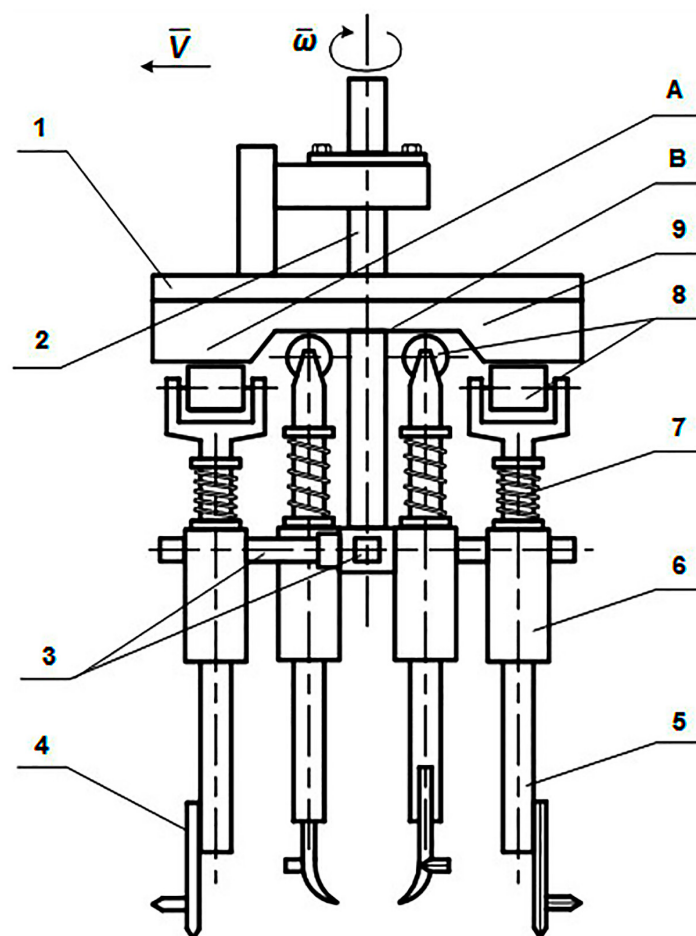
Методы исследования. Теоретические исследования проведены с использованием законов математического анализа, физики и теоретической механики.

Результаты исследований. С целью сокращения защитных зон нами предлагается конструкция почвообрабатывающего рабочего органа, позволяющая производить обработку почвы в междурядьях с изменением её глубины по ширине меж-

дурядий в зависимости от близости корневой системы культурных растений. Схема почвообрабатывающего рабочего органа представлена на рисунке 1, техническая новизна конструкции подтверждена патентом РФ на изобретение № 2242102 [4].

Принцип действия рабочего органа (рис. 1) заключается в следующем. При движении почвообрабатывающего агрегата с поступательной скоростью V активные почвообрабатывающие элементы 4, имеющие вертикальные и горизонтальные рабочие грани, получают вращательное движение от вертикально расположенного приводного вала 1, вращающегося с угловой скоростью ω . При этом активные почвообрабатывающие элементы 4 закреплены на штоках 5, имеющих возможность прямолинейного возвратно-поступательного движения в держателях 6, закреплённых на осях 3, передающих вращательное движение вокруг вертикальной оси от приводного вала 2.

Ролики 8, закреплённые на штоках 5, при вращательном движении вокруг вертикальной оси с приводным валом 2 копируют выступы «А» контурной шайбы 9, что обеспечивает рыхление центра междурядья на полную глубину обработки. При дальнейшем вращении штоки 5 с закреплёнными на них активными элементами 4 и роликами 8 поднимаются посредством пружин 7, одновременно перемещаясь от центра междурядий к защитной зоне, копируя профиль углублений «В» контурной шайбы 9, жёстко закреплённой на раме 1, и обрабатывая почву вблизи защитных зон рядков культурных растений на меньшую глубину, по сравнению с центром междурядья.



1 – рама; 2 – вал приводной; 3 – ось; 4 – активный элемент; 5 – шток; 6 – держатель;
7 – пружина; 8 – ролик; 9 – шайба контурная; А – выступ; В – углубление

Рисунок 1 - Почвообрабатывающий рабочий орган

Изменяя профиль контурной шайбы 9 можно осуществлять вертикальное перемещение активных почвообрабатывающих элементов 4 по различным законам.

