

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

Редакция:

Овчинникова О.Ф. – ответственный секретарь,

ст. преподаватель кафедры экономики АПК ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

Черных Е.И. – редактор;

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

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

Редакционный совет:

Асеева Т.А., д-р с.-х.наук, чл.-корр. РАН, директор ХФИЦ ДВО РАН обособленное подразделение ДВ НИИСХ;

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

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

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

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

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»;

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

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

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

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

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

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

Редакционная коллегия:

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

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

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

Ключникова Н.Ф., д-р с.-х.наук, заместитель директора по научной работе ХФИЦ ДВО РАН обособленное подразделение ДВ НИИСХ;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС 77-78057
27.03.2020

Подписной индекс
в Объединенном каталоге
«ПРЕССА РОССИИ.
ГАЗЕТЫ И ЖУРНАЛЫ»
94054 (полугодовая);

Онлайн подписка:

<https://www.pressa-rrf.ru/cat/1/edition/194054/>

Журнал представлен в системе
Российского индекса научного
цитирования (РИНЦ)
и в Научной электронной
библиотеке
www.elibrary.ru.

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 №879
по состоянию на 27.01.2021)**

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

Ministry of Agriculture of the Russian Federation Far Eastern State Agrarian University

FAR EASTERN AGRARIAN HERALD

Scientific and Practical Journal

Issued since 2007

Issued quarterly

№1(57)

January – March 2021

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

Editorial office:

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

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;

Editorial Council:

T.A. Aseeva, Dr. Agr. Sci., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Federal State Budgetary Institution of Science Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences separate subdivision Far Eastern Research Institute of Agriculture

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;

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;

Zygmunt Gizejewski, PhD, Professor, Polish Academy of Sciences, Research Station of the Institute of Animal Reproduction and Food Research at Popielno, Republic of Poland;

Hiromasa Igota, PhD, Associate Professor, Head of the Laboratory of Hunting,

Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido, Japan;

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;

A.N. Panasyuk, Dr. Tech. Sci., Associate Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences;

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;

Editorial Board:

I.V. Bumbar, Dr. Tech. Sci., Professor, Professor of the Department of Transport-Energy Facilities and Mechanization of Agro-Industrial Complex of the FESAU;

E.B. Zakharova, Dr. Agr. Sci., Associate Professor of the Department of General Agriculture and Plant Growing of the FESAU;

I.N. Kim, Cand. Tech. Sci., Associate Professor, Pro-rector of the Research Work and Innovative Technologies of the Primorskaya State Academy of Agriculture;

N.F. Klyuchnikova, Dr. Agr. Sci., Deputy Director of Research of the Federal State Budgetary Institution of Science Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences separate subdivision Far Eastern Research Institute of Agriculture;

T.A. Krasnoshchyokova, Dr. Agr. Sci., Professor, Professor of the Department of Feeding, Breeding, Zoohygiene and Production of Animal Products of the FESAU;

N.S. Kukharenskiy, Dr. Veterinar. Sci., Professor of the Department of Pathology, Morphology and Physiology of the FESAU;

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

E.T. Naumchenko, Cand. Agr. Sci., Associate Professor, Leading Researcher, Deputy Director of Research, of the All-Russian Research Institute of Soy

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;

N.V. Trush, Dr. Biol. Sci., Associate Professor, Professor of the Department of Biology and Hunting of the FESAU;

R.L. Sharvadze, Dr. Agr. Sci., Professor, Dean of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the FESAU;

V.V. Shishkin, Cand. Agr. Sci., Assistant Director of Innovations and Production of the Far Eastern Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture;

S.V. Shehitov, Dr. Tech. Sci., Professor, Professor of the Department of Transport-Energy Facilities and Mechanization of Agro-Industrial Complex of the FESAU

Founder and Publisher -
Far Eastern State
Agrarian University

Registered by
Federal Service for Supervision
of Communications,
Information Technology,
and Mass Media
(Roskomnadzor)

Registration Certificate
ПН № ФЦ 77-78057
dated March 27, 2020

Subscription Indices
in the Federal
Postal Union Catalogue
“PRESS OF RUSSIA.
NEWSPAPERS
AND MAGAZINES”
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 Sci-
ence 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 these: Ph.D. thesis; doctoral thesis
(HAC's Letter № 13-6518
from 01.12.2015)
(In the HAC List № 879
for January 27, 2021)

Editorial office address:
86, Politekhnicheskaya 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

Format 60x90/8. Edition 600 copies. Order 15. Signing date 22.03.2021. Publication date 31.03.2021. Free price.
Far Eastern State Agrarian University: 86, Politekhnicheskaya str., Blagoveshchensk, Amur Region, 675005
Printing house address: 86, Politekhnicheskaya str., Bldg.2, Rm. 2, Blagoveshchensk, Amur Region, 675005

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ.....	5
<i>Волков Д.И., Ким И. В., Гисюк А. А., Клыкков А.Г.</i> Оценка клубней сортов картофеля на содержание редуцирующих сахаров и лежкость.....	5
<i>Зарицкий А.В., Пакулина А. П.</i> Содержание аскорбиновой кислоты в чёрной смородине как критерий в селекционном отборе	13
<i>Ищенко Е. А., Свадкова Р. М., Кищенко А. В.</i> Развитие картофельных сеянцев до момента пикировки в зависимости от первичного субстрата.....	21
ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ.....	28
<i>Лашин А.П., Симонова Н.В., Саяпина И.Ю., Сиразиев Р.З.</i> Сравнительная эффективность синтетического и природного антиоксидантов в коррекции неонатального окислительного стресса у телят	28
<i>Тоушкин А.А., Тоушкина А.Ф., Капраль Н.В.</i> Характеристика охотничьих угодий ГПЗ «Иверский» Амурской области как среды обитания для диких копытных животных.....	36
<i>Цой З.В., Васильева Н.В.</i> Влияние кормовых добавок местного происхождения на рост молодняка кур-несушек в условиях Приморского края	44
<i>Цындыжапова С.Д., Розломий Н.Г.</i> Особенности питания пятнистого оленя (<i>Cervus nippon Temminck, 1838</i>) на островах Антипенко и Сибирякова (Приморский край)	50
<i>Чикачев Р.А., Гусакова И.Е.</i> Морфометрические показатели популяции рыси обыкновенной (<i>Lynx lynx stroganovi</i>) Амурской области.....	61
ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ	70
<i>Кокиева Г.Е., Друзьянова В.П.</i> Исследование автоматизированной системы управления микроклиматом парника	70
<i>Кокиева Г.Е., Друзьянова В.П.</i> Исследование высокопроизводительных и малогабаритных винтовых транспортеров-зернопогрузчиков в сельском хозяйстве.....	79
<i>Кузнецова О.А., Кривуца З.Ф., Щитов С.В., Кузнецов Е. Е., Евдокимов В. Г., Поликутина Е.С., Двойнова Н. Ф.</i> Расширение функциональных возможностей колёсной энергетики	87
<i>Кушнарев А.Н., Шуравин А.А., Митрохина О.П., Кидяева Н.П., Поликутина Е.С., Щитов С.В., Кузнецов Е.Е.</i> Исследования криволинейного движения транспортных агрегатов	98
<i>Шишилов С.А., Шишилов А.Н., Чугаева Н.А.</i> Деформация почвы клиновидными почвозацепами.....	108
ПАМЯТИ УЧЁНОГО.....	113
ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ, ПУБЛИКУЕМЫМ В ЖУРНАЛЕ	
«ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК».....	114

CONTENTS

AGRONOMY	5
<i>Volkov D.I., Kim I.V., Gisyuk A.A., Klykov, A.G.</i> Evaluation of potato tubers of the reducing sugar content and keeping quality.....	5
<i>Zaritsky A.V., Pakusina A. P.</i> Ascorbic acid content in black currant as a criterion in selection process.....	13
<i>Ishchenko, E.A., Svadkova, R.M., Kishchenko, A.V.</i> Development of potato seedlings before picking depending on the primary substrate	21
VETERINARY AND ANIMAL BREEDING	28
<i>Lashin A.P., Simonova N. V., Sayapina I. Yu., Siraziev R. Z.</i> Comparative effectiveness of synthetic and natural antioxidants in correction of neonatal oxidative stress in calves.....	28
<i>Toushkin A.A., Toushkina A. F., Kapral N.V.</i> Characteristic of hunting areas of the iverskiy state natural wildlife sanctuary of the amur region as the habitat for wild hoofed animals.....	36
<i>Tzoy Z.V., Vasilyeva N.N.</i> Influence of local feed supplements on the growth of young laying hens in Primorsky region	44
<i>Tsyndyzhapova S.D., Rozlomy N.G.</i> Features of food of a dappled deer (<i>Cervus nippon</i> TEMMINCK, 1838) on the islands of Antipenko and Sibiryakova (Primorsky Krai).....	50
<i>Chikachev, R.A., Gusakova, I.E.</i> Morphometric indicators of the lynx population (<i>lynx lynx stroganovi</i>) of Amur region	61
PROCESSES AND MACHINERY OF AGRO-ENGINEERING SYSTEMS	70
<i>Kokieva, G.E., Druzianova, V.P.</i> Study of the automated microclimate control system of the greenhouse	70
<i>Kokieva, G.E., Druzianova, V.P.</i> Research of high-performance and small-sized screw grain load conveyors in agriculture.....	79
<i>Kuznetsova O.A., Krivutca Z.F., Shchitov S. V., Kuznetsov E. E., Evdokimov V. G., Polikutina E. S., Dvoynova N.F.</i> Expansion of wheeled power functional capabilities.....	87
<i>Kushnarev A. N., Shuravin A.A., Mitrohina O.P., Kidyaeva N.P., Polikutina E.S., Shchitov S.V., Kuznetsov E.E.</i> Studies of curvilinear motion of transport units	98
<i>Shishlov S.A., Shishlov A.N., Chugaeva N.A.</i> Deformation of the soil by wedge-shaped grousers.....	108
TO THE MEMORY OF SCIENTIST	113
THE REQUIREMENTS APPLIED TO THE ARTICLES BEING PUBLISHED IN THE FAR EASTERN AGRARIAN HERALD	114

АГРОНОМИЯ

AGRONOMY

УДК 635.21:631.526.32 (571.63)

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-1-5-13

Волков Д.И., зав. отделом картофелеводства и овощеводства, аспирант;**Ким И.В.**, вед. науч. сотр., канд. с-х. наук;**Гисюк А.А.**, мл. науч. сотр.;**Клыков А.Г.**, д-р биол. наук, чл.-корр. РАН, зав. отделом селекции и биотехнологии с.-х. культур**ОЦЕНКА КЛУБНЕЙ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ НА СОДЕРЖАНИЕ РЕДУЦИРУЮЩИХ САХАРОВ И ЛЕЖКОСТЬ**

© Волков Д.И., Ким И.В., Гисюк А.А., Клыков А.Г., 2021

Резюме. В статье представлены результаты сравнительной оценки лежкости клубней картофеля и изменения содержания в них редуцирующих сахаров в период хранения в условиях Приморского края. Исследования проводились в отделе картофелеводства и овощеводства ФГБНУ «ФНЦ агробiotехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» в 2018-2020 гг. Объектом исследований являлись 69 сортов картофеля отечественной и зарубежной селекции. Содержание редуцирующих сахаров в клубнях определяли сразу после уборки, а также после 6 месяцев хранения. Лежкоспособность клубней картофеля оценивали в течение 8 месяцев при хранении в заглубленном хранилище с приточно-вытяжной системой вентиляции при температуре 2-4 °С и относительной влажности воздуха 86-94 %. Установлено, что 53,6 % изучаемых образцов (37 шт.) после уборки (октябрь) имели содержание редуцирующих сахаров менее 0,4 %, соответственно пригодны для переработки на картофелепродукты. После 6 месяцев хранения невысокое содержание редуцирующих сахаров отмечено у сортов Витессе (0,59 %), Дубрава (0,58 %), Криница (0,52 %), Надежда (0,58 %). Анализ лежкоспособности сортов картофеля показал, что наиболее лежкими в годы изучения были сорта среднеспелой (80%) и среднепоздней групп (72,7 %). Сорта ранней группы спелости имели наибольшее количество образцов непригодных для длительного хранения – 54,1 %. Наиболее продолжительный период покоя – 6-7 месяцев хранения – отмечен у сортов: Весна белая, Вектор, Горняк, Дубрава, Королева Анна, Лабелла, Надежда, Рождественский и Чайка. Минимальная масса естественной убыли была обнаружена у сортов Лабелла – 1,4 %, Лига – 2,0 %, Муссинский – 2,2 %. В результате оценки образцов коллекционного питомника выделились сорта: с очень хорошей лежкостью – Лабелла (выход полноценного картофеля 95%); хорошей – Рождественский (94,9 %), Весна белая (94,5 %), Муссинский (94,1%), Вектор (93,9%), Красавчик (93,0 %); относительной – Лига (92,4 %), Королева Анна (92,2 %), Горняк (92,2 %), Казачок (91,5 %), Фаворит (91,3 %), Глория (91,2 %), Чайка (91,3 %), Надежда (91,1 %), Дубрава (90,8 %). Таким образом, в результате исследований выделены сорта с хорошей лежкостью и минимальным накоплением редуцирующих сахаров – Дубрава, Надежда; они рекомендованы на переработку после длительного хранения.

Ключевые слова: картофель, клубни, хранение, сорт, лежкость, редуцирующие сахара.

UDC 635.21:631.526.32 (571.63)

D.I. Volkov, Head of the Department of Potato and Vegetable Growing, Postgraduate Student;

I.V. Kim, Cand. Agri. Sci., Leading Researcher;

A.A. Gisyuk, Junior Researcher;

A.G. Klykov, Dr. Biol. Sci., the Corresponding Member of RAS, Head of the Department of Selection and Biotechnology of Agricultural Crops

EVALUATION OF POTATO TUBERS OF THE REDUCING SUGAR CONTENT AND KEEPING QUALITY

Abstract. The article presents the results of the comparative assessment of the keeping quality of potato tubers and changes in the reducing sugars content during storage period in the conditions of Primorsky Krai. The research was conducted in the Department of Potato and Vegetable Growing of the FSBSI “FSC of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika” in 2018-2020. The object of the research was 69 potato cultivars of domestic and foreign selection. The content of reducing sugars in tubers was determined immediately after harvesting and after 6 months of storage. The keeping quality of potato tubers was being evaluated during 8 months of storage in a buried storage facility with air-exhausted system at the temperature of 2-4 °C and at the relative humidity of 86-94%. 53.6 % of the studied samples (37 pcs.) had less than 0.4% of reducing sugars after harvesting in October, which meant they were suitable for processing into potato products. After 6 months of storage, the low content of reducing sugars was noted in the cultivars of Vitesse (0.59%), Dubrava (0.58%), Krinitza (0.52%), Nadezhda (0.58%). The keeping quality analysis showed that the mid-season (80%) and medium-late group (72.7%) cultivars had the best keeping quality during the years of study. The early ripeness group cultivars had the largest number of samples which were unsuitable for long-term storage - 54.1%. The longest dormant period - 6-7 months of storage - was observed in the cultivars of Vesna Belaya, Vektor, Gornyak, Dubrava, Koroleva Anna, Labella, Nadezhda, Rozhdestvensky and Chaika. The minimum natural loss weight was found in the cultivars of Labella - 1.4%, Liga - 2.0%, and Mussinsky - 2.2%. As the assessment result of the samples of the collectible nursery, the following cultivars were distinguished: Labella - very good keeping quality (95% of full-value potato yield); Rozhdestvensky (94.9%), Vesna belaya (94.5%), Mussinsky (94.1%), Vector (93.9%), Krasavchik (93.0%) – good keeping quality; Liga (92.4%), Koroleva Anna (92.2%), Gornyak (92.2%), Kazachok (91.5%), Favorit (91.3%), Gloria (91.2%), Chaika (91.3%), Nadezhda (91.1%), Dubrava (90.8%) – relative keeping quality. Thus, in consequence of the research, the varieties with good keeping quality and minimal accumulation of reducing sugars were identified - Dubrava, Nadezhda. They are recommended for recycling after long-term storage.

Key words: potato, tubers, storage, variety, keeping quality, reducing sugars.

Введение. Картофель является ценной сельскохозяйственной культурой, потребность в которой сохраняется круглый год, поэтому важным аспектом в картофелеводстве является выведение сортов, не теряющих свойства в течение периода хранения, пригодных к переработке не только сразу после сбора урожая, но и в течение всего периода хранения. Важно учитывать, что в этот период клубни картофеля испытывают изменения в силу сложных процессов на физиологическом и биохимическом уровне; наблюдаются изменения в химическом составе клубня, а также активность микроорганизмов, в том числе патогенных, в насыпи. Закономерно, что клубни тех сортов, которые характеризуются коротким периодом покоя, начинают прорастать уже в начале зимы, из-за чего отмечается повышение потерь картофеля и снижение его качества [10]. Лежкость картофеля находится в прямой зависимости от ряда аспектов, к которым относятся биологические сортовые особенности, условия выращивания – агротехника выращивания, погода, температура, влажность во время хранения и др. Сохранность клубней напрямую обусловлена качеством закладываемых на хранение клубней картофеля [5].

При содержании в клубне более 0,4-0,5 % моносахаров картофель является не пригодным для приготовления полуфабрикатов. Это связано с происходящей во время переработки ускоренной реакцией взаимодействия редуцирующих сахаров и свободных аминокислот, в результате которой образуются меланиноподобные продукты темного цвета [1].

Оценка коллекционных образцов сортов картофеля отечественной и зарубежной селекции по накоплению редуцирующих сахаров и лежкоспособности позволяет выделить сорта-источники для селекции с целью получения сортообразцов, пригодных как на продовольственные цели, так и для переработки не только в послеуборочный период, но и в процессе хранения.

Цель исследований – изучить сортообразцы картофеля отечественной и

зарубежной селекции по содержанию редуцирующих сахаров в клубнях и лежкоспособности и выделить сорта – источники для селекции на качество и переработку в условиях Приморского края.

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в отделе картофелеводства и овощеводства ФГБНУ «ФНЦ агробiotехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» в 2018-2020 гг. В качестве исходного материала были использованы 69 сортов различного происхождения, из них раннеспелые – 24; среднеранние – 19; среднеспелые – 15; среднепоздние – 11. В качестве стандартов были взяты следующие сорта: Жуковский ранний (раннеспелый), Сантэ (среднеранний), Дачный (среднеспелый), Янтарь (среднепоздний).