Для установления закономерности перемещения точек рабочих граней активных почвообрабатывающих элементов поместим начало пространственной системы координат на горизонтальную плоскость XOY , касательную к нижним точкам концов рабочих граней. Ось X направим по ходу движения почвообрабатывающего агрегата, ось Y – перпендикулярно направлению движения; ось Z совместим с осью приводного вала 2.

С целью снижения динамических нагрузок, возникающих в конструкции, чередование выступов «А» и углублений «В» должно быть выполнено с плавным переходом. Радиус контакта рабочих граней с обрабатываемой поверхностью

относительно центра приводного вала обозначим R , тогда координаты точки контакта рабочей грани с обрабатываемой поверхностью можно представить в виде уравнений (1)–(3):

$$X = Vt + R \cos \omega t, \quad (1)$$

$$Y = R(1 - \sin \omega t), \quad (2)$$

$$Z = Rt \alpha \quad (3)$$

где V – рабочая скорость перемещения агрегата, м/с;

t – время движения агрегата, с;

ω – угловая скорость вращения приводного вала, с⁻¹;

α – угол наклона касательной в точке контакта ролика с поверхностью контурной шайбы, град.

В случае, когда ролик находится в нижнем положении впадины, касательная

к точке контакта располагается перпендикулярно оси приводного вала. При этом $\alpha=0$ и обработка почвы производится на минимальную глубину. Тогда:

$$X = Vt + R \cos \omega t,$$

$$Y = R(1 - \sin \omega t)$$

Дальнейшее перемещение ролика в зону выступа вызывает рост угла α , при этом происходит сжатие пружины и заглубление рабочего органа. Наибольшее заглубление происходит при угле α , принимающим максимальное значение, которое зависит от закона изменения профиля выступа и соответствует положению рабочего органа в середине междурядья.

Для определения проекций скорости перемещения точки контакта рабочего органа на горизонтальную плоскость продифференцируем полученные уравнения по времени:

$$V_x = V - R\omega \sin \omega t, \quad (4)$$

$$V_y = -R\omega \cos \omega t \quad (5)$$

Величину абсолютной скорости точки контакта определим из уравнения (6):

$$V_{\text{абс}} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} \quad (6)$$

Введём понятие кинематического показателя k , определяемого как отношение окружной скорости рабочего органа к поступательной скорости движения агрегата (7):

$$k = \frac{\omega}{V} R \quad (7)$$

Тогда величина абсолютной скорости точки контакта может быть определена из выражения (8):

$$V_{\text{абс}} = \frac{R\omega}{k} \sqrt{1 - 2k \sin \omega t + k^2} = V \sqrt{k^2 - 2k \sin \omega t + 1} \quad (8)$$

Период одного оборота рабочего органа определим из уравнения (9):

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad (9)$$

Почвообрабатывающий агрегат за это время переместится на расстояние, определяемое выражением (10):

$$S = VT = \frac{2\pi R}{k} \quad (10)$$

За время прохода агрегатом пути S рыхление производят все рабочие органы почвообрабатывающего агрегата. При этом глубина рыхления определяется положением ролика на контурной шайбе, поверхность которой выполнена по задаваемому профилю.

Вывод. Предлагаемая конструкция почвообрабатывающего рабочего органа для междурядной обработки позволяет с минимальной защитной зоной без повреждения корневой системы культурных растений и при уничтожении сорняков создавать благоприятные условия для развития возделываемых культур и получения высоких урожаев.

Приведённые математические зависимости позволяют определить основные кинематические параметры агрегата с предлагаемым почвообрабатывающим рабочим органом.

Список источников

1. Соя на Дальнем Востоке / А. П. Ващенко, Н. В. Мудрик, П. П. Фисенко [и др.]. Владивосток : Дальнаука, 2010. 435 с.
2. Канарёв Ф. М. Ротационные почвообрабатывающие машины и орудия. М. : Машиностроение, 1983. 142 с.
3. Лобачевский Я. П., Колчина Л. М. Современное состояние и тенденции развития почвообрабатывающих машин. М. : Росинформагротех, 2005. 116 с.