Редуцирующие сахара определяли сразу после уборки, а также после 6 месяцев хранения по ГОСТу 8756.13-87 [2]. Продолжительность периода покоя и потери при хранении определяли с ноября по июнь согласно Методическим указаниям по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению [7]. В период хранения картофель находился в заглубленном хранилище с приточно-вытяжной системой вентиляции при температуре - ноябрь-апрель 2-4 °С, май-июнь 4-6 °С и оптимальной относительной влажностью воздуха 86-94 %. Срок хранения 8 месяцев. Статистическую обработку выполняли в программе Past.

Результаты и обсуждение. Содержание редуцирующих сахаров обусловлено сортовыми особенностями, степенью зрелости клубней, агротехникой, условиями выращивания и хранения, а также подверженностью поражению вредителями и бактериями. Некоторые сорта способны накапливать к уборке больше редуцирующих сахаров, некоторые – меньше. На протяжении всего времени хранения их содержание меняется. Этот фактор оказывает определяющее влияние на пригодность клубней сортов картофеля к переработке в зависимости от периодов хранения [8, 11].

В исследованиях А.В. Коршунова отмечено, что сорта, относящиеся к ранне-спелому типу, ко времени уборки способны накопить большое количество редуцирующих сахаров. В отличие от них позднеспелые в момент уборки содержат меньшее их количество [11].

Результаты оценки сортов по накоплению редуцирующих сахаров после уборки показывают, что 53,6% изучаемых

образцов (37 шт.) пригодны для переработки на картофелепродукты (табл. 1).

Исследования показали, что в осенний период 58,4% изучаемых сортов ранней группы спелости (14 шт.) имели содержание редуцирующих сахаров более 0,4 %, то же время в среднеспелой и среднепоздней группе количество таких образцов составило 40 % (6 шт.) и 27,3 % (3 шт.) соответственно.

Таблица 1

Содержание редуцирующих сахаров в клубнях сортов картофеля разных групп спелости, ($\geq 0,05$) (среднее за 2018-2020 гг.)

Группа Спелости	Количество образцов, шт.	Редуцирующие сахара, %							
		осень (октябрь)				весна (март)			
		до 0,25	0,25-0,40	0,40-0,60	более 0,60	до 0,25	0,25-0,40	0,40-0,60	более 0,60
Раннеспелая	24	12,5±1,1	29,1±1,1	41,7±1,1	16,7±1,1	-	-	4,2±0,2	95,8±1,1
Среднеранняя	19	5,3±0,2	47,3±1,1	21,1±1,1	26,3±1,1	-	-	-	100,0
Среднеспелая	15	20,0±1,1	40,0±1,1	33,3±1,1	6,7±0,5	-	-	20,0±1,1	80±1,1
Среднепоздняя	11	9,1±0,5	63,6±1,1	9,1±0,5	18,2±1,1	-	-	-	100,0
Sd		5.41	12.54	12.34	6.97	-	-	8.23	8.23

Содержание редуцирующих сахаров в клубнях резко возрастает к завершению периода хранения, когда наблюдается переход от состояния покоя к прорастанию. Происходит это за счет активного гидролиза крахмала до активных форм углеводов [3]. Анализ сортообразцов после 6 месяцев хранения показал, что при температуре хранения 2-4 °С все изучаемые сорта накапливают значительное количество редуцирующих сахаров (массовая доля составляет более 0,4 %) и становятся непригодными для промышленной переработки. Для решения этой проблемы вы-

полняют рекондиционирование (прогрев клубней при повышенной температуре).

Особенно ценны такие сорта, которые могут сохранять низкое содержание редуцирующих сахаров на протяжении всего времени хранения. По нашим данным относительно невысокое содержание редуцирующих сахаров из всех изучаемых сортообразцов отмечено в сортах: ранней группы спелости – Витессе (0,59 %), среднеранней – Дубрава (0,58 %), среднеспелой – Криница, Надежда 0,52 % и 0,58 % соответственно (рис.).

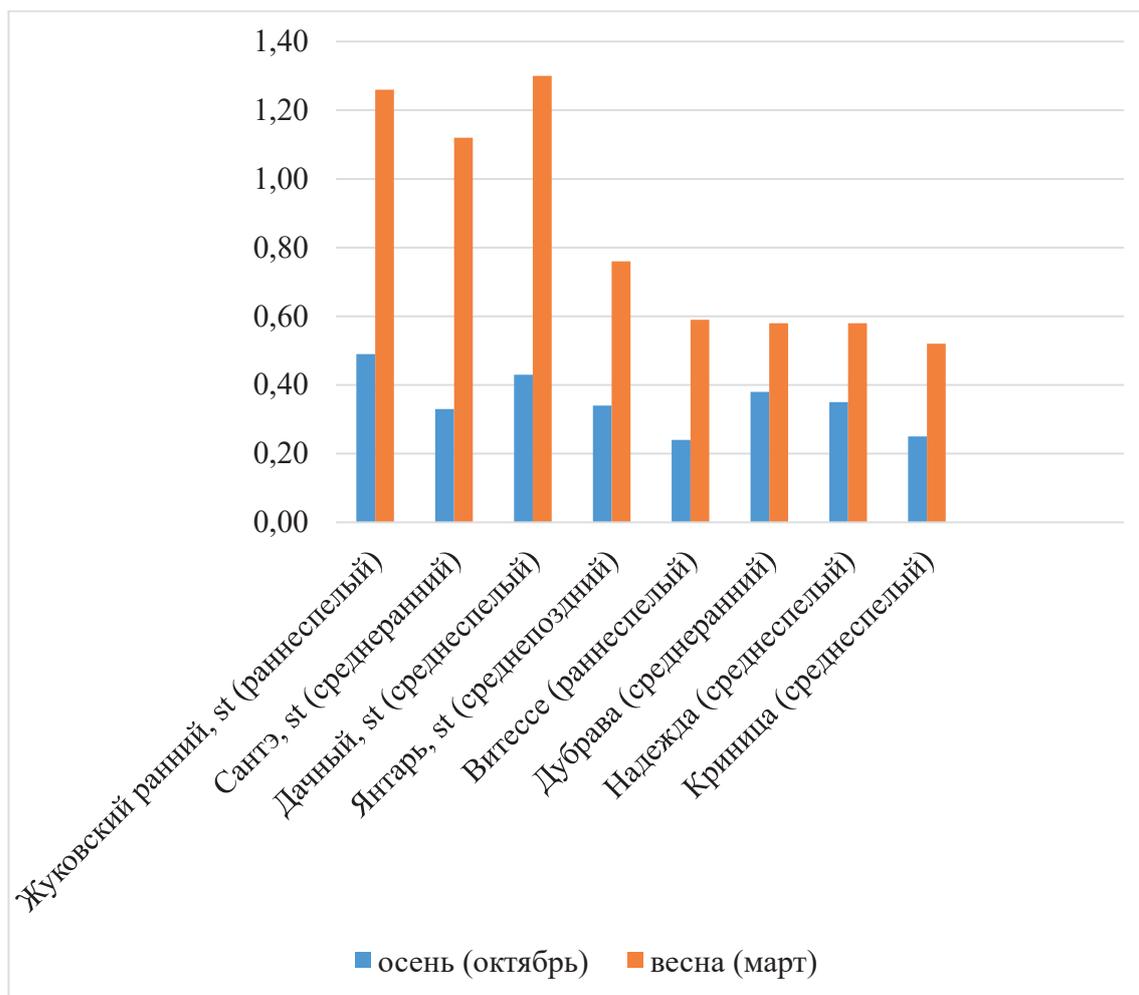


Рис. Сорта – источники с низким содержанием редуцирующих сахаров, %.

Как уже было отмечено, лёжкость картофеля находится в зависимости от биохимического состава клубня, его биологических свойств, сохраняющихся после уборки урожая в течение всего времени хранения (в состоянии глубокого физиологического покоя клубней). Временной период такого состояния обусловлен сортавыми особенностями. [4].

Анализ лежкоспособности сортов картофеля показал, что наиболее лежкими в годы изучения стали сорта среднеспелой (80 %) и среднепоздней группы (72,7 %), общие потери, включая убыль массы, не превышали 15 %. Сорта ранней группы спелости имеют наибольшее количество образцов, непригодных для длительного хранения – 54,1 %. (табл. 2).

Таблица 2

Лежкоспособность клубней картофеля (среднее 2018-2020 гг.) ($\epsilon \geq 0,05$)

Группа спелости	Количество образцов, шт.	Общие потери, включая убыль массы, %							
		до 4	4,1-5	5,1-7	7,1-9	9,1-11	11,1-13	13,1-15	Более 15
Раннеспелая	24	-	4,2±0,1	4,2±0,1	12,5±1,1	-	12,5±1,1	12,5±1,1	54,1±2,2
Среднеранняя	19	-	-	10,5±2,2	5,3±0,1	15,7±1,1	5,3±0,1	15,7±1,1	47,5±2,2
Среднеспелая	15	-	-	6,7±1,1	20±2,2	13,3±1,1	20,0±2,2	20,0±2,2	20,0±2,2
Среднепоздняя	11	-	-	9,1±1,1	9,1±1,1	27,3±2,2	9,1±1,1	18,1±1,1	27,3±2,2
Sd			1,81	2,40	5,41	9,69	5,41	2,80	14,01

Ещё одна важная характеристика сорта, определяющая лежкость клубней картофеля – это длительность периода покоя [9].

Анализ по лежкоспособности сортов картофеля из коллекционного питомника позволяет назвать образцы из разных групп спелости, обладающие ценными качествами при долгом хранении (табл. 3).

Наиболее продолжительный период покоя – 7 месяцев хранения – имеет сорт

ранней группы спелости Весна белая и среднеранние сорта Горняк и Рождественский. Клубни сортов Вектор, Дубрава, Королева Анна, Лабелла, Надежда, Чайка, вышли из состояния покоя в естественных условиях на 6 месяц хранения (апрель). Минимальный период покоя – у сортов Дачный, Глория, Муссинский, Жуковский ранний (стандарт) (период покоя закончился через 1-2 месяца после уборки).

Таблица 3

Характеристика сортов картофеля, с длительным периодом хранения (среднее за 2018-2020 гг.) ($\epsilon \geq 0,05$)

Сорт	Продолжительность периода покоя, дни	Убыль, %			Общая убыль массы, %	Выход полноценного картофеля, %
		естественная убыль	масса ростков	гниль		
Раннеспелая						
Жуковский ранний, st	60±2,0	9,7±0,2	3,7±0,1	-	13,4±0,2	86,6±2,2
Лабелла	180±2,0	1,4±0,1	3,6±0,1	-	5,0±0,1	95,0±2,2
Весна белая	210±2,0	3,1±0,1	2,4±0,1	-	5,5±0,1	94,5±2,2
Лига	120±2,0	2,0±0,1	5,6±0,2	-	7,6±0,1	92,4±2,2
Королева Анна	180±2,0	2,4±0,1	5,4±0,2	-	7,8±0,1	92,2±2,2
Глория	30±2,0	2,9±0,1	5,9±0,2	-	8,8±0,2	91,2±2,2
Среднеранняя						
Сантэ, st	120±2,0	8,8±0,25	10,7±0,2	-	19,5±0,2	80,5±2,2
Рождественский	210±2,0	2,6±0,1	2,5±0,1	-	5,1±0,1	94,9±2,2
Красавчик	150±2,0	3,8±0,1	3,2±0,1	-	7,0±0,1	93,0±2,2
Горняк	210±2,0	6,1±0,2	1,7±0,1	-	7,8±0,2	92,2±2,2
Среднеспелая						
Дачный, st	30±2,0	3,7±0,1	7,5±0,2	-	11,2±0,2	88,8±2,2
Вектор	180±2,0	6,1±0,1	3,3±0,1	2,8±0,1	6,0±0,1	93,9±2,2
Надежда	180±2,0	7,4±0,1	1,3±0,1	-	8,7±0,2	91,3±2,2
Чайка	180±2,0	6,4±0,1	2,5±0,1	-	8,9±0,2	91,1±2,2
Фаворит	120±2,0	5,3±0,1	2,5±0,1	0,9±0,1	8,7±0,2	91,3±2,2
Дубрава	180±2,0	6,1±0,1	2,5±0,1	0,6±0,1	9,2±0,2	90,8±2,2
Среднепоздняя						
Янтарь, st	120±2,0	6,9±0,1	10,5±0,1	-	18,6±0,2	81,4±2,2
Муссинский	60±2,0	2,2±0,1	3,7±0,01	-	5,9±0,2	94,1±2,2
Казачок	150±2,0	4,6±0,1	3,9±0,01	-	8,5±0,2	91,5±2,2
Sd	57.63	2.35	2.63	0.65	3.96	3.95
НСР0,05						2,58

Лежкость картофеля характеризует основной показатель – потери при хранении. Они происходят в процессе естественной убыли массы, абсолютной гнили и ростков [7]. Допустимый при длительном хранении уровень потерь за счет естественной убыли должен быть не более 8,0 % [6].

В наших исследованиях за пределы данного значения вышли стандартные сорта Жуковский ранний и Сантэ – 9,7 % и

8,8 %. Минимальная масса естественной убыли была отмечена у сортов Лабелла – 1,4%, Лига – 2,0 %, Муссинский – 2,2 %.

Масса ростков, а также абсолютная гниль значительно влияют на количество общей убыли. Масса ростков варьировалась от 1,3 до 10,7 %. Абсолютная гниль в годы изучения из выделенных образцов отмечена на сортах Дубрава – 0,6 %, Фаворит – 0,9 %, Вектор – 2,8 %.

В результате оценки сортовых особенностей лежкости выделились сорта с максимальным выходом полноценного картофеля: с очень хорошей лежкостью – Лабелла (выход полноценного картофеля 95 %); хорошей – Рождественский (94,9 %), Весна белая (94,5 %), Муссинский (94,1 %), Вектор (93,9 %), Красавчик (93,0 %); относительной – Лига (92,4 %), Королева Анна (92,2 %), Горняк (92,2 %), Казачок (91,5 %), Фаворит (91,3 %), Глория (91,2 %), Чайка (91,3 %), Надежда (91,1 %), Дубрава (90,8 %).

Выводы

Таким образом, в результате исследований выделены сорта – источники с

ценными признаками для селекции на качество и переработку:

– с минимальным содержанием редуцирующих сахаров (до 0,6%) после 6 месяцев хранения: Витессе, Дубрава, Криница, Надежда;

– по лежкоспособности (90,8-95 %) выделены 15 сортов картофеля которые сохраняют свои качества в течение всего периода хранения: Вектор, Весна белая, Глория, Горняк, Дубрава, Казачок, Королева Анна, Красавчик, Лабелла, Лига, Муссинский, Надежда, Рождественский, Фаворит, Чайка;

– по комплексу признаков сорта Дубрава, Надежда рекомендованы на переработку после длительного хранения.

Список литературы

1. Власюк, П.А. Химический состав картофеля и пути улучшения его качества / П.А. Власюк, Н.Е. Власенко, В.Н. Мицко. – Киев : Наукова думка, 1979. – 196 с.
2. ГОСТ 8756.13-87. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров. – Москва : Стандартинформ, 2010. – 10 с.
3. Гуров, В.А. Биохимия картофеля / В.А. Гуров, Г.И. Филиппова // Картофель России: [В 3 т.] / под ред. А.В. Коршунова. – Москва: Достижения науки и техники АПК, 2003. – Т.2. – С. 3-48.
4. Ким, И.В. Исходный материал для селекции картофеля на продуктивность и высокие потребительские качества в условиях Приморского края : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. сельскохозяйственных наук : 06.01.05 / Ким Ирина Вячеславовна; Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова РАСХН. - Санкт-Петербург, 2012. – 23 с.
5. Колядко, И.И. Картофель / И.И. Колядко. - Минск : Красико-Принт, 2007. – 64 с.
6. Методика прогнозирования целесообразного срока хранения (лежкости) клубней картофеля / К.А. Пшеченков, В.Н. Зейрук, И.И. Сидякина [и др.] – Москва, ВНИИКС, 2003. – 26 с.
7. Методические указания по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению / сост. К.А. Пшеченков, О.Н. Давыденкова, В.И. Седова [и др.]. – Москва : ВНИИКС, 2008. – 39 с.
8. Незаконова, Л.А. Повышение результативности отбора генотипов картофеля по пригодности к переработке на хрустящий картофель на ранних этапах селекции / Л.А. Незаконова, А.П. Пинголь // Защита картофеля. – 2011. – №1. – С. 8-13.
9. Пшеченков, К.А. Период покоя клубней и лежкость картофеля / К.А. Пшеченков, Р.П. Галимов // Картофель и овощи. – 2002. – № 8. – С. 13-14.
10. Рылко, В.А. Влияние условий хранения семенных клубней картофеля на их лежкость и продуктивные свойства / В.А. Рылко // Вестник БГСХА. – 2018. – №1. – С. 50-55.
11. Химический состав клубней // Качество картофеля и картофелепродуктов / под ред. А.В. Коршунова. – Москва: ВНИИКС, 2001. – С. 27-37. [Разд.2.1].

References

1. Vlasyuk, P.A. Khimicheskii sostav kartofelya i puti uluchsheniya ego kachestva (The chemical composition of potatoes and ways to improve its quality), P.A. Vlasyuk, N.E. Vlasenko, V.N. Mitsko, Kiev, Naukova dumka, 1979, 196 p.
2. GOST 8756.13-87. Produkty pererabotki plodov i ovoshchei. Metody opredeleniya Sakharov (By-products of fruits and vegetables. Methods for the determination of sugars), Moskva, Standartinform, 2010, 10 p.
3. Gurov, V.A. Biokhimiya kartofelya (Potato biochemistry), V.A. Gurov, G.I. Filippova, Kartofel' Rossii [V 3 t.], pod red. A.V. Korshunova, Moskva, Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2003, T.2, PP. 3-48.
4. Kim, I.V. Iskhodnyi material dlya selektsii kartofelya na produktivnost' i vysokie potrebitel'skie kachestva v usloviyakh Primorskogo kraia : avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. sel'skokhozyaistvennykh nauk : 06.01.05 (Source material for breeding potatoes for productivity and high consumer qualities in the Primorsky Territory: Abstract of Ph.D. thesis: 06.01.05), Kim Irina Vyacheslavovna, Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut rasteniyevodstva im. N.I. Vavilova RASKhN, Sankt-Peterburg, 2012, 23 p.
5. Kolyadko, I.I. Kartofel' (Potatoes), Minsk, Krasiko-Print, 2007, 64 p.
6. Metodika prognozirovaniya tselesoobraznogo sroka khraneniya (lezhkosti) klubnei kartofelya (Predicting methodology of the appropriate storage period (keeping quality) of potato tubers), K.A. Pshechenkov, V.N. Zeiruk, I.I. Sidiyagina [i dr.], Moskva, VNIKKh, 2003, 26 p.
7. Metodicheskie ukazaniya po otsenke sortov kartofelya na prigodnost' k pererabotke i khraneniyu (Guidelines for evaluating of potato varieties for suitability for processing and storage), sost. K.A. Pshechenkov, O.N. Davydenkova, V.I. Sedova [i dr.], Moskva, VNIKKh, 2008, 39 p.
8. Nezakonova, L.A. Povyshenie rezul'tativnosti otbora genotipov kartofelya po prigodnosti k pererabotke na khrustyashchii kartofel' na rannikh etapakh selektsii (Increase of the efficiency of the selection of potato genotypes for suitability for processing into crisp potatoes at the early stages of selection), L.A. Nezakonova, A.P. Pingol', Zashchita kartofelya, 2011, No 1, PP. 8-13.
9. Pshechenkov, K.A. Period pokoya klubnei i lezhkost' kartofelya (Dormant period of tubers and keeping quality of potatoes), K.A. Pshechenkov, R.P. Galimov, Kartofel' i ovoshchi, 2002, No 8, PP. 13-14.
10. Rylko, V.A. Vliyanie uslovii khraneniya semennykh klubnei kartofelya na ikh lezhkost' i produktivnye svoistva (Influence of storage conditions of potato seed tubers on their keeping quality and productive properties), V.A. Rylko, Vestnik BGSKhA, 2018, No1, PP. 50-55.
11. Khimicheskii sostav klubnei. Kachestvo kartofelya i kartofeleproduktov (The chemical composition of tubers. The quality of potatoes and potato products), pod red. A.V. Korshunova, Moskva, VNIKKh, 2001, PP. 27-37, [Razd.2.1].

Информация об авторах

Волков Дмитрий Игоревич, заведующий отделом картофелеводства и овощеводства ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», аспирант, 692539, Приморский край, г. Уссурийск, п. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30, тел. 8(4234) 39-23-81, e-mail: volkov_dima@inbox.ru;

Ким Ирина Вячеславовна, ведущий научный сотрудник научный сотрудник отдела картофелеводства и овощеводства ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», кандидат сельскохозяйственных наук, 692539, Приморский край, г. Уссурийск, п. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30, тел. 8(4234) 39-23-81, e-mail: kimira-80@mail.ru;

Гисюк Александр Александрович, младший научный сотрудник отдела картофелеводства и овощеводства ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», магистрант, 692539, Приморский край, Уссурийск, п. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30, тел. 8(4234) 39-23-81, e-mail: gisyuk@mail.ru;

Клыков Алексей Григорьевич, заведующий отделом селекции и биотехнологии сельскохозяйственных культур ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», д-р биол. наук, чл.-корр. РАН, 692539, Приморский край, Уссурийск, п. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30, тел. 8(4234) 39-23-81, e-mail: alex.klykov@mail.ru.

Information about the authors

Dmitry I. Volkov, Head of the Department of Potato and Vegetable Growing, Postgraduate Student; Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East Named after A. K. Chaika; 30, Volozhenina str., stl. Timiryazevsky, Ussuriysk, Primorsky Krai, Russia; 692539; phone number: 8(4234) 39-23-81, e-mail: volkov_dima@inbox.ru;

Irina V. Kim, Candidate of Agricultural Sciences, Leading researcher at the Department of Potato and Vegetable Growing; Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East Named after A. K. Chaika; 30, Volozhenina str., stl. Timiryazevsky, Ussuriysk, Primorsky Krai, Russia; 692539; phone number: 8(4234) 39-23-81, e-mail: kimira-80@mail.ru;

Aleksandr A. Gisyuk, Researcher at the Department of Potato and Vegetable Growing, Student of Master Program; Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East Named after A. K. Chaika; 30, Volozhenina str., stl. Timiryazevsky, Ussuriysk, Primorsky Krai, Russia; 692539; phone number: 8(4234) 39-23-81, e-mail: gisyuk@mail.ru;

Aleksey G. Klykov, Doctor of Biological Sciences, the Corresponding Member of RAS, 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; 30, Volozhenina str., stl. Timiryazevsky, Ussuriysk, Primorsky Krai, Russia; 692539; phone number: 8(4234) 39-23-81, e-mail: alex.klykov@mail.ru.

УДК 634.723.1+633.1:631.527

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-1-13-21

Зарицкий А.В., канд. с.-х. наук, доцент;

Пакулина А.П., доктор хим. наук, профессор

СОДЕРЖАНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ЧЁРНОЙ СМОРОДИНЕ КАК КРИТЕРИЙ В СЕЛЕКЦИОННОМ ОТБОРЕ

© Зарицкий А.В., Пакулина А.П., 2021

Резюме. В статье приведены результаты исследования химического состава ягод черной смородины сортов и перспективных гибридов селекции ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ в сравнении с сортами уральской и сибирской селекции. Массовая доля титруемых кислот в пересчёте на яблочную кислоту составляет от 0,62 % (сорт Хвойный аромат) до 2,57 % (сорт Атлант). Зольность ягод сортов Добрый джинн и 2-21 составляет 1,12 %. Наибольшее

количество аскорбиновой кислоты содержится в ягодах и листьях смородины сорта Амурский консервный (204,4 мг/100 г и 65 мг/100 г соответственно). Наибольшее содержание витамина С было определено в почках гибрида 9-26 (109,5 мг/100 г). Содержание витамина С в инорайонных сортах смородины было меньше, чем в амурских сортах и перспективных гибридах. Сорта и гибриды селекции Дальневосточного ГАУ отличаются исключительной зимостойкостью и устойчивостью к комплексу неблагоприятных факторов летнего периода (засухоустойчивость, жаростойкость), устойчивостью к мучнистой росе, почковому клещу, смородиновой стекляннице. Полученные данные по содержанию витамина С в почках, листьях и ягодах смородины являются основой для дальнейшего изучения и возможности использования в селекционном отборе.

Ключевые слова: смородина чёрная, аскорбиновая кислота, селекция.

UDC 634.723.1+633.1:631.527

A.V. Zaritsky, Cand. Agr. Sci., Associate Professor;

A.P. Pakusina, Dr. Chem. Sci., Professor

ASCORBIC ACID CONTENT IN BLACK CURRANT AS A CRITERION IN SELECTION PROCESS

Abstract. The article presents the results of the study of the chemical composition of black currant berries of the cultivars and perspective hybrids of the Far Eastern State Agrarian University in comparison with varieties of the Ural and Siberian selection. The mass fraction of titratable acids in recalculation to malic acid ranges from 0.62 % (Coniferous aroma cultivar) to 2.57 % (Atlant cultivar). The berry ash content of the cultivars of Kind Gin and 2-21 is 1.12 %. The largest amount of ascorbic acid is found in currant berries and currant leaves of the Amur canning cultivar (204.4 mg/100 g and 65 mg/100 g, respectively). The highest content of vitamin C is determined in the buds of the hybrid 9-26 (109.5 mg / 100 g). The content of vitamin C in foreign currant cultivars of other regions was lower than in Amur cultivars and perspective hybrids. Cultivars and hybrids of selection of the Far Eastern State Agrarian University are distinguished by exceptional winter hardiness and resistance to a complex of unfavorable factors of the summer period (drought resistance, heat resistance), resistance to powdery mildew, bud mite, currant glass worm. The obtained data on the content of vitamin C in the buds, leaves and berries of currants are the basis for further study and possible use in breeding selection.

Key words: black currant, ascorbic acid, selection.

Введение. Ягоды чёрной смородины являются источником органических кислот, микроэлементов, полифенольных соединений, которые необходимы для использования в индустрии здорового и диетического питания [1]. Высокая антиоксидантная способность ягод обусловлена наличием антоцианов [2]. Ягоды смородины содержат антиканцерогенные

вещества [11,16]. Органические кислоты, содержащиеся в ягодах смородины, легко усваиваются пищеварительной системой человека, принося такие эффекты, как сильная антиоксидантная, антибактериальная и противовирусная активность, способность ингибировать мутации ДНК и предотвращать некоторые виды рака [2]. Это определяет актуальность изуче-

ния селекционно-технологических критериев оценки ягод чёрной смородины [8], поэтому многочисленные публикации посвящены исследованию биохимического состава ягод чёрной смородины [3]. Аскорбиновая кислота является необходимым компонентом, повышающим устойчивость растений чёрной смородины к неблагоприятным факторам внешней среды [14]. Содержание витамина С во многом определяется почвенно-климатическими условиями выращивания чёрной смородины и сортовыми особенностями [15].

Исследование химического состава ягод, в том числе и содержание аскорбиновой кислоты, проводится во многих научно-исследовательских учреждениях, как занимающихся выведением новых сортов смородины, так и проводящих сравнительную оценку уже существующих сортов на предмет возможности их выращивания в конкретных почвенно-климатических условиях [2,5].

Важным вопросом является изучение содержания аскорбиновой кислоты в вегетативных и генеративных органах чёрной смородины. Эти данные могут быть необходимы как для оценки возможной устойчивости растений к воздействию комплекса неблагоприятных факторов, так и для использования в раннем отборе на качество ягод, ещё до вступления гибридного сеянца в пору хозяйственного плодоношения. Эти знания позволят выполнить отбор среди гибридов до высадки их в селекционный сад на плодоношение.

Целью данной работы явилось изучение содержания аскорбиновой кислоты в почках, листьях и ягодах чёрной смородины амурской и инорайонной селекции. В задачи исследования входило сравнение количества аскорбиновой кислоты в вегетативных и генеративных органах амурских и инорайонных сортов черной смородины, что имеет большое значение в селекционном процессе для раннего отбора.

Объекты и методы исследований.

В качестве объектов исследования служили почки, собранные 24 марта 2020, листья, собранные 11 июня 2020 г., и ягоды,

собранные 20 июля 2020 г., смородины чёрной. Были использованы сорта и перспективные гибриды селекции ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ: Амурский консервный, Малютка, Хвойный аромат, Новосел, 2-21, 9-26. Инорайонные сорта: Добрый джинн, Пигмей (ФГБНУ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук), Баритон (ФГБНУ Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий), Нюрсинка (ОГУП «Бакчарское»), Атлант (ГНУ Свердловская Селекционная Станция Садоводства).

Сорта и гибриды селекции Дальневосточного ГАУ отличаются исключительной зимостойкостью и устойчивостью к комплексу неблагоприятных факторов летнего периода (засухоустойчивость, жаростойкость), устойчивостью к мучнистой росе, почковому клещу, смородиновой стекляннице. Амурский консервный, Новосел, Хвойный аромат и Малютка внесены в государственный реестр селекционных достижений.

Сорт Амурский консервный имеет ягоды сладко-кислого вкуса, с сухим отрывом, ароматные. Оценка вкуса 3 балла. Масса ягод 0,8-1,1 грамма.

Сорт Новосел имеет ягоды округлой формы, черной окраски, кисло-сладкого вкуса (4 балла), созревают во второй-третьей декаде июля, является самым ранним по срокам созревания среди амурских сортов. Плодоносит с двухлетнего возраста. Средняя масса одной ягоды 1,1 г.

Сорт Хвойный аромат отличается ягодами округлой формы с сильным ароматом, напоминающим запах хвои, кисло-сладкого вкуса (4 балла), ягоды созревают в третьей декаде июля, сбор - в один-два приема. Средняя масса одной ягоды 1,2 г.

Сорт Малютка отличается от остальных сортов амурской селекции большей величиной ягод. Масса ягод варьирует в пределах 1,5-2,0 г. Ягоды округло-плосковатые, розовые при наливе, чёрные в съёмной зрелости, кисловато-сладкого вкуса (4,5 балла), созревают неравномер-

но. Значительная часть урожая у Малютки теряется ещё до наступления съёмной зрелости из-за высокой осыпаемости ягод. Последнее является серьёзным препятствием для продвижения сорта в промышленное производство.

Гибриды 9-26 и 2-21 находятся на этапе первичного сортоизучения. Гибрид 9-26 является самым крупноплодным среди сортов и гибридов амурской селекции. Масса ягод 1,7-3,0 грамма, урожайность



Рис. 1. Сорт чёрной смородины Амурский консервный.



Рис. 2. Сорт чёрной смородины Малютка.



Рис. 3. и 4. Гибрид чёрной смородины 9-26.

Витамин С в почках и листьях смородины определяли по ГОСТ 24556-89 «Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения витамина С». Метод основан на экстрагировании витамина С раствором кислоты (смесью уксусной и метафосфорной) с последующим титрованием визуально раствором 2,6 - дихлорфенолиндофенолята натрия (реактива Тильманса) до установления светло-розовой окраски.

Массовую долю витамина С в ягодах смородины определяли йодатометриче-

на уровне районированных сортов и выше, хорошая оценка вкуса ягод и высокие товарные качества (привлекательность внешнего вида), не осыпается. Урожай может быть убран за один приём. По срокам созревания сравним с сортами Амурский консервный и Малютка. Гибрид 2-21 отличается приземистостью куста, что в условиях малоснежной амурской зимы является дополнительным фактором, повышающим зимостойкость этой культуры.

ским методом по Б.П. Плешкову, который основан на экстрагировании витамина С раствором кислоты (смесью соляной и щавелевой) с последующим титрованием визуально раствором йодата калия ($KIO_3 + KI$) в присутствии крахмала до установления сине-фиолетовой окраски.

Результаты исследований и их обсуждение. Содержание аскорбиновой кислоты в амурских сортах и гибридах было значительно больше, чем в инорайонных сортах (таблица 1). В почках смородины амурских сортов количество витамина С

превышало в 1,7 раза, в листьях – в 1,36 раза, в ягодах – в 1,8 раза содержание аналогичных показателей в инорайонных сортах. Наибольшее количество аскорбиновой кислоты содержалось в ягодах и листьях смородины сорта Амурский консервный, наименьшее - в ягодах сорта Нюрсинка и в листьях сорта Баритон. Наибольшее содержание витамина С было определено в почках гибрида 9-26.

Содержание аскорбиновой кислоты в ягодах чёрной смородины находится в диапазоне от 52,97 до 2779,30 мг/100 г [12]. Для дикорастущей смородины и культурных сортов смородины, произрастающей в Московской, Вологодской, Тамбовской области, автор работы [4] указывает содержание витамина С в почках 22,5-71,2 мг/100 г, в листьях 60,4-191,2 мг/100 г. В ягодах сибирских сортов содержание витамина С составляет от 124,6 (сорт Лана) до 247,6 мг/100 г (сорт Сумрак) [3,8]. В почках смородины содержание аскорбиновой кислоты больше, чем в листьях. В

почках содержание витамина С составляло 33,5 - 109,5 мг/100 г, в листьях 31,3 - 65,4 мг/100 г. Массовая доля титруемых кислот в пересчёте на яблочную кислоту составляет от 0,62 % (сорт Хвойный аромат) до 2,57 % сорт Атлант). Кислотность в ягодах сибирских сортов более высокая: 2,55 % (сорт Ника) - 4,37 % (сорт Радость) [3,8]. Массовая доля титруемых кислот - это показатель, который наряду с сахарами обуславливает вкус ягод смородины. Среди органических кислот в ягодах смородины преобладают лимонная, яблочная и янтарная кислоты. В ягодах смородины обнаружены элларговая кислота (5,76 мг/100 г), фумаровая кислота (8,98 мг/100 г), лимонная кислота (12,13 мг/100 г), яблочная кислота (7,14 мг/100 г) [15]. Зольность характеризует количество минеральных веществ в ягодах смородины. Смородина богата кальцием, железом, магнием, фосфором, калием, натрием, цинком, медью, марганцем. Наибольшая зольность у сортов 2-21 и Добрый джин и составляет 1,12 %.

Таблица 1

Содержание аскорбиновой кислоты в чёрной смородине, мг/100 г

Сорт смородины	В почках	В листьях	В ягодах	В ягодах, согласно сортовым характеристикам оригинатора
Добрый джинн	33,5±12,4	47,7±5,9	101,8±17,7	213,3
Пигмей	59,4±12,4	37±5,9	101,5±17,7	-
Атлант	42,3±12,4	39,4±5,9	94,4±17,7	-
Баритон	63,5±12,4	31,3±5,9	79,2±17,7	137,1
Нюрсинка	45,1±12,4	38,2±5,9	60,4±17,7	137,8
В среднем по инорайонным сортам	48,76±12,4	38,72±5,9	87,46±17,7	162,7
Малютка	79,6±14,5	36,0±6,2	158,4±38,5	215,0
Амурский консервный	82,1±14,5	65,4±6,2	204,4±38,5	346,0
Новосёл	74,7±14,5	55,7±6,2	173,5±38,5	151,0
2-21	80,6±14,5	55,3±6,2	100,1±38,5	-
Хвойный аромат	74,3±14,5	47,7±6,2	191,7±38,5	243,2
9-26	109,5±14,5	55,7±6,2	129,4±38,5	-
В среднем по амурским сортам и гибридам	84,2±14,5	52,6±6,2	155,4±38,5	238,75

Высокая разница содержания витамина С у амурских и инорайонных сортов обусловлена как сортовыми особенностями, так и разницей в реакции на изменение внешних условий выращивания. Так, содержание витамина С в сортах Добрый джинн, Баритон и Нюрсинка вдвое ниже заявленных оригинаторами характеристик [9]. У амурских сортов Малютка, Амурский консервный и Новосёл снижение содержания витамина С в сравнении с многолетними данными составило 1,4; 1,93 и 1,3 раза соответственно. У сорта Хвойный аромат, наоборот, было отмечено более высокое содержание аскорбиновой кислоты, чем в сортовой характеристике в 1,14 раз.

В ходе исследований проведена статистическая проверка данных на наличие корреляционной зависимости. Проанализировав данные по содержанию аскорбиновой кислоты в сортах и гибридах чёрной смородины в вегетативных органах и ягодах, были выявлены некоторые особенности. Так, у всех сортов наблюдалась средняя (умеренная) зависимость содержания аскорбиновой кислоты в вегетативных органах и плодах. Коэффициент корреляции варьировал в пределах 0,52-0,60. При анализе сортов амурской и инорайонной селекции, для сортов Пигмей, Атлант, Баритон, Нюрсинка была отмечена слабая положительная корреляция между содержанием аскорбиновой кислоты в листьях и ягодах ($r = 0,44$), сильная отрицательная зависимость между содержанием витамина С в почках и листьях ($r = -0,9$). У амурских сортов и гибридов подобной зависимости выявлено не было. Для амурских сортов и гибридов (Малютка, Амур-

ский консервный, Новосёл, 2-21, Хвойный аромат, 9-26) с содержанием витамина С в почках и ягодах отмечалась умеренная отрицательная корреляция ($r = -0,46$). Столь разнящиеся результаты по взаимосвязи содержания витамина С в вегетативных органах и ягодах, возможно, связаны с сортовыми различиями, маленьким объёмом выборки. В этом случае необходимы более масштабные исследования с большим количеством сортов. Использование зависимости содержания витамина С в вегетативных органах для раннего отбора сеянцев в селекционном саду, по нашему мнению, не представляется возможным, так как даже в случае средней зависимости высока вероятность браковки ценного селекционного материала.