4. Патент № 2242102 Российская Федерация. Почвообрабатывающий рабочий орган : № 2002133410/12 : заявл. 09.12.2002 : опубл. 20.12.2004 / Шишлов А. Н., Лысенко А. Ю. Бюл. № 35. 3 с.

References

1. Vashchenko A. P., Mudrik N. V., Fisenko P. P., Degai L. A., Chaika N. V., Kapustin Yu. S. *Soya na Dal'nem Vostoke [Soybean in the Far East]*, Vladivostok, Dal'nauka, 2010, 435 p. (in Russ.).
2. Kanarev F. M. *Rotacionnye pochvoobrabatyvayushchie mashiny i orudiya [Rotary tillage machines and implements]*, Moskva, Mashinostroenie, 1983, 142 p. (in Russ.).
3. Lobachevsky Ya. P., Kolchina L. M. *Sovremennoe sostoyanie i tendencii razvitiya pochvoobrabatyvayushchih mashin [Current state and development trends of tillage machines]*, Moskva, Rosinformagrotekh, 2005, 116 p. (in Russ.).
4. Shishlov A. N., Lysenko A. Yu. Pochvoobrabatyvayushchij rabochij organ [Earth tillage tool]. *Patent RF, no 2242102 rusneb.ru 2004* Retrieved from https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0002242102_20041220_C2_RU/ (Accessed 25 March 2022) (in Russ.).

© Шишлов С. А., Шишлов А. Н., Фадеев А. А., 2022

Статья поступила в редакцию 11.07.2022; одобрена после рецензирования 20.08.2022; принята к публикации 23.08.2022.

The article was submitted 11.07.2022; approved after reviewing 20.08.2022; accepted for publication 23.08.2022.

Информация об авторах

Шишлов Сергей Александрович, доктор технических наук, профессор, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, sergey_a_shishlov@mail.ru;

Шишлов Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Приморская государственная сельскохозяйственная академия;

Фадеев Александр Александрович, старший преподаватель, Приморская государственная сельскохозяйственная академия

Information about authors

Sergey A. Shishlov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Primorsky State Agricultural Academy, sergey_a_shishlov@mail.ru;

Alexander N. Shishlov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Primorsky State Agricultural Academy;

Alexander A. Fadeev, Senior Lecturer, Primorsky State Agricultural Academy

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);
- 4.1.1** – 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)

Объём научной статьи должен составлять не менее 8 и не более 15 страниц.

Текст научной статьи должен быть тщательно вычитан и отредактирован. При этом в процессе редакционно-издательской обработки в текст могут вноситься изменения лингвостилистического характера, а также изменения в части соответствия представления текста требованиям государственных стандартов.

Авторы несут ответственность за достоверность, оригинальность, степень научной обоснованности материала и подготовку выводов.

Текст статьи рекомендуется структурировать, используя подзаголовки соответствующих разделов: *введение, методы исследований, результаты исследований и обсуждение, заключение или выводы, список источников. После изложения введения обязательно указывается цель исследования.*

До основного текста статьи приводят на языке текста статьи, а затем повторяют на английском языке (кроме УДК) следующую информацию:

- код УДК;
- через одну строку: название статьи (строчными буквами (с первой прописной), полужирным начертанием шрифта, с выравниванием по центру, без абзацного отступа);
- через одну строку: имя, отчество (при наличии) и фамилия автора (полностью) (шрифт полужирный);
- на следующей строке – полное наименование организации, являющейся местом работы (учёбы) автора, с указанием города и страны, адреса электронной почты автора;
- в случае нескольких авторов статьи информация повторяется для каждого автора в отдельности; при этом, если все авторы статьи работают (обучаются) в одной организации, место работы (учёбы) каждого автора отдельно не указывается;
- через одну строку – аннотация;
- на следующей строке – ключевые слова (от 5 до 10 слов, выражающих содержание научной статьи).

В аннотации указывают существо проведённых автором научных исследований и полученные результаты. Аннотация должна показывать научную новизну и практическую значимость подготовленной статьи. Рекомендуемый объём аннотации должен быть не менее 100 слов и не более 250 слов. При подготовке аннотации необходимо соблюдать следующие правила: 1) аннотация излагается тезисно, простыми короткими предложениями; 2) при изложении аннотации нужно использовать простые речевые обороты, не усложнять и не загромождать текст сложными конструкциями; не приводить примеры; 3) аннотация не должна содержать дополнительную интерпретацию или критические замечания автора статьи; в ней также не должно быть информации, которой нет в статье; 4) в аннотации не следует приводить мнения учёных по научной проблеме, делать их аналитический обзор, давать ссылки на использованные источники.

При изложении текста научной статьи необходимо соблюдать правила:

1. Таблицы, формулы, диаграммы, блок-схемы приводить только в редактируемом виде. Не допускается вставка данных объектов в виде фотографий.
2. При размещении диаграммы следует подписывать оси, указывая соответствующие величины и их размерность; приводить легенду; а, по возможности, и подписи данных.
3. При создании математических формул допускается использовать «Редактор уравнений» Microsoft Word или специализированную программу Math Type.

4. При помещении в текст научной статьи фотографии, изображение должно быть чётким и контрастным, легко визуализироваться читателем. Разрешение изображения должно составлять не менее 300 dpi. Рекомендуется в качестве типа файла изображения использовать png.

5. Допустимо использование только общепринятых сокращений, установленных правилами грамматики русского языка, и общеизвестных аббревиатур; в остальных случаях – автор обязательно должен давать расшифровку. Это же касается и обозначений, приводимых в формулах, блок-схемах.

6. Не допускается установление в тексте статьи автоматической расстановки переносов.

При оформлении списка источников следует учитывать:

1. Список источников оформляют в соответствии с ГОСТ 7.0.5–2008. «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

2. В списке источников не рекомендуется приводить нормативные документы. Если в проведении исследования автор применяет их положения, достаточно указать документ в тексте статьи (с обязательным обозначением даты принятия, номера и названия нормативного акта).

3. Номера источников в списке присваивают в порядке упоминания этих источников (ссылок на них) в тексте статьи. При отсутствии ссылки в тексте, при редакционно-издательской обработке источник будет удалён из списка.

4. После составления списка источников на русском языке, представляется его англоязычная версия (References). При подготовке References следует использовать *стиль Vancouver*, пример применения которого показан в ГОСТ Р 7.0.7–2021 «Статьи в журналах и сборниках. Издательское оформление».

После изложения списка источников указывают информацию об авторах статьи. По каждому автору статьи необходимо привести:

- фамилия, имя и отчество (при наличии) – полностью;
- учёную степень (при наличии);
- учёное звание (при наличии);
- для авторов, не имеющих учёной степени и учёного звания, указывается занимаемая должность (например, младший научный сотрудник, старший преподаватель и т. д.);
- если автором является обучающийся, указывается категория обучающегося (например, аспирант, студент магистратуры и т. д.);
- наименование организации, являющейся основным местом работы (учёбы);
- адрес электронной почты.

Электронная версия статьи передаётся по электронной почте на адрес издания:

dvagrovestnik@dalgau.ru

При наличии замечаний по научной статье, они направляются автору на указанный им адрес электронной почты. Автор обязуется ответить на замечания в течение пяти рабочих дней с даты получения письма или связаться с редакцией с просьбой продления срока. В противном случае автор несёт риск неопубликования статьи в текущем номере издания.

РЕДАКЦИЯ:

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

675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, 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 BULLETIN

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);

4.1.1 – General Agriculture and Plant Cultivation (Agricultural Sciences);

06.01.05 – Breeding and seed production of agricultural plants (Agricultural Sciences);

06.01.07 – 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 volume of a scientific article should be at least 8 and no more than 15 pages.

The text of the scientific article should be carefully proofread and edited. At the same time, in the process of editorial and publishing processing, changes of a linguistic and stylistic nature may be made to the text, as well as changes in terms of compliance of the presentation of the text with the requirements of state standards.

The authors are responsible for the reliability, originality, the degree of scientific validity of the material and the preparation of conclusions.

It is recommended to structure the text of the article using the subheadings of the relevant sections: *introduction, research methods, research results and discussion, conclusion, list of sources*. After the presentation of the introduction, the purpose of the study must be indicated.