Заключение. Сорта и гибриды чёрной смородины селекции Дальневосточного ГАУ имеют более высокие показатели содержания витамина С, чем инорайонные сорта, как по своим сортовым характеристикам, так и по данным наших исследований. Это делает их более ценными по своим пищевым свойствам и даёт возможность использовать их в селекции в качестве источника этого признака. На основании корреляционного анализа установлена прямая достоверная зависимость между содержанием витамина С в вегетативных органах и ягодах чёрной смородины 11 сортов и гибридов. Полученные данные по содержанию витамина С в почках, листьях и ягодах являются основой для дальнейшего изучения и возможности использования в селекционном отборе для получения растений с высоким содержанием практически полезных нутриентов.

Список литературы

1. Акимов, М.Ю. Новые селекционно-технологические критерии оценки плодовой и ягодной продукции для индустрии здорового и диетического питания / М.Ю. Акимов // Вопросы питания. - Том 89. - № 4. - 2020. - С. 244–254.
2. Акуленко, Е.Г. Биохимическая оценка сортообразцов и гибридов смородины черной селекции ВНИИ Люпина / Е. Г. Акуленко, Е.Я. Юхачева, Л.И. Зуева // Плодоводство и ягодоводство России. - 2012. - Т.32. - № 1. - С. 13–18.
3. Макаркина, М.А. Характеристика сортов смородины черной по содержанию сахаров и органических кислот / М.А. Макаркина, Т.В. Янчук // Современное садоводство. – 2010. – № 2 (2). – С. 9–12.

4. Попова, Т.С. Фармакогностическое изучение и стандартизация почек и листьев смородины чёрной (*Ribes nigrum* L.), автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. фармацевтических наук: 14.04.02 / Попова Татьяна Сергеевна; Первый моск. гос. мед. ун-т. им. И.М. Сеченова. - Москва, 2017. - 24 с.
5. Причко, Т.Г. Биохимические показатели качества ягод смородины с учетом сортовых особенностей / Т.Г. Причко, В.В. Яковенко, М.Г. Германова // Плодоводство и виноградарство Юга России. - 2017. - № 45(03). – С. 105–113.
6. Северин, В.Ф. Зимостойкость генеративных органов смородины черной и её урожайность / В.Ф. Северин, Е.В. Рыбачук, И.В. Селезнёва // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2011. - № 10(84). - С.19–23.
7. Чевычелов, А.П. Влияние почвенно-климатических условий на содержание витамина С в ягодах черной смородины / А.П. Чевычелов, О.Г. Горохова, Т.С. Коробкова // Садоводство. - 2010. - №10. – С. 29–34.
8. Чиркова, Е.С. Влияние режимов замораживания на химический состав и товарное качество ягод смородины черной (*Ribes nigrum* L.) сибирских сортов / Е.С. Чиркова, Г.Г. Чепелева // Вестник КрасГАУ. - 2016. - № 2. - С. 82-98.
9. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию: Том 1. Сорты растений, URL: <https://reestr.gossortrf.ru/search/vegetable/> (дата обращения 23.11.2020).
10. Boehning, A.L. Cell type-dependent effects of ellagic acid on cellular metabolism / A.L. Boehning, S.A. Essien, E.L. Underwood, P.K. Dash, D. Boehning // Biomedicine & Pharmacotherapy, 2018. - Vol. 106. - PP. 411–418.
11. Borges, G. Identification of flavonoid and phenolic antioxidants in black currants, blueberries, raspberries, red currants, and cranberries. / G. Borges, A. Degeneve, W. Mullen. and A. Crozier // Journal of Agricultural and Food Chemistry. - 2010. - Vol. 58. - PP. 3901–3909.
12. Gerçekcioglu, R., Bayazit, S., Edizer, Y. and Cekic C. Performance of some currant (*Ribes* sp.) varieties in Tokat ecology / III National Grape Fruits Symposium, Kahramanmaras. 2009. - PP. 308–313.
13. Gündesli, M.A. Polyphenol content and antioxidant capacity of berries: A review / M.A. Gündesli, N. Korkman, V. Okatan // International Journal of Agriculture, Forestry and Life Sciences. - 2019. - Vol. 3(2). - PP. 350–361.
14. Kirina, I.V. Biochemical assesment of berry crops as a source of production of functional food products / I.V. Kirina, F.G. Belostokhov, L.V. Titova, I.A. Suraykina, V.F. Pulpitow // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2020. - Vol. 548(8), 082068.
15. Okatan, V. Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated berry species: A comparative study / V. Okatan // Folia Horticulturae. - 2020. - Vol. 32(1) - PP. 79-85.
16. Pereira, C.C. Evaluation of the bioaccessibility of minerals from blackberries, raspberries, blueberries and strawberries / C.C. Pereira, E.N. Da-Silva, A.O. De-Souza, M.A. Vieira, A.S. Ribeiro and S. Cadore // Journal of Food Composition and Analysis. - 2018. - Vol. 68. - PP. 73–78.

References

1. Akimov, M.Yu. Novye selektsionno-tekhnologicheskie kriterii otsenki plodovoi i yagodnoi produktsii dlya industrii zdorovogo i dieticheskogo pitaniya (New breeding and technological evaluation criteria for fruit and berry products for the healthy and dietary food industry), M.Yu. Akimov, *Voprosy pitaniya*, Tom 89, No 4, 2020, PP. 244–254.
2. Akulenko, E.G. Biokhimicheskaya otsenka sortoobraztsov i gibridov smorodiny chernoi selektsii VNIИ Lyupina (Biochemical evaluation of cultivar examples and hybrids of black

currant selection of the Lupin Research Institute), E. G. Akulenko, E.Ya. Yukhacheva, L.I. Zueva, *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*, 2012, T.32, No 1, PP. 13 –18.

3. Makarkina, M.A. Kharakteristika sortov smorodiny chernoï po sodержaniyu sakharov i organicheskikh kislot (Characteristics of black currant varieties according to the content of sugars and organic acids), M.A. Makarkina, T.V. Yanchuk, *Sovremennoe sadovodstvo*, 2010, No 2 (2), PP. 9–12.

4. Popova, T.S. Farmakognosticheskoe izuchenie i standartizatsiya pochek i list'ev smorodiny chernoï (*Ribes nigrum* L.) (The study of pharmacognosy quality and standardization of the buds and leaves of black currant (*Ribes nigrum* L.), avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. farmatsevticheskikh nauk: 14.04.02 / Popova Tat'yana Sergeevna; Pervyi mosk. gos. med. un-t. im. I.M. Sechenova, Moskva, 2017, 24 p.

5. Prichko, T.G. Biokhimicheskie pokazateli kachestva yagod smorodiny s uchedom sortovykh osobennostei (Biochemical indicators of the quality of currant berries, taking into account varietal characteristics), T.G. Prichko, V.V. Yakovenko, M.G. Germanova, *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*, 2017, No 45(03), PP. 105 –113.

6. Severin, V.F. Zimostoïkost' generativnykh organov smorodiny chernoï i ee urozhainost' (Winter hardiness of generative organs of black currant and its yield), V.F. Severin, E.V. Rybachuk, I.V. Selezneva, *Vestnik Altaïskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2011, No 10(84), PP.19 –23.

7. Chevychelov, A.P. Vliyanie pochvenno-klimaticheskikh uslovii na so-derzhanie vitamina S v yagodakh chernoï smorodiny (Influence of soil and climatic conditions on the content of vitamin C in black currant berries), A.P. Chevychelov, O.G. Gorokhova, T.S. Korobkova, *Sadovodstvo*, 2010, No 10, PP. 29–34.

8. Chirkova, E.S. Vliyanie rezhimov zamorazhivaniya na khimicheskii so-stav i tovarnoe kachestvo yagod smorodiny chernoï (*Ribes nigrum* L.) sibirskikh sortov (The effect of freezing regimes on the chemical composition and commercial quality of black currant berries (*Ribes nigrum* L.) of Siberian varieties), E.S. Chirkova, G.G. Chepeleva, *Vestnik KrasGAU*, 2016, No 2, PP. 82-98.

9. Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispol'zovaniyu: Tom 1, Sorta rastenii (State Register of breeding achievements approved for use: Volume 1. Plant varieties), URL: <https://reestr.gossortrf.ru/search/vegetable> (data obrashcheniya 23.11.2020).

10. Boehning, A.L. Cell type-dependent effects of ellagic acid on cellular metabolism, A.L. Boehning, S.A. Essien, E.L. Underwood, P.K. Dash, D. Boehning, *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 2018, Vol. 106, PP. 411–418.

11. Borges, G. Identification of flavonoid and phenolic antioxidants in black currants, blueberries, raspberries, red currants, and cranberries, G. Borges, A. Degeneve, W. Mullen. and A. Crozier, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2010, Vol. 58, PP. 3901–3909.

12. Gerçekcioglu, R., Bayazit, S., Edizer, Y. and Cekic C. Performance of some currant (*Ribes* sp.) varieties in Tokat ecology, III National Grape Fruits Symposium, Kahramanmaras. 2009, PP. 308–313.

13. Gündesli, M.A. Polyphenol content and antioxidant capacity of berries: A review, M.A. Gündesli, N. Korkman, V. Okatan, *International Journal of Agriculture, Forestry and Life Sciences*, 2019, Vol. 3(2), PP. 350–361.

14. Kirina, I.V. Biochemical assesment of berry crops as a source of production of functional food products, I.V. Kirina, F.G. Belostokhov, L.V. Titova, I.A. Suraykina, V.F. Pulpitow, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020, Vol. 548(8), 082068.

15. Okatan, V. Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated berry species: A comparative study, *Folia Horticulturae*, 2020, Vol. 32(1), PP. 79-85.

16. Pereira, C.C. Evaluation of the bioaccessibility of minerals from blackberries, raspberries, blueberries and strawberries, C.C. Pereira, E.N. Da-Silva, A.O. De-Souza, M.A. Vieira, A.S. Ribeiro and S. Cadore, *Journal of Food Composition and Analysis*, 2018, Vol. 68, PP. 73–78

Информация об авторах

Зарицкий Александр Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры садоводства, селекции и защиты растений ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет, 675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86; e-mail: zaritskii_al@mail.ru, тел. 8 (4162) 99-51-75;

Пакусина Антонина Павловна, доктор химических наук, профессор кафедры химии ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет, 675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86; e-mail: pakusina.a@yandex.ru.

Information about the authors

Aleksandr V. Zaritsky, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Gardening, Plant Breeding and Protection; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnikeskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; 675005; phone number: 8 (4162) 99-51-75; e-mail: zaritskii_al@mail.ru;

Antonina P. Pakusina, Doctor of Chemical Sciences, Professor; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnikeskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; 675005; e-mail: pakusina.a@yandex.ru.

УДК 635.21

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-1-21-27

Ищенко Е.А., старший научный сотрудник лаборатории овощеводства ФГБНУ ДВНИИСХ;

Свадкова Р.М., научный сотрудник лаборатории овощеводства ФГБНУ ДВНИИСХ;

Кищенко А.В., старший научный сотрудник, Хабаровский федеральный исследовательский центр ДВО РАН Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства.

РАЗВИТИЕ КАРТОФЕЛЬНЫХ СЕЯНЦЕВ ДО МОМЕНТА ПИКИРОВКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЕРВИЧНОГО СУБСТРАТА

© Ищенко Е.А., Свадкова Р.М., Кищенко А.В., 2021

Резюме. Выращивание картофельной рассады на первичных этапах селекции - сложный и трудоёмкий процесс. Целью настоящего исследования является разработка экономичных методов её производства, позволяющих снизить потери семян и повысить их всхожесть, сократить затраты рабочего времени, удешевить процесс, что увеличит выход гибридных сеянцев. За основу нового производства было принято использование гидрогеля, предварительно подготовленного к высеву гибридных семян. Вариантами данного опыта являлись шарики гидрогеля различных производителей, замоченные в водопроводной воде, органоминеральном удобрении и растворе Кноппа. В качестве контроля выступила дерново - компостная почвенная смесь, рекомендованная всероссийским научно – исследовательским институтом картофельного хозяйства и подвергнутая стерилизации (автоклавированию) и без проведения таковой. В первом варианте (на стерильной почве) общее число взошедших

семян в среднем было около 30 шт. или 60%, при этом длина ростков колебалась от 14 до 57 мм. Во втором варианте (на нестерильной почве) всхожесть была несколько меньше и составила около 44%, с длиной ростков от 5 до 55 мм. В вариантах с третьего по седьмой при практически одинаковой всхожести (40-64%) наблюдалась массовая гибель ростков при их длине от 5 до 25 мм. Только в варианте с гидрогелем фирмы «Агрикола», замоченном в растворе Кноппа, всхожесть семян составила в среднем 53% при длине ростков от 31 до 55 мм, при этом ростки были здоровые.

Ключевые слова: всхожесть, ботанические семена, сеянец, росток, грунт, оплодотворение, нескрещиваемость.

UDC 635.21

E.A. Ishchenko, Senior Researcher of the Laboratory of Vegetable Growing;

R.M. Svadkova, Researcher of the Laboratory of Vegetable Growing;

A.V. Kishchenko, Senior Researcher

DEVELOPMENT OF POTATO SEEDLINGS BEFORE PICKING DEPENDING ON THE PRIMARY SUBSTRATE

Abstract. Growing of potato seedlings on the primary stages of selection is a complicated and laborious process. The aim of this research is the working out of economic methods of potato seedling production allowing to lower seeds loss and to raise their germination, to shorten the work time expenditures, to reduce the price of the process, which will increase an output of hybrid seedlings. The hydro gel use prepared before for the hybrid seeds sowing became the base of new production. Hydrogel small balls of different produces, soaked in the water from water-line, organo-mineral fertilizer and Knop's solution were the variants of this experiment. The soddy-compost soil mixture recommended by the All-Russian Scientific Research Institute of Potato Farming and subjected to sterilization (autoclaving) and without sterilization was used as a control. In the first variant (on the sterile soil) the common number of germinated seeds on the average was near 15 pieces, or 60 %, and sprout length fluctuated from 14 to 57 mm. In the second variant (on the non-sterile soil) germination was some less and made up near 44%, with sprout length from 5 to 55 mm. In the third to seventh variants the mass death of sprouts with the length from 5 to 25 mm was watched with practically the same germination. Only in the variant with hydro gel of the firm «Agricola», soaked in Knop's solution, the seeds germination made up on the average 53% with the sprouts length from 31 to 55 mm, and here sprouts were healthy.

Key words: germination, botanical seeds, seedlings, sprout, soil, fertilization, non-breeding.

Введение. Селекция картофеля состоит из нескольких этапов, одним из которых является получение развитых растений из настоящих (ботанических семян). На сегодняшний день это достигается путём посева семян на рассаду в подготовленную почву в ящики или теплицы с дальнейшей пикировкой в горшки или грядки для получения одно клубнёвок (рамш).

Однако, на данном этапе возникает ряд трудностей, таких как снижение всхожести семян, обусловленное наличием в почве возбудителей болезней, необходимость прополки сорняков, неравномерность заделки семян (вызванная их маленьким размером). Использование искусственных грунтов на основе торфа приводят к неравномерному появлению всходов во времени и, как следствие, уг-

нетению одних растений другими. Необходимость поливов может вызвать переувлажнение грунта и развитие корневых гнилей или же, в противовес этому, опасность засушить ценный генетический материал. Особенно ценны семена, полученные при межвидовом скрещивании.

Проведённый анализ литературы показал, что методика выращивания гибридных семян, рекомендованная научными институтами на сегодняшний день, имеет свои минусы. Имеющиеся недостатки, такие как трудоёмкость, низкий процент выхода здоровых семян, и особенно гибель на начальном этапе роста ценного генетического материала, требуют усовершенствования технологии получения картофельной рассады.

Учитывая условия, необходимые семенам картофеля при прорастании и развитии семян, мы пришли к выводу, что наилучшим субстратом для этого является гидрогель, который обеспечивает требуемые для развития растений постоянную влажность, аэрацию, элементы минерального питания, мягкую среду для размещения корневой системы, которая практически не повреждается при дальнейшей пикировке растений. Помимо этого, гидрогель не содержит семян сорняков, возбудителей корневых гнилей и прочих заболеваний картофеля.

Целью настоящей работы явилась разработка методики получения семян картофеля в среде, состоящей из гидрогеля, обогащённого минеральными компонентами.

Методика проведения. На начальном этапе работы было необходимо определить саму возможность применения гидрогеля, разработать технологию производства рассады, сравнить её с ранее используемой (субстратной). На основании проведённых экспериментов сделать выводы и составить рекомендации к применению гидрогеля для выращивания семян из гибридных семян картофеля для дальнейшей пикировки и получения одно-клубнёвок.

Опыты по применению гидрогеля при выращивании рассады картофеля из

настоящих (ботанических) семян проводились в ФГБНУ ДВНИИСХ Хабаровский край и включали в себя восемь вариантов:

- 1) Стерильный почвенный субстрат (3 части дерновой земли, 1 часть перегноя, 1 часть речного песка) [4], просеянный через сито диаметром 5 мм и проавтоклавированный 2 часа при 1,5 атмосфере).
- 2) Нестерильный почвенный субстрат - контроль (тоже, что в варианте 1, но без автоклавирования).
- 3) Гидрогель китайского производства, замоченный в воде.
- 4) Гидрогель китайского производства, замоченный в растворе органического удобрения, в концентрации, рекомендованной производителем.
- 5) Гидрогель китайского производства, замоченный в растворе Кноппа. В одном литре воды было растворено: 1 грамм $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 0,25 грамма KH_2PO_4 , 0,25 грамма MgSO_4 , 0,125 грамма KCl и 0,0125 грамма FeCl_3 (навеска 0,125 грамм хлористого железа была растворена в 100 мл воды, и 10 мл этого раствора введено в раствор Кноппа).
- 6) Гидрогель «Агрикола», замоченный в воде.
- 7) Гидрогель «Агрикола», замоченный в растворе органического удобрения.
- 8) Гидрогель «Агрикола», замоченный в растворе Кноппа.

Семена высевали 13 апреля 2018 года, 12 апреля 2019 года и 17 апреля 2020 года. Повторность вариантов опыта четырёхкратная.

Столовая ложка шариков гидрогеля помещалась в стеклбанку, объёмом 2 литра и заливалась 1 литром раствора. После набухания (впитывания воды) шарики гидрогеля протирались через сито диаметром 5 мм, полученная масса укладывалась слоем 4 см в стеклянную тару, объёмом 0,8 литра. Почва укладывалась в аналогичную тару таким же слоем.

Сухие семена картофеля годичной выдержки без предварительной обработки, отобранные методом квартования в количестве 50 шт. выкладывали на поверхность среды, и ёмкость накрывалась чашками Петри. Температура в период проведения опыта поддерживалась в пределах 22°C, освещённость составляла 500

люкс, с 12-ти часовой периодичностью. Начало прорастания семян ежегодно происходило на 6 сутки после посева. Учёт длины ростков проводили на 23-й день после посева. Росток извлекали из субстрата, укладывали на плоскость и измеряли линейкой (рис. 1).



Рис. 1. Измерение длины проростков.

Результаты опыта. В первом варианте (на стерильной почве) общее число взшедших растений было около 30 шт. или

60%, при этом длина ростков колебалась от 14 до 57 мм (рис. 2).



Рис. 2. Развитие сеянцев на почвенном субстрате (контроль).

Во втором варианте (на нестерильной почве) всхожесть была несколько меньше и составила около 44%, с длиной ростков от 5 до 55 мм.

В вариантах с третьего по седьмой при практически одинаковой всхожести (40-64%) наблюдалась массовая гибель

ростков при их длине от 5 до 25 мм (происходило загнивание корней).

Только в варианте с гидрогелем «Агрикола», замоченном в растворе Кноп-па, средняя всхожесть семян составила в среднем 53% при длине ростков от 21 до 55 мм, при этом ростки были здоровые (рис. 3).

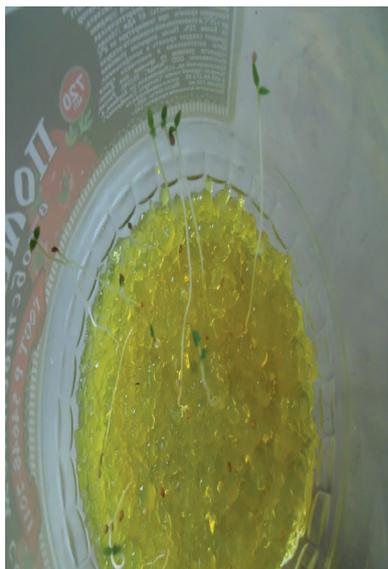


Рис. 3. Развитие сеянцев на гидрогеле.

Ниже приведены обобщённые данные по результатам выращивания сеянцев картофеля на гидрогеле различных способов предварительной подготовки за

трёхлетний период. В таблице 1 представлены данные о всхожести ростков в зависимости от субстрата.

Таблица 1

Всхожесть ростков картофеля за годы исследований в % в зависимости от первичного субстрата

Вариант	2018 год	2019 год	2020 год	Среднее по годам
1 Стерильная почва	57	59	64	60
2 Нестерильная почва (контроль)	41	40	51	44
3 Китайский гидрогель в воде	39	48	45	44
4 Китайский гидрогель и ОМУ	45	41	34	40
5 Китайский гидрогель и раствор Кноппа	69	63	60	64
6 Гидрогель Агрикола в воде	60	55	56	57
7 Гидрогель Агрикола и ОМУ	49	45	50	48
8 Гидрогель Агрикола и раствор Кноппа	51	55	52	53
НСР05	2,2%	2,18%	2,29%	

Во второй таблице отображено влияние первичного субстрата на качественное

развитие сеянцев, а именно, на их длину.

Таблица 2

Длина сеянцев картофеля в миллиметрах, в зависимости от субстрата

Вариант		2018 год	2019 год	2020 год	Среднее по годам
1	Стерильная почва	30	42	36	36
2	Нестерильная почва (контроль)	23	36	31	30
3	Китайский гидрогель в воде	11	8	11	10
4	Китайский гидрогель и ОМУ	10	14	21	15
5	Китайский гидрогель и раствор Кноппа	6	10	8	8
6	Гидрогель Агрикола в воде	12	16	15	14
7	Гидрогель Агрикола и ОМУ	7	12	14	11
8	Гидрогель Агрикола и раствор Кноппа	43	39	41	41

Данные таблиц наглядно показывают, что наилучшее развитие сеянцев происходило в вариантах 1 (стерильный почвенный субстрат) и 8 (гидрогель «Агрикола», замоченный в растворе Кноппа). Так, при практически одинаковой всхожести и величине ростков среда из гидрогеля имеет ряд преимуществ – отпадает необходимость стерилизации субстрата, обеспечивается лёгкое извлечение сеянцев, при котором не повреждается корневая система, что увеличивает процент выхода здоровой рассады.

Заключение. На основании проведённых экспериментов можно рекомендовать применение гидрогеля для выращивания сеянцев картофеля. Для этого необходимо подобрать подходящий гидрогель и обогатить субстрат правильным набором элементов минерального питания (раствор Кноппа). Следует также учитывать, что искусственная среда не может полноценно заменить почву, и выращивание растений на ней желательно производить только до момента пикировки рассады.

Список литературы

1. Букасов, С.М. Селекция и семеноводство картофеля /С.М. Букасов, А.Я. Камераз. – Ленинград : Колос, 1972. – 359 с., с илл.
2. Веллингтон, П.С. Методика оценки проростков семян /П.С. Веллингтон. – Москва : Колос, 1973. - 175 с., с илл.
3. Вопросы картофелеводства. Актуальные проблемы науки и практики. Научные труды ВНИИКХ. – Москва : Россельхозакадемия, 2006. – 595 с. –ISBN: 5-901282-12-4.
4. Кучумов, О.В. Возделывание картофеля на основе настоящих гибридных семян : методические указания. – Москва : Россельхозакадемия, 1999. – 20 с.
5. Лядов, И.В. Грядка для отличного урожая /И.В. Лядов.– Москва : Издательство АСТ, 2017. – 256 с.
6. Научные труды НИИКХ. Селекция и семеноводство картофеля / Научно-исследовательский институт картофельного хозяйства, МСХ РСФСР. – Москва, 1985. – 114 с.
7. Научные труды НИИКХ. Вып. 18. Селекция и семеноводство картофеля / Научно-исследовательский институт картофельного хозяйства, МСХ РСФСР. – Москва, 1974. – 240 с.

References

1. Bukasov, S.M. Seleksiya i semenovodstvo kartofelya (Selection and seed production of potato), S.M. Bukasov, A.Ya. Kameraz, Leningrad, Kolos, 1972, 359 p., s ill.
2. Vellington, P.S. Metodika otsenki prorstkov semyan (Evaluation methodology of seedling of seeds), Moskva, Kolos, 1973, 175 p., s ill.

3. Voprosy kartofelevodstva. Aktual'nye problemy nauki i praktiki. Nauchnye trudy VNIKKh (Questions of potato growing. Actual problems of science and practice. Scientific works of SRIPF.), Moskva, Rossel'khozakademiya, 2006, 595 p., ISBN: 5-901282-12-4.

4. Kuchumov, O.V. Vozdelyvanie kartofelya na osnove nastoyashchikh gibridnykh se-myam : metodicheskie ukazaniya (Cultivation of potatoes on the basis of true hybrid seeds: guide-lines.), Moskva, Rossel'khozakademiya, 1999, 20 p.

5. Lyadov, I.V. Gryadka dlya otlichnogo urozhaya (A garden bed for a great harvest), Moskva, Izdatel'stvo AST, 2017, 256 p.

6. Nauchnye trudy NIIKKh. Seleksiya i semenovodstvo kartofelya (Scientific works of SRIPF. Potato breeding and seed production), Nauchno-issledovatel'skii institut kartofel'nogo khozyaistva, MSKh RSFSR, Moskva, 1985, 114 p.

7. Nauchnye trudy NIIKKh. Vyp. 18. (Scientific works of SRIPF iss. 18) Seleksiya i semenovodstvo kartofelya (Potato breeding and seed production), Nauchno-issledovatel'skii institut kartofel'nogo khozyaistva, MSKh RSFSR, Moskva, 1974, 240 p.

Информация об авторах

Ищенко Евгений Александрович, научный сотрудник. Хабаровский федеральный исследовательский центр ДВО РАН Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, e-mail: Sboku2grib@yandex.ru, тел. 89842968011;

Свадкова Раиса Усмановна, научный сотрудник. Хабаровский федеральный исследовательский центр ДВО РАН Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства;

Кищенко Алексей Владимирович, старший научный сотрудник. Хабаровский федеральный исследовательский центр ДВО РАН Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства.

Адрес для почты: 680521, Хабаровский край, Хабаровский район, с. Восточное, ул. Клубная, 13 (для всех авторов).

Information about the authors

Evgeniy A. Ishchenko, Senior Researcher; Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences Far Eastern Agricultural Research Institute (KhFRC FEB RAS FIARI); 13, Klubnaya, Vostochnoye, Khabarovsk Krai; Russia; 680521; phone number: 89842968011; e-mail: Sboku2grib@yandex.ru

Raisa U. Svadkova, Researcher; Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences Far Eastern Agricultural Research Institute (KhFRC FEB RAS FIARI); 13, Klubnaya, Vostochnoye, Khabarovsk Krai; Russia; 680521.

Aleksey V. Kishchenko, Senior Researcher; Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences Far Eastern Agricultural Research Institute (KhFRC FEB RAS FIARI); 13, Klubnaya, Vostochnoye, Khabarovsk Krai, Russia; 680521.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ**VETERINARY AND ANIMAL BREEDING**

УДК 619:615+612.1

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-1-28-35

Лашин А.П., канд. биол. наук, доцент;**Симонова Н.В.**, д-р биол. наук, профессор;**Саяпина И.Ю.**, д-р биол. наук, профессор;**Сиразиев Р.З.**, д-р биол. наук, профессор**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИНТЕТИЧЕСКОГО И ПРИРОДНОГО АНТИОКСИДАНТОВ В КОРРЕКЦИИ НЕОНАТАЛЬНОГО ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА У ТЕЛЯТ**

© Лашин А.П., Симонова Н.В., Саяпина И.Ю., Сиразиев Р.З., 2021

Резюме. Поиск и разработка способов коррекции окислительного стресса у новорожденных телят является актуальной проблемой современной ветеринарной медицины. В экспериментальных условиях исследована возможность коррекции свободнорадикального окисления липидов мембран организма телят введением синтетического и природного антиоксидантов. Животные были разделены на 3 группы, в каждой по 15 телят: контрольная группа, где животные содержались в стандартных условиях; подопытная группа, где животным ежедневно перорально вводили препарат лимонника в суточной дозе 5 мл; подопытная группа, где животным ежедневно внутривенно вводили реамберин 60 мл 1,5% раствора для инфузий. Введение телятам настойки лимонника способствует снижению в плазме крови гидроперекисей липидов на 32%, диеновых конъюгатов и малонового диальдегида – на 27% по сравнению с животными контрольной группы. Введение телятам сукцинатсодержащего препарата реамберин в условиях окислительного стресса способствует снижению в плазме крови гидроперекисей липидов на 33%, диеновых конъюгатов и малонового диальдегида – на 26% по сравнению с животными контрольной группы. При анализе влияния препаратов на активность компонентов антиоксидантной системы было установлено, что содержание церулоплазмينا в крови животных было достоверно выше аналогичного показателя у телят контрольной группы на 34-43%, витамина Е – на 25-43%, каталазы – на 29-31%. Таким образом, использование синтетического и природного антиоксидантов у новорожденных телят приводит к стабилизации процессов пероксидации на фоне повышения активности основных компонентов антиоксидантной системы. Внутривенное введение животным реамберина увеличивает активность основных компонентов антиоксидантной системы в плазме крови телят, что превосходит аналогичный эффект препарата лимонника в условиях окислительного стресса.

Ключевые слова: лимонник, реамберин, окислительный стресс, перекисное окисление липидов биологических мембран, продукты пероксидации (гидроперекиси липидов, диеновые конъюгаты, малоновый диальдегид), антиоксидантная система, телята.

UDC 619:615+612.1

A. P. Lashin, Cand. Biol. Sci., Associated professor,**N. V. Simonova**, Dr. Biol. Sci., Professor;**I. Yu. Sayapina**, Dr. Biol. Sci., Professor;**R. Z. Siraziev**, Dr. Biol. Sci., Professor**COMPARATIVE EFFECTIVENESS OF SYNTHETIC AND NATURAL ANTIOXIDANTS IN CORRECTION OF NEONATAL OXIDATIVE STRESS IN CALVES**

Abstract. The search and development of methods for correction of oxidative stress in newborn calves is a topical problem of modern veterinary medicine. Under experimental conditions the possibility to correct free radical lipid oxidation of calves' organism membranes was studied by the injection of the synthetic and natural antioxidants. The animals were divided into 3 groups of 15 calves in each group: the control group in which animals were held in standard conditions; the experimental group in which animals were treated with a daily oral dose of 5 ml of Schisandra drug; the experimental group in which animals were treated with a daily intravenous injection of 60 ml of 1.5% solution for infusion Reamberin. Schisandra tincture injection to calves contributes to the reduction of lipid hydroperoxides in blood plasma by 32%, to the reduction of diene conjugates and malonic dialdehyde by 27% in comparison with the animals of the control group. The administration of the succinate-containing drug Reamberin to calves under the oxidative stress conditions contributes to the reduction of lipid hydroperoxides in blood plasma by 33%, to the reduction of diene conjugates and malonic dialdehyde by 26% in comparison with the animals of the control group. While analyzing the drugs effect on the activity of the antioxidant system components, it was found that the level of ceruloplasmin in animals' blood was reliably higher by 34-43%, the level of vitamin E was higher by 25-43%, and the level of catalase was higher by 29-31% compared with the same parameters of the control group calves. Thus, the application of the synthetic and natural antioxidants in newborn calves leads to the stabilization of the peroxidation processes on the background of the increase of antioxidant system activity.

The intravenous injection of Reamberin to animals increases the activity of main components of the antioxidant system in calves' blood plasma, what indirectly exceeds similar effect of Schisandra drug under the oxidative stress conditions.

Key words: schisandra, reamberin, oxidative stress, lipid peroxidation of biological membranes, products of peroxidation (lipid hydroperoxides, diene conjugates, malonic dialdehyde), antioxidant system, calves.

Патофизиологические закономерности развития неонатальных заболеваний включают активацию процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) на фоне напряжения и истощения мощности антиоксидантной системы (АОС), базируясь на патогенетической платформе окислительного стресса [3, 6, 8]. Поэтому использование в ветеринарной практике синтетических и природных антиоксидантов подчеркивает патогенетическую обоснованность фармакологической коррекции неонатального окислительного стресса у телят [1, 7, 10,

12]. Учитывая, что проведенными нами ранее исследованиями была подтверждена более выраженная в сравнении с янтарной кислотой антиоксидантная активность у комбинированного сукцинатсодержащего препарата реамберин, а антиокислительная активность фитоадаптогенов по результатам доклинических и клинических исследований убывала в определенной последовательности – настойка лимонника (более выраженный эффект) > настойка аралии > настойка женьшеня – в сравнительную оценку эффективности синтетического и

природного антиоксидантов в коррекции неонатального окислительного стресса мы включили результаты исследований, полученные при введении реамберина и лимонника новорожденным телятам.

Цель работы – изучить сравнительную эффективность синтетического и природного антиоксидантов в коррекции неонатального окислительного стресса у телят.

Материалы и методы. Исследования проводились на базе животноводческого комплекса «Луч» Ивановского района Амурской области. В опыте были задействованы новорожденные телята красно-пестрой породы со средней массой тела $35,0 \pm 0,3$ кг, из числа которых по принципу подбора аналогов были сформированы контрольная ($n=15$) и две подопытные ($n=30$) группы аналогично уже проведенным на базе комплекса «Луч» экспериментам, результаты которых опубликованы нами ранее [3, 4]. Молодняку первой подопытной группы с 3-го дня жизни ежедневно однократно перорально вводили настойку лимонника в суточной дозе 5 мл/гол в течение 10 дней; молодняку второй подопытной группы с 3-го дня жизни вводили препарат «Реамберин 1,5% раствор для инфузий» ежедневно внутривенно медленно 60 мл 1 раз в сутки в течение 10 дней; животным контрольной группы введение препаратов не осуществлялось. В 1-й день (до введения препаратов подопытным животным) и на 12-й день опы-

та производили забор крови в охлажденные пробирки с гепарином, кровь центрифугировали при 3000 об/мин в течение 15 мин, полученную плазму крови хранили при температуре -18 °С до момента исследования. Интенсивность процессов ПОЛ оценивали, исследуя содержание гидроперекисей липидов, диеновых конъюгатов, малонового диальдегида и основных компонентов АОС – церулоплазмина, витамина Е, каталазы в плазме крови телят по методикам, изложенным в ранее опубликованных нами работах [2, 9, 11]. В работе использовали приборы: спектрофотометр КФК-2МП (Загорский оптико-механический завод, производственное объединение «ЗОМЗ», Россия), спектрофотометр UNICO (UNITED PRODUCTS & INSTRUMENTS, США), фотоэлектроколориметр Solar PV 1251 С (ЗАО «СОЛАР», Беларусь). Статистическую обработку результатов проводили с использованием критерия Стьюдента (t) с помощью программы Statistica v.6.0. Результаты считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследований и обсуждение. Результаты исследования состояния системы ПОЛ/АОС свидетельствовали, что введение лекарственных препаратов способствует снижению интенсивности процессов ПОЛ и препятствует накоплению продуктов радикального характера и липидных перекисей в плазме крови телят подопытных групп (рис. 1, 2).

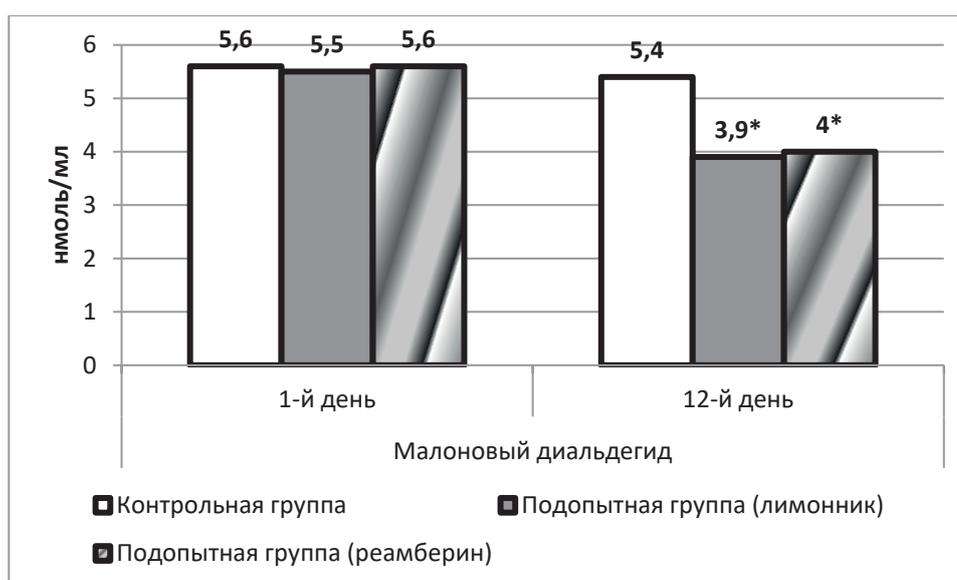


Рис.1. Содержание первичных продуктов липопероксидации в плазме крови телят.

Примечание. Здесь и на рисунках 2 – 4: * - достоверность различия показателей по сравнению с животными контрольной группы ($p < 0,05$)



Рис. 2. Содержание малонового диальдегида в плазме крови телят.

Так, в сравнении с 1-м днем исследования, к 12-му дню содержание гидроперекисей липидов достоверно снизилось на 37% в группе телят, получавших настойку лимонника ($p < 0,05$) и на 35% - реамберин ($p < 0,05$), концентрация диеновых конъюгатов и малонового диальдегида достоверно уменьшилась в обеих группах на 30% и 29% соответственно ($p < 0,05$). Необходимо отметить, что к концу наблюдения уровень первичных и вторичного продуктов ПОЛ был достоверно ниже, чем в контроле - на 32% при использовании фитопрепарата и на 33% при введении сукцинатсодержащего препарата (гидроперекиси липидов), на 27% и 26% соответственно (диеновые конъюгаты и малоновый диальдегид).

Анализ интенсивности накопления продуктов липопероксидации в плазме крови новорожденных телят коррелирует с результатами изучения активности АОС (рис. 3, 4): в подопытных группах

животных, получавших фармакокорректоры, концентрация компонентов антиоксидантной защиты была выше, чем в контрольной группе телят, однако необходимо отметить, что в контроле уровень церулоплазмينا и витамина Е к 12-му дню наблюдения также имел тенденцию к росту, что свидетельствует о физиологическом становлении антиоксидантной защиты в первые две недели жизни телят. Ферментативное звено АОС является более лабильным и реагирует на воздействие стресс-факторов и изменяющихся условий окружающей среды быстрее и раньше, чем неферментативное, поэтому снижение активности каталазы в контрольной группе телят к 12-му дню наблюдения теоретически вполне обосновано неонатальной окислительной нагрузкой на организм, напряжением и постепенным истощением АОС.

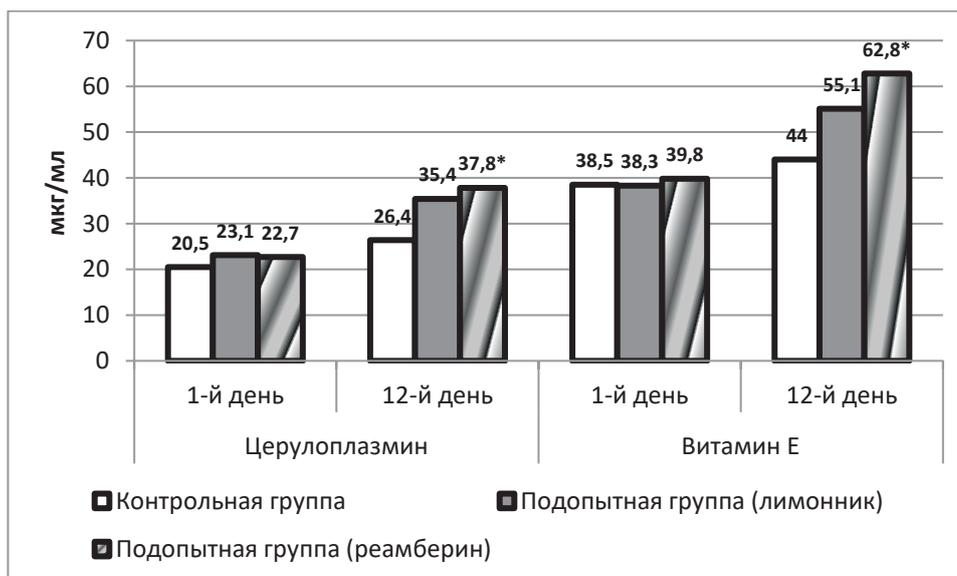


Рис. 3. Содержание компонентов АОС в плазме крови телят.

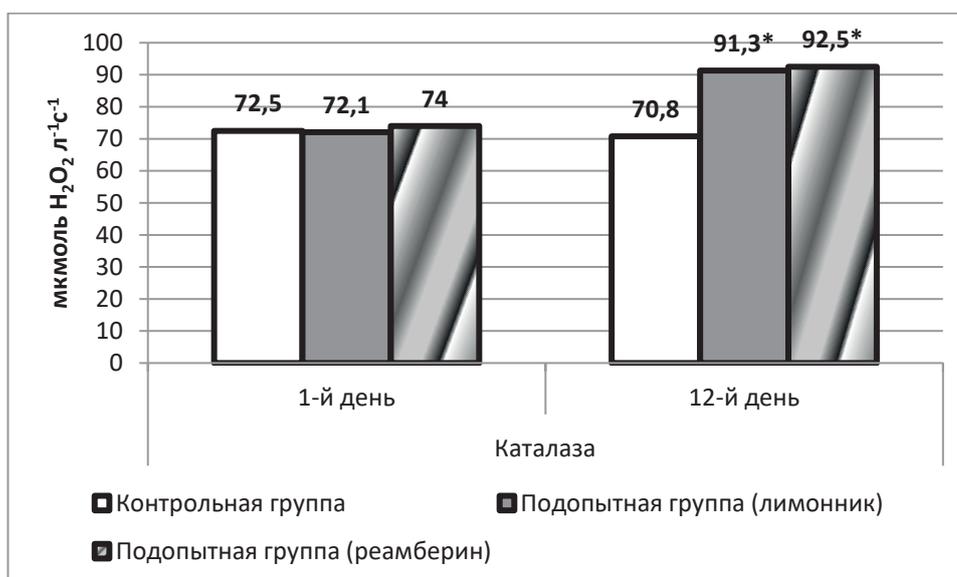


Рис. 4. Активность каталазы в плазме крови телят.

В свою очередь, в группе животных, получавших препарат лимонника, к 12-му дню в сравнении с 1-м днем наблюдения достоверно увеличился уровень церулоплазмина на 53%, витамина Е – на 44%, каталазы – на 27%. Применение комбинированного сукцинатсодержащего препарата реамберин способствовало достоверному росту параметров АОС в динамике от 1-го к 12-му дню на 67% (церулоплазмин), 58% (витамин Е), 25% (каталаза). Необходимо отметить, что сравнительная оценка изучаемых показателей АОС к 12-му

дню позволила установить превышение относительно контроля концентрации церулоплазмина на 34% (лимонник) и 43% (реамберин), витамина Е – на 25% и 43% соответственно, каталазы – на 29% и 31%.

Таким образом, изучение сравнительной эффективности препаратов лимонника и реамберина позволило зарегистрировать практически идентичную активность в отношении степени накопления продуктов ПОЛ, однако по увеличению активности компонентов АОС реамберин превосходил препарат лимонника,

что указывает на более высокую антиоксидантную активность у сукцинатсодержащего препарата, наблюдаемую к 12-му дню опыта. С другой стороны, необходимо подчеркнуть, что наиболее оптимальный курс фитокоррекции составляет 3 – 4 недели, поэтому введение препарата лимонника новорожденным телятам в течение 10 дней, на наш взгляд, не позволило

достичь максимального антиоксидантного эффекта.

В целом, клиническими исследованиями подтверждена возможность коррекции неонатального окислительного стресса введением синтетического и природного антиоксидантов.

Список литературы

1. Батраков, А.Я. Улучшение функций пищеварения у новорожденных телят природными средствами / А.Я. Батраков, Н.Н. Кротов, В.К. Балук // Ветеринария. – 2010. - № 1. - С.40 – 42.
2. Доровских, В.А. Сукцинатсодержащий препарат в коррекции процессов липопероксидации, индуцированных введением четыреххлористого углерода / В.А. Доровских, Н.В. Симонова, Д.И. Переверзев, Е.Ю. Юртаева, М.А. Штарберг // Бюллетень физиологии и патологии и дыхания. – 2017. – Вып. 63. – С.75 – 79.
3. Лашин, А.П. Адаптогены в профилактике диспепсии у новорожденных телят / А.П. Лашин, Н.В. Симонова, Н.П. Симонова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2013. - № 8. – С. 28 – 32.
4. Лашин, А.П. Неонатальный окислительный стресс у телят и его коррекция / А.П. Лашин, Н.В. Симонова // Дальневосточный аграрный вестник. – 2019. - №2 (50). – С. 76 – 81.
5. Лашин, А.П. Фитокоррекция окислительного стресса у телят / А.П. Лашин, Н.В. Симонова, Н.П. Симонова // Ветеринария – 2017. - № 2. - С.46 - 48.
6. Мозжерин, В.И. Профилактика ранних постнатальных заболеваний и лечение новорожденных телят / В.И. Мозжерин, Н.Г. Фенченко // Ветеринария. – 2006. - № 1. - С.48–49.
7. Оковитый, С.В. Клиническая фармакология антигипоксантов и антиоксидантов / С.В. Оковитый, С.Н. Шуленин, А.В. Смирнов. – Санкт-Петербург: ФАРМиндекс, 2005. – 72 с.
8. Симонов, В.А. Способы коррекции перекисного окисления липидов при беломышечной болезни животных: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 310800 «Ветеринария» / В.А. Симонов, Н.В. Симонова ; М-во сел. хоз-ва Российской Федерации, Красноярский гос. аграрный ун-т. - Красноярск : Красноярский гос. аграрный ун-т, 2006. - 195 с.: ил., табл.
9. Симонова, Н.В. Настои лекарственных растений и окислительный стресс в условиях ультрафиолетового облучения / Н.В. Симонова // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2011. - № 8. - С. 23 – 26.
10. Симонова, Н.В. Сравнительная эффективность ремаксола и реамберина при поражении печени четыреххлористым углеродом в эксперименте / Н.В. Симонова, В.А. Доровских, Д.А. Бондаренко, Л.А. Носаль, М.А. Штарберг // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2018. – Т. 81. - № 7. - С. 29 – 33.
11. Симонова, Н.В. Фитопрепараты в коррекции процессов перекисного окисления липидов биомембран, индуцированных ультрафиолетовым облучением: автореф. дис. на соиск. учен. степ. доктора биол. наук: 06.02.01 / Симонова Наталья Владимировна; Дальневост. гос. аграр. ун-т. - Благовещенск, 2012. - 46 с.

12. Симонова, Н.В. Фитопрепараты в коррекции процессов перекисного окисления липидов биомембран, индуцированных ультрафиолетовым облучением / Н.В. Симонова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2009. - № 2 (29). - С.119 – 124.

13. Швец, О.М. Теоретическое и экспериментальное обоснование применения янтарной кислоты для потенцирования биологической активности иммуномодуляторов и их клиническая эффективность: автореф. дис. на соиск. учен. степ. доктора ветеринарных наук: 06.02.02 / Швец Ольга Михайловна; Кур. гос. с.-х. акад. им. И.И. Иванова. - Курск, 2015. - 42 с.

References

1. Batrakov, A.Ya., Krotov, N.N., Balyuk, V.K. Uluchshenie funktsij pishchevareniya u novorozhdennykh telyat prirodnyimi sredstvami (Improvement of digestion functions of newly born calves by means of natural preparations), Veterinariya, 2010, No 1, PP. 40 – 42.

2. Dorovskikh, V.A., Simonova, N.V., Pereverzev, D.I., Yurtaeva, E.Yu., Starberg, M.A. Suktsinatsoderzhashchiy preparat v korrektsii protsessov lipoperoksidatsii, indutsirovannykh vvedeniyem chetyrekhkhlorigo ugleroda (Succinate-containing drug in the correction of lipid peroxidation processes induced by the introduction of carbon tetrachloride), Byulleten' fiziologii i patologii i dyhaniya, 2017, Вып. 63, PP. 75 – 79.

3. Lashin, A.P., Simonova, N.V., Simonova, N.P. Adaptogeny v profilaktike dispepsii u novorozhdennykh telyat (Adaptogens in the prevention of dyspepsia in newborn calves), Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2013, No 8, PP. 28 – 32.

4. Lashin, A.P., Simonova, N.V. Neonatal'nyi okislitel'nyi stress u telyat i ego korrektsiya (Neonatal oxidative stress in calves and its correction), Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik, 2019, No 2 (50), PP. 76 – 81.

5. Lashin, A.P., Simonova, N.V., Simonova, N.P. Fitokorrekcija okislitel'nogo stressa u telyat (Phytocorrection of oxidation stress of calves), Veterinariya, 2017, No 2, PP. 46 - 48.

6. Mozzherin, V.I., Fenchenko, N.G. Profilaktika rannih postnatal'nykh zabolevanij i lechenie novorozhdennykh telyat (Newly born calves: early postnatal diseases prevention and treatment), Veterinariya, 2006, No 1, PP.48–49.

7. Okovityy, S.V., Shulenin, S.N., Smirnov, A.V. Klinicheskaya farmakologiya antigipoksantov i antioksidantov (Clinical pharmacology of antihypoxants and antioxidants), Sankt-Peterburg, FARMindex, 2005, 72 p.

8. Simonov, V.A., Simonova, N.V. Sposoby korrektsii perekisnogo okisleniya lipidov pri belomyshechnoj bolezni zhivotnykh: uchebnoe posobie dlya studentov vysshih uchebnykh zavedenij, obuchayushchihnya po special'nosti 310800 «Veterinariya» (Methods of correction of lipid peroxidation in case of white muscle disease (myopathia) of animals: textbook for students of higher educational institutions, majoring in 310800 «Veterinariya»), M-vo sel. hoz-va Rossijskoj Federacii, Krasnoyarskij gos. agrarnyj un-t, Krasnoyarsk, Krasnoyarskij gos. agrarnyj un-t, 2006, 195 p., il., tabl.

9. Simonova, N.V. Nastoi lekarstvennykh rastenij i okislitel'nyj stress v usloviyah ul'trafiol'etovogo oblucheniya (Tinctures of herbs and oxidation stress under ultraviolet irradiation), Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N.I. Vavilova, 2011, No 8, PP. 23 – 26.

10. Simonova, N.V., Dorovskikh, V.A., Bondarenko, D.A., Nosal', L.A., Starberg, M.A. Sravnitel'naya effektivnost' remaksola i reamberina pri porazhenii pecheni chetyrekhkhlorigim uglerodom v eksperimente (Comparative efficacy of remaxol and reamberin in liver damage with carbon tetrachloride in experiment), Eksperimental'naya i klinicheskaya farmakologiya, 2018, No 7, PP. 29 – 33.

11. Simonova, N.V. Fitopreparaty v korrektsii protsessov perekisnogo okisleniya lipidov biomembran, indutsirovannykh ul'trafioletovym oblucheniem, avtoref. dis. na soisk. uchen. step. doktora biol. nauk (Phytopreparations in the correction of lipid peroxidation processes of biomembranes induced by ultraviolet irradiation: Abstract of Ph. D. thesis), 06.02.01, Simonova Natal'ya Vladimirovna, Dal'nevost. gos. agrar. un-t, Blagoveshchensk, 2012, 46 p.

12. Simonova, N.V. Fitopreparaty v korrektsii protsessov perekisnogo okisleniya lipidov biomembran, indutsirovannykh ul'trafioletovym oblucheniyem (Phytopreparations in the correction of lipid peroxidation processes of biomembranes induced by ultraviolet irradiation), Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2009, No 2, PP. 119 – 124.

13. Shvets, O.M. Teoreticheskoe i eksperimental'noe obosnovanie primeneniya yantarnoi kisloty dlya potentsirovaniya biologicheskoi aktivnosti immunomodulyatorov i ikh klinicheskaya effektivnost' (Theoretical and experimental substantiation of the use of succinic acid for potentiation of the biological activity of immunomodulators and their clinical effectiveness), avtoref. dis. na soisk. uchen. step. doktora veterinarnykh nauk: 06.02.02, Shvets Ol'ga Mikhailovna, Kur. gos. s.-kh. akad. im. I.I. Ivanova, Kursk, 2015, 42 p.

Информация об авторах

Лашин Антон Павлович, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86.

Симонова Наталья Владимировна, доктор биологических наук, профессор, Амурская государственная медицинская академия, Минздрава России, 675000, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Горького, 95, e-mail: simonova.agma@yandex.ru.

Саяпина Ирина Юрьевна, доктор биологических наук, профессор, Амурская государственная медицинская академия, 675000, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Горького, 95.

Сиразиев Ромазан Закарьянович, доктор биологических наук, профессор, Иркутская межобластная ветеринарная лаборатория, Бурятский филиал, администрация.

Information about authors

Anton P. Lashin, Candidate of Biological Sciences, Associated professor; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnikeskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia;

Natalia V. Simonova, Doctor of Biological Sciences, Professor; Amur State Medical Academy; 95, Gorkogo str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; e-mail: simonova.agma@yandex.ru;

Irina Yu. Sayapina, Doctor of Biological Sciences, Professor; Amur State Medical Academy; 95, Gorkogo str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia;

Romazan Z. Siraziev, Doctor of Biological Sciences, Professor; Irkutsk Interregional Veterinary Laboratory; the branch of Buryatia; the administration; e-mail: srz1963@mail.ru.

УДК 639.1.052(571.61)

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-1-36-44

Тоушкин А.А., канд. биол. наук, доцент;**Тоушкина А.Ф.**, старший преподаватель;**Капраль Н.В.**, магистрант

ХАРАКТЕРИСТИКА ОХОТНИЧЬИХ УГОДИЙ ГПЗ «ИВЕРСКИЙ» АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ КАК СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ДЛЯ ДИКИХ КОПЫТНЫХ ЖИВОТНЫХ

© Тоушкин А.А., Тоушкина А.Ф., Капраль Н.В., 2021

Резюме. В статье авторами приведены результаты исследований качества охотничьих угодий государственного природного заказника регионального значения «Иверский» для обитания диких копытных животных. На основании проведенного многолетнего анализа численности исследуемых видов выявлено, что она не стабильна, изменяется в широких пределах и зависит как от абиотических, так и от биотических факторов. В общем, полученные результаты в ходе проведения оценки качества угодий ГПЗ «Иверский» для исследуемых видов диких копытных животных показали, что угодья для изюбря, сибирской косули и уссурийского кабана относятся ко второму классу бонитета и являются хорошими по качеству.

Ключевые слова: Приамурье, дикие копытные животные, уссурийский кабан, изюбрь, сибирская косуля, заказник, ГПЗ «Иверский» типология, охотничьи угодья, динамика численности.

UDC 639.1.052(571.61)

A.A. Toushkin, Cand. Biol. Sci., Associate Professor;**A.F. Toushkina**, Senior Lecturer;**N.V. Kapral**, Student of Master Program

CHARACTERISTIC OF HUNTING AREAS OF THE IVERSKIY STATE NATURAL WILDLIFE SANCTUARY OF THE AMUR REGION AS THE HABITAT FOR WILD HOOFED ANIMALS

Abstract. In the article the authors present the results of research on the quality of hunting areas of the “Iverskiy” state natural wildlife sanctuary of regional significance for the habitat of wild hoofed animals. On the basis of the long-term analysis of the number of the studied species, it is revealed that it is not stable, and varies within wide limits and depends on both abiotic and biotic factors. Generally the results obtained in quality assessment of the Iverskiy state natural wildlife sanctuary areas for the studied species of wild ungulates demonstrate that the areas for red deer, Siberian roe deer and Ussuri boar are of good quality and belong to the second class of bonitet.

Key words: Priamurye, wild hoofed animals, ussuri boar, red deer, siberian roe deer, the “iver-skiy” state natural wildlife sanctuary, typology, hunting areas, population dynamics.

Введение. В последние годы отмечается усиление антропогенного влияния на природные территории Земли, выраженного в катастрофических лесных пожарах, и интенсивном ведении лесопользования (часто незаконного), что ставит под угрозу дальнейшее сохранение биоразнообразия [6]. Особо охраняемые природные территории являются природными резерватами, основная цель создания которых - сохранение биоразнообразия, поддержание численности популяций охраняемых видов и снижение влияния антропогенных факторов на популяции животных [4, 8; 10].

Дикие копытные животные являются важными объектами ведения охотничьего хозяйства, как в России, так и в других странах [3, 9, 11]. Лимитирующими факторами, оказывающими влияние на состояние их популяций, являются лесные пожары, лесопользование, уничтожение мест обитания, фактор беспокойства, незаконная охота, многоснежье, пресс хищников [1, 3, 5, 7, 12]. Принимая во внимание специфику физико-географического расположения государственного природного заказника регионального значения «Иверский», а также интенсивное строительство и введение в эксплуатацию крупных промышленных объектов вблизи его границ возникает необходимость ведения мониторинга популяций животных. Данные, полученные в результате мониторинга, и анализ факторов, влияющих на численность видов, помогут в дальнейшем обосновать и выполнить мероприятия по снижению негативного влияния антропогенного воздействия на популяции охраняемых видов животных.

Материал и методы исследований. Исследования, представленные в статье, авторами проводились на территории государственного природного заказника регионального значения «Иверский» (далее ГПЗ «Иверский»). ГПЗ «Иверский» расположен в центральной части Амурской области, на правом берегу реки Зея в месте впадения в нее реки Селемджа. Данный заказник является особо охраняемой природной территорией регионального значения, создан в 1963 году для сохране-

ния и восстановления редких и исчезающих видов животных, в том числе ценных в хозяйственном, научном и культурном отношении видов.

Рельеф государственного природного заказника регионального значения «Иверский» представляет собой хорошо развитую дренажную сеть постоянных и временных водотоков, с падами различных порядков, с разбросными в разном порядке склонами и возвышенностями. Территория насыщена большим количеством нешироких падей, мелких рек и ручьёв. Наиболее крупная река Иур, большая часть водотоков расположены на северо-западной части заказника. Климат изучаемой территории континентальный с чертами муссонного характера, среднесуточная температура в летний период не превышает +20 – +22 °С, в зимний период наиболее низкие температуры зарегистрированы в январе и феврале, в этот период среднесуточные температуры снижаются до -30 °С, морозный период в среднем составляет 5-6 месяцев.

Территория заказника расположена в зоне смешанных лесов. Основные лесобразующие породы: лиственница, сосна, дуб, берёза. Из кустарников наиболее распространены багульник, рододендрон, лещина маньчжурская, берёза Миддендорфа. Заказник обладает большими открытыми территориями злаково-разнотравных, вейниковых, вейниково-разнотравных, злаковых влажных и сухих лугов.

На территории заказника отмечается высокая плотность населения копытных животных, в первую очередь, уссурийского кабана (*Sus scrofa ussuricus*) и подвиды благородного оленя - изюбря (*Cervus elaphus xanthopygus*). Территория заказника является частью миграционного пути и территории зимней концентрации сибирской косули (*Capreolus pygargus Pallas*).

Исследования основаны на анализе состояния численности популяций кабана, изюбря и сибирской косули на территории ГПЗ «Иверский» в период с 1996 года по 2020 год. Данные о численности изученных видов взяты из отчетов о результатах зимних маршрутных учетов охотничьих

животных на территории зоологических заказников Амурской области. Оценка качества охотничьих угодий и расчёт класса бонитета для каждого вида диких копытных животных проводился по методике Я.С. Русанова и Д.Н. Данилова (1966) [2].

Результаты исследований и их обсуждение. Около 75 % территории ГПЗ «Иверский» занимают лесные угодья. Хвойные вечнозеленые, хвойные листопадные, и смешанные леса с преобладанием хвойных пород составляют более 20 % исследуемой территории. Хвойные угодья представлены лиственничниками, сосняками и ельниками. Леса широколиственные и смешанные с преобладанием широколиственных пород, представлены дубом монгольским с примесью разных пород берез, осины и некоторых других мелколиственных видов и составляют немногим меньше 20 % площади заказника. Леса мелколиственные и смешанные с преобладанием мелколиственных пород представлены разными видами берез, осинной, ильмом и другими. Их на территории ГПЗ «Иверский» около 8 %. Значительная площадь лесных угодий (более 23 % общей территории заказника) занята молодняками лиственных пород. Эти территории главным образом ранее пройдены сильными лесными пожарами, и на них происходит процесс лесовосстановления. Лугостепные комплексы и болота занимают примерно по 10 % площади.

На исследуемой территории постоянно обитают три вида, относящиеся к отряду Artiodactyla – кабан (*Sus scrofa ussuricus*), благородный олень (подвид изюбрь) (*Cervus elaphus xanthopygus*) и сибирская косуля (*Capreolus pugargus* Pallas).

Ранее отмечались заходы лося (*Alces alces*), но на протяжении нескольких лет вид в заказнике не отмечается.

Особенность популяции сибирской косули на территории Амурской области заключается в ее разделении на две субпопуляции – оседлую (полевую или равнинную) и мигрирующую (лесную). Оседлая в течение всего года обитает на равнинной южной части области. Особи мигрирующей субпопуляции основное время обитают в северной части области, и осенью на зимний период мигрируют на юг в места обитания оседлой субпопуляции, где меньшая высота снежного покрова и большая доступность корма. Весной происходит обратная миграция на север, и мигрирующие особи возвращаются на основные места обитания.

Уникальность территории ГПЗ «Иверский» заключается в том, что в отдельные годы, особенно в многоснежные зимы, она является местом концентрации в зимний период большой группировки мигрирующих косуль, которые попадают под охрану сотрудников заказника.

Различные типы угодий обладают неодинаковыми свойствами для диких животных. Большая площадь Иверского заказника является свойственной для обитания сибирской косули, изюбря и уссурийского кабана. Полученные результаты в ходе проведения бонитировки угодий ГПЗ «Иверский» для исследуемых видов диких копытных животных показали, что угодья для изюбря, сибирской косули и уссурийского кабана относятся ко второму классу бонитета и являются хорошими по качеству (табл.).

Таблица

Доля площадей угодий ГПЗ «Иверский» разного качества для обитания диких копытных животных

Вид	Доля угодий, %			Класс бонитета
	Хорошие	Средние	Плохие	
Изюбрь	3,6	75,9	20,5	2
Уссурийский кабан	30,8	57,2	12,0	2
Сибирская косуля	11,1	52,8	36,1	2

Численность сибирской косули на территории ГПЗ «Иверский» нестабильна. Средняя численность вида за 25 лет (с 1996 по 2020 год) составляет 273 особи,

при максимальном показателе 855 особей в 2007 году и минимальном 25 особей в 2018 году (рис. 1).

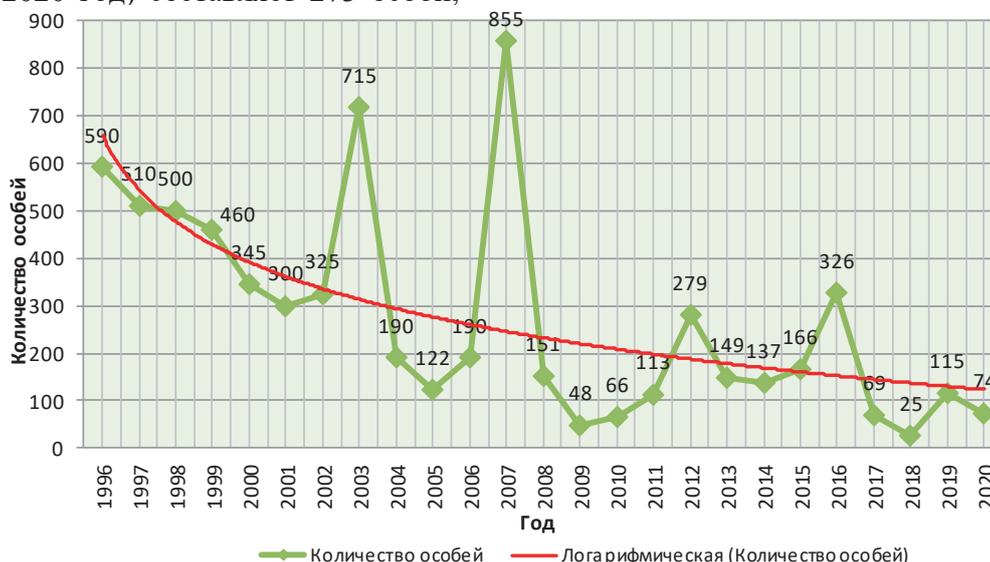


Рис.1. Динамика численности сибирской косули (*Capreolus pugnargus* Pallas) в ГПЗ «Иверский».

При этом даже при большой численности сибирской косули в отдельные годы, в целом, отмечается тенденция к ее сокращению. Эта тенденция прослеживается и на территории всей Амурской области.

широких пределах (рис. 2). Средняя численность вида за исследуемый период составляет 121 особь. Максимальная численность вида учтена в 2012 году и составила 265 особей, минимальная в 2009 году и составила 22 особи.

Численность изюбря на территории ГПЗ «Иверский» также изменяется в

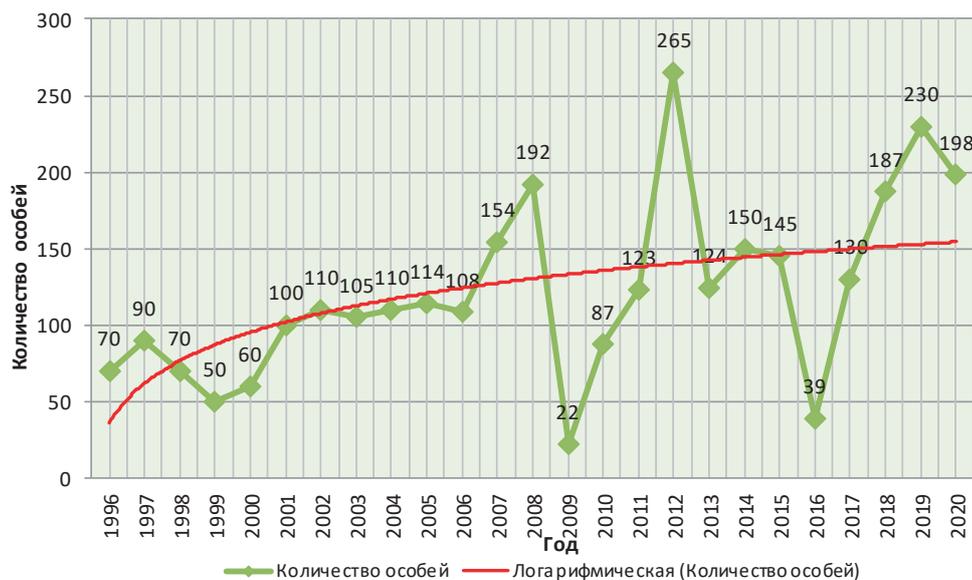


Рис. 2. Динамика численности изюбря (*Cervus elaphus xanthopygus*) в ГПЗ «Иверский».

В целом, за период исследования отмечается тенденция роста численности изюбря на территории ГПЗ «Иверский». Основным лимитирующим фактором для популяции вида в заказнике являются лесные пожары, после которых численность снижается.

Особенность уссурийского кабана, в отличие от двух других исследуемых видов – всеядность. Кабан использует пищу как растительного, так и животного происхождения. И его численность в угодьях может изменяться в широких пределах. Вид в большей степени подвержен заболе-

ваниям. Средняя численность уссурийского кабана за исследуемый период составила 117 особей (рис. 3). Максимальная численность вида отмечена в 2012 году, когда было учтено 326 особей, минимальное количество учтено в 2009 году - 23 особи.

В целом, за период исследования отмечается тенденция небольшого роста численности уссурийского кабана на территории ГПЗ «Иверский». В последние годы численность вида увеличивается на всей территории Амурской области.

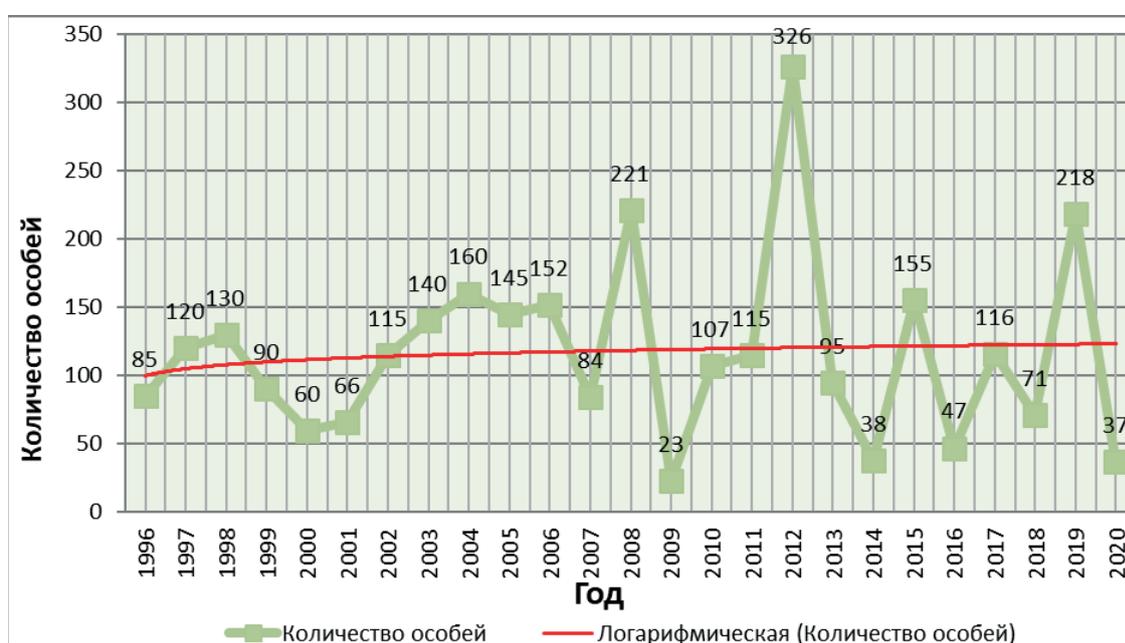


Рис. 3. Динамика численности уссурийского кабана (*Sus scrofa ussuricus*) в ГПЗ «Иверский».

Изменения численности исследованных животных в ГПЗ «Иверский» связаны с несколькими факторами, основные из них следующие: погрешность методов учета численности, высота снежного покрова в зимний период, лесные пожары в год перед учетным. В годы, когда в северных районах области выпадает большее количество снега, миграционный процесс выражен в большей мере, и численность косули на исследуемой территории увеличивается; в малоснежные зимы группировка косули концентрируется несколько севернее. И когда большая площадь заказ-

ника страдает от лесных пожаров, в следующий зимний сезон кормовая база для исследуемых видов снижается, эта территория становится для них менее привлекательной.

При объединении графиков численности трех видов в один установлено, что численность уссурийского кабана и изюбря на исследуемой территории изменяется практически с одинаковой зависимостью. Численность же сибирской косули изменяется с присущей только этому виду зависимостью. (рис. 4).

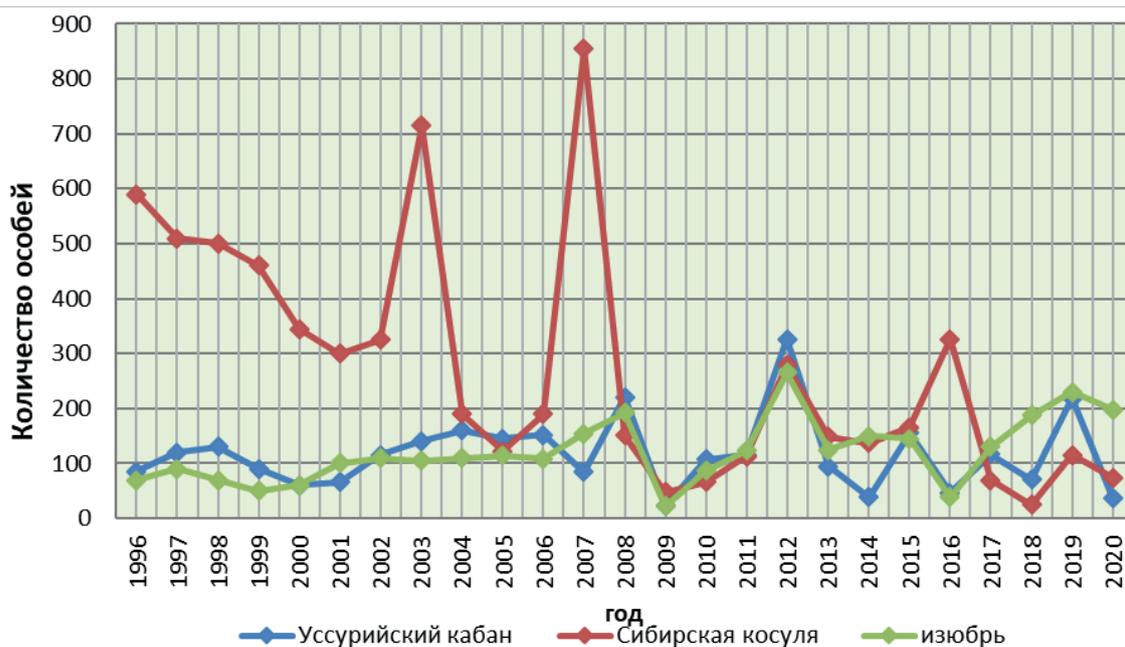


Рис. 4. Динамика численности сибирской косули (*Capreolus pugargus* Pallas), изюбря (*Cervus elaphus xanthopygus*) и уссурийского кабана (*Sus scrofa ussuricus*) в ГПЗ «Иверский».

Это объясняется тем, что изюбрь и уссурийский кабан живут оседло, и их численность зависит только от местных условий обитания. А большая часть особей сибирской косули в заказнике, в период учета, мигрирующая, и ее концентрация на его территории зависит, кроме этого, и от условий вне заказника – высоты снежного покрова в северных районах Амурской области, интенсивности пожаров, лесопользования и беспокойства на сопредельных территориях.

Заключение. Угодья для всех исследуемых видов копытных животных на территории ГПЗ «Иверский», в общем,

относятся к хорошим или выше среднего качества. На численность этих видов оказывают влияние антропогенные, биотические и абиотические факторы. Основными негативными факторами, сокращающими их численность, являются лесные пожары, которые снижают кормовые, защитные и гнездовые условия обитания. Необходимо учесть, что в настоящее время численность копытных определяется методом зимнего маршрутного учёта, который является относительным и имеет погрешности и ряд недостатков. Другие методы видового учёта не проводятся, что искажает фактические данные по численности животных.

Список литературы

1. Гурецкая, Ю.С. Влияние лесохозяйственной деятельности на условия обитания сибирской косули (*Capreolus pugargus* pall) в Республике Бурятия / Ю. С. Гурецкая, А. В. Сенчик // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : тез. докл. Всерос. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 17 апреля 2019 г.). - Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Благовещенск : Изд-во Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2019. – С. 139.
2. Данилов, Д.Н. Основы охотустройства / Д.Н. Данилов, Я.С. Русанов, А.С. Рыковский [и др.] – Москва: Лесная промышленность, 1966. – 332 с.
3. Сенчик, А.В. Состояние и хозяйственное использование популяций диких животных в Приамурье / А.В. Сенчик, А.А.Тоушкин // Дальневосточный аграрный вестник. - 2019. – № 4 (52). – С. 86-93.

4. Тоушкин, А. А. Анализ проведения биотехнических мероприятий в заказниках регионального значения Амурской области / А. А. Тоушкин // Комплексное использование природных ресурсов : сб. науч. тр. / Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2019. – Вып. 6. – С. 69-75.
5. Тоушкин, А.А. Динамика численности оленых в Приамурье и причины, влияющие на ее изменения / А.А. Тоушкин, А.Ф.Тоушкина // В сборнике: Эколого-биологическое благополучие животного мира : материалы междунар. науч.-практ. конференции (Благовещенск, 14-17 мая 2012 г.). – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2012. - С. 52-56.
6. Hansen, M.C., Potapov, P.V. Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S.A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S.V., Goetz, S.J., Loveland, T.R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C.O., Townshend, J.R.G. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*. 2013. Vol. 342. N 6160. P. 850-853. doi:10.1126/science.1244693.
7. Kelly, M. Proffitt, Jesse, DeVoe, Kristin, Barker, Rebecca, Durham, Teagan, Hayes, Mark, Hebblewhite, Craig, Jourdonnais, Philip, Ramsey, Julee, Shamhart. A Century of Changing Fire Management Alters Ungulate Forage in a Wildfire-Dominated Landscape. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, Volume 92, Issue 5, October 2019, PP. 523–537, <https://doi.org/10.1093/forestry/cpz017>.
8. Lopoukhine, N., Crawhall, N., Dudley, N., Figgis, P., Karibuhoye, C., Laffoley, D., Londoño, J. Miranda, MacKinnon, K. and Sandwith, T. Protected Areas: Providing Natural Solutions to 21st Century Challenges. *S.A.P.I.E.N.S.2012*. Vol. 5.N 2. P. 117-131.
9. Maurizio Ramanzin (Coordinator). Meat From Wild Ungulates: Ensuring Quality and Hygiene of an Increasing Resource / Maurizio Ramanzin (Coordinator), Andrea Amici, Carmen Casoli, Luigi Esposito, Paola Lupi, Giuseppe Marsico, Silvana Mattiello, Oliviero Olivieri, Maria Paola Ponzetta, Claudia Russo & Massimo Trabalza Marinucci. *Italian Journal of Animal Science*. 2010. Vol. 9, N 3. P. 318-331. doi: 10.4081/ijas.2010.e61.
10. Miao, He, An Cliquet. Challenges for Protected Areas Management in China. *Sustainability*. 2020. Vol. 12, N 15. 5879. doi:10.3390/su12155879.
11. Senchik, A., Tousekin A., Igota Hiromasa, A. Tousekina, A. Production of Ecological Wild Meat Products in the Hunting Organizations of the Hokkaido Island (Japan) and the Amur Region (Russia). *E3S Web of Conferences Volume 203 (2020). Ecological and Biological Well-Being of Flora and Fauna (EBWFF-2020)(September 23-24).Blagoveshchensk, Russia, 2020.Vol. 203. 04005. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020304005>*.
12. Stefan, Michel. Conservation and Use of Wild Ungulates in Central Asia – Potentials and Challenges. *Best Practices in Sustainable Hunting*. 2008. pp. 32–40.

References

1. Guretskaya, Yu.S. Vliyanie lesokhozyaistvennoi deyatel'nosti na usloviya obitaniya sibirskoi kosuli (*Capreolus pygargus pall*) v Respublike Buryatiya (Influence of forestry activities on the habitat of the Siberian roe deer (*Capreolus pygargus Pall*) in the Republic of Buryatia), Yu. S. Guretskaya, A. V. Senchik, *Agropromyshlenniy kompleks: problemy i perspektivy razvitiya, tez. dokl. Vseros. nauch.-prakt. konf. (Blagoveshchensk, 17 aprelya 2019 g.)*, Dal'nevost. gos. agrar. un-t, Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'nevost. gos. agrar. un-ta, 2019, P. 139.
2. Danilov, D.N. Osnovy okhotustroistva (Basics of hunting management), D.N. Danilov, Ya.S. Rusanov, A.S. Rykovskii [i dr.], Moskva, Lesnaya promyshlennost', 1966, 332 p.
3. Senchik, A.V. Sostoyanie i khozyaistvennoe ispol'zovanie populyatsii dikikh zhivotnykh v Priamur'e (State and economic use of populations of wild animals in Priamurye), A.V. Senchik, A.A.Tousekin, *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2019, No 4 (52), PP. 86-93.
4. Tousekin, A. A. Analiz provedeniya biotekhnicheskikh meropriyatii v zakaznikakh regional'nogo znacheniya Amurskoi oblasti (Analysis of the conduct of biotechnical measures in

reserves of regional significance in the Amur region), A. A. Tushkin, *Kompleksnoe ispol'zovanie prirodnykh resursov, sb. nauch. tr., Dal'nevost. gos. agrar. un-t, Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'nevostochnogo GAU, 2019, Vyp. 6, PP. 69-75.*

5. Tushkin, A.A. *Dinamika chislennosti olen'ikh v Priamur'e i prichiny, vliyayushchie na ee izmeneniya (The dynamics of the number of reindeer in Priamurye and the reasons influencing its changes), A.A. Tushkin, A.F.Tushkina, v sbornike: Ekologo-biologicheskoe blagopoluchie zhivotnogo mira, materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konferentsii (Blagoveshchensk, 14-17 maya 2012 g.), Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'GAU, 2012, PP. 52-56.*

6. Hansen, M.C., Potapov, P.V. Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S.A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S.V., Goetz, S.J., Loveland, T.R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C.O., Townshend, J.R.G. *High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. Science. 2013. Vol. 342. N 6160. P. 850-853. doi:10.1126/science.1244693.*

7. Kelly, M. Proffitt, Jesse, DeVoe, Kristin, Barker, Rebecca, Durham, Teagan, Hayes, Mark, Hebblewhite, Craig, Jourdonnais, Philip, Ramsey, Julee, Shamhart. *A Century of Changing Fire Management Alters Ungulate Forage in a Wildfire-Dominated Landscape. Forestry: An International Journal of Forest Research, Volume 92, Issue 5, October 2019, PP. 523–537, https://doi.org/10.1093/forestry/cpz017.*

8. Lopoukhine, N., Crawhall, N., Dudley, N., Figgis, P., Karibuhoye, C., Laffoley, D., Londoño, J. Miranda, MacKinnon, K. and Sandwith, T. *Protected Areas: Providing Natural Solutions to 21st Century Challenges. S.A.P.I.E.N.S.2012. Vol. 5.N 2. P. 117-131.*

9. Maurizio Ramanzin (Coordinator). *Meat From Wild Ungulates: Ensuring Quality and Hygiene of an Increasing Resource / Maurizio Ramanzin (Coordinator), Andrea Amici, Carmen Casoli, Luigi Esposito, Paola Lupi, Giuseppe Marsico, Silvana Mattiello, Oliviero Olivieri, Maria Paola Ponzetta, Claudia Russo & Massimo Trabalza Marinucci. Italian Journal of Animal Science. 2010. Vol. 9, N 3. P. 318-331. doi: 10.4081/ijas.2010.e61.*

10. Miao, He, An Cliquet. *Challenges for Protected Areas Management in China. Sustainability. 2020. Vol. 12, N 15. 5879. doi:10.3390/su12155879.*

11. Senchik, A., Tushkin A., Igota Hiromasa, A. Tushkina, A. *Production of Ecological Wild Meat Products in the Hunting Organizations of the Hokkaido Island (Japan) and the Amur Region (Russia). E3S Web of Conferences Volume 203 (2020). Ecological and Biological Well-Being of Flora and Fauna (EBWFF-2020)(September 23-24).Blagoveshchensk, Russia, 2020.Vol. 203. 04005. DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020304005.*

12. Stefan, Michel. *Conservation and Use of Wild Ungulates in Central Asia – Potentials and Challenges. Best Practices in Sustainable Hunting. 2008. PP. 32–40.*

Информация об авторах

Тоушкин Александр Анатольевич, кандидат биологических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет; Россия, 675005, г. Благовещенск, ул. Горького, 92; e-mail: tushkin@list.ru;

Тоушкина Алия Фаритовна, старший преподаватель кафедры биологии и охотоведения, Дальневосточный государственный аграрный университет. Россия, 675005, г. Благовещенск, ул. Горького, 92; e-mail: tushkina@mail.ru;

Капраль Николай Владимирович, магистрант 2-го года обучения, направление подготовки 35.04.01 Лесное дело, Дальневосточный государственный аграрный университет, Россия, 675006, г. Благовещенск, ул. Горького, 92; e-mail: nikola944944567@gmail.com.

Information about the authors

Aleksandr A. Toushkin, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor; Far Eastern State Agrarian University; 92, Gorkogo str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; e-mail: toushkin@list.ru;

Aliya F. Toushkina, Senior Lecturer; Far Eastern State Agrarian University; 92, Gorkogo str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; e-mail: toushkina@mail.ru;

Nikolai V. Kapral, Student of Master Program; Far Eastern State Agrarian University; 92, Gorkogo str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; e-mail: nikola944944567@gmail.com.

УДК 636. 087:636.5(571.63)

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-1-44-50

Цой З.В., канд. с.-х. наук, доцент;

Васильева Н.В., канд. с.-х. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ КОРМОВЫХ ДОБАВОК МЕСТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА РОСТ МОЛОДНЯКА КУР-НЕСУШЕК В УСЛОВИЯХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

© Цой З.В., Васильева Н.В., 2021

Резюме. Статья содержит материалы научно-хозяйственного опыта по применению кормовой муки из отходов переработки корбикулы японской (*Corbicula Japonica*) и кормовой добавки растительного происхождения из козлятника восточного (*Galega Orientalis*) в кормлении молодняка кур-несушек. Опытным путем нами было доказано, что применение данных кормовых добавок оказывает положительное влияние на динамику живой массы молодняка кур-несушек кросса Хайсекс Белый. При использовании муки из *Corbicula* абсолютный прирост был на 40,35-54,39 г выше контроля, а суточный прирост был на 0,5-0,64 г выше контроля. Наибольшая длина тушки была в III опытной группе (200,3 мм). Также, при включении кормовой муки растительного происхождения было отмечено положительное влияние на привес и длину тушки. Абсолютный прирост был максимальным в III опытной группе (813,7 г), он был выше контроля на 38,6 г.

Сохранность поголовья птицы также была незначительно выше в опытных группах. Этот показатель составляет 98,1-98,3% по сравнению с контролем 98,0-98,1%.

Ключевые слова: кормление, молодняк, сельскохозяйственная птица, рацион.

Z.V. Tzoy, Cand. Agr. Sci., Associate Professor;

N.V. Vasilyeva, Cand. Agr. Sci., Associate Professor

INFLUENCE OF LOCAL FEED SUPPLEMENTS ON THE GROWTH OF YOUNG LAYING HENS IN PRIMORSKY REGION

Abstract. The article contains materials of scientific and economic experience on the use of fodder flour from *Corbicula japonica* waste and plant-based feed additive from *Galega orientalis* in feed-

ing of young laying hens. It is empirically proved that the use of these feed additives has a positive effect on the dynamics of the live weight of young laying hens of the Hisex White cross. When *Corbicula* flour was applied, the absolute gain was 40.35-54.39 g. higher than the control, and the daily gain was 0.5-0.64 g. higher than the control. The maximum body length measurement was in the III experimental group (200.3 mm.). Moreover, when plant-based feed meal was applied, a positive effect on weight gain and body length was noted. The absolute maximum gain was in the III experimental group (813.7 g.), it was 38.6 g. higher than the control measurements.

The safety of the poultry population was also slightly higher in the experimental groups. This indicator was 98.1-98.3% while the control was 98.0-98.1%.

Key words: feeding, young poultry, farm poultry, diet.

Введение. Птицеводство - одна из самых ранних и важных отраслей животноводства. Оно дает возможность в кратчайшие сроки получить такие продукты питания, как мясо и яйца. Основным фактором, влияющим на развитие птицеводства, является кормовая база. Для птицы очень вредна нехватка белка и минералов.

Эффективный способ восполнить дефицит белков, минералов и витаминов - добавлять морские добавки в рацион птицы. В Амурской области в комбикорм вводят такие морепродукты, как кукумария, ламинария, двустворчатые моллюски. Эти добавки в комплексе положительно влияют на рост и развитие молодняка цыплят, улучшая яйценоскость за счет лучшего усвоения питательных веществ. Морские гидробионты также изучались при кормлении телят и свиней. Изучена их роль в кормлении, влияние на прирост живой массы и репродуктивные качества экспериментальных животных [1-12].

В Приморье изучалось использование корбикулы японской в рационах свиней, кабанов, поросят. Доказано, что кормовой концентрат корбикулы японской оказывает положительное влияние на рост и развитие, сопротивляемость, инвазивность мясной продукции, экологическую безопасность получаемых продуктов, усвояемость питательных веществ. На основании этих исследований мы поставили цель - определить эффективность включения муки корбикулы в рационы молодняка птицы и определить оптимальные дозы ее включения [1].

У Дальнего Востока есть все возможности реализовать свой природный потенциал. Приморье дает возможность широко использовать недорогие морепродукты и продукты жизнедеятельности, а также растительное сырье в кормлении животных и птицы. Морские и рыбные продукты, а также отходы от их переработки богаты белком и минералами, необходимыми для обеспечения полноты рационов животных и птицы [9].

Добавки морского происхождения обладают антиоксидантной, радиопротекторной активностью, повышают сопротивляемость организма болезням, укрепляют иммунную систему, улучшают обмен веществ. Кроме того, в регионе достаточно богатая кормовая база растений. В частности, для улучшения обмена веществ, повышения сопротивляемости организма, улучшения усвояемости и усвояемости кормов мы можем использовать козлятник восточный *Galega orientalis*. Таким образом, целью нашей исследовательской работы было изучение возможности включения этих добавок в рационы птицы.

Применение травяной муки от козлятника восточного (*Galega Orientalis*) в рационах молодняка уток в количестве 3-6%, а родительского стада - 10-15% от массы комбикорма вместо травяной муки из люцерны положительно влияет на продуктивные и репродуктивные показатели птицы, способствует повышению усвояемости и использования питательных веществ корма. Поэтому мы решили изу-

чить действие *Galega Orientalis* и *Corbicula Japonica* на динамику роста молодняка кур.

Мы проводили научно-исследовательские опыты в Приморском крае на курах кросса *Haysex White*. Цель исследования - изучить возможность включения муки корбикулы и растительного кормового комплекса из козлятника восточного в рационы молодняка кур. Перед нами стояли следующие задачи: определить оптимальные дозы кормления этих кормовых добавок в рационах кур, изучить динамику роста при включении кормовых добавок.

Методика исследований. В научно-хозяйственном опыте нами были сформированы по 4 группы по 150 голов

методом аналогов (контрольная и три опытных) для изучения влияния каждой подкормки. Контрольной группе скормливали принятый в хозяйстве рацион, первая опытная группа получала по 1,5 и 2% кормовой добавки в составе комбикорма, вторая опытная – 3% корбикулы и 2% растительной добавки, и третья опытная - 5% корбикулы и 3% растительной добавки в составе комбикорма. В состав кормовой добавки из корбикулы японской вошли измельченные ракушки и остатки мякоти, то есть отхода