Before the main text of the article, the following information is given in the language of the text of the article, and then repeated in English (except UDC code):

- UDC code;
- one line apart: the title of the article (in lowercase letters (with the first uppercase), bold font, centered, without paragraph indentation);
- in one line: first name, patronymic (if any) and last name of the author (in full) (bold font);
- on the next line – the full name of the organization that is the place of work (study) of the author, indicating the city and country, the e-mail address of the author;
- in the case of several authors of the article, the information is repeated for each author separately; at the same time, if all the authors of the article work (study) in the same organization, the place of work (study) of each author is not specified separately;
- one line apart – annotation;
- on the next line – keywords (**from 5 to 10 words expressing the content of the scientific article**).

The abstract indicates the essence of the scientific research carried out by the author and the results obtained. The abstract should show the scientific novelty and practical significance of the prepared article. The recommended length of the abstract should be at least 100 words and no more than 250 words. When preparing an annotation, the following rules must be observed: 1) the abstract is presented abstractly, in simple short sentences; 2) when presenting the abstract, you need to use simple speech phrases, do not complicate or clutter the text with complex constructions; do not give examples; 3) the abstract should not contain additional interpretation or critical remarks of the author of the article; it should also not contain information that is not in the article; 4) the abstract should not contain the opinions of scientists on a scientific problem, make their analytical review, give references to the sources used.

When presenting the text of a scientific article, it is necessary to follow the rules:

1. Tables, formulas, diagrams, flowcharts should be given only in editable form. It is not allowed to insert these objects in the form of photos.
2. When placing the diagram, you should sign the axes, indicating the corresponding values and their dimension; give a legend; and, if possible, data signatures.
3. When creating mathematical formulas, it is allowed to use *Microsoft Word "Equation Editor"* or a specialized *Math Type* program.

4. When placing a photo in the text of a scientific article, the image should be clear and contrasting, easily visualized by the reader. The image resolution must be at least 300 dpi. It is recommended to use "png" as the image file type.

5. It is permissible to use only generally accepted abbreviations established by the rules of grammar of the Russian language, and well-known abbreviations; in other cases, the author must necessarily give a transcript. The same applies to the notation given in formulas, flowcharts.

6. It is not allowed to establish automatic hyphenation in the text of the article.

When making a list of sources, you should take into account:

1. The list of sources is drawn up in accordance with GOST 7.0.5–2008. "Bibliographic reference. General requirements and rules of compilation".

2. It is not recommended to include regulatory documents in the list of sources. If the author applies their provisions in the research, it is sufficient to indicate the document in the text of the article (with the mandatory designation of the date of adoption, number and title of the normative act).

3. The numbers of sources in the list are assigned in the order in which these sources (references to them) are mentioned in the text of the article. If there is no reference in the text, the source will be removed from the list during editorial and publishing processing.

4. After compiling the list of sources in Russian, its English version (References) is submitted. When preparing References, you should use the *APA style*, an example of which is shown in GOST R 7.0.7–2021 "Articles in journals and collections. Publishing design".

After the list of sources is presented, information about the authors of the article is indicated. For each author of the article, it is necessary to provide:

- surname, first name and patronymic (if any) – in full;
- academic degree (if available);
- academic title (if available);
- for authors who do not have an academic degree and academic title, the position held is indicated (for example, junior researcher, senior lecturer, etc.);
- if the author is a student, the category of the student is indicated (for example, graduate student, student master's degree, etc.);
- the name of the organization that is the main place of work (study);
- e-mail address.

The electronic version of the article is sent by e-mail to the address of the publication:

dvagrovestnik@dalgau.ru

If there are comments on a scientific article, they are sent to the author at the e-mail address specified by him. The author undertakes to respond to comments within five working days from the date of receipt of the letter or contact the editorial office with a request for an extension of the deadline. Otherwise, the author bears the risk of unpublished articles in the current issue of the publication.

EDITORIAL OFFICE:

E. I. Chernykh – Editor;

V. V. Sysoenko – Translator; Senior Teacher of the Department of Humanities,
Far Eastern State Agrarian University;

D. V. Bordenyuk – Information Resources Specialist, Lead Programmer
at Information Technology Center of the FESAU

86, Polytechnicheskaya Str., Blagoveshhensk, Amur Region, 675000,
editorial office of the Journal «Far East Agrarian Bulletin»

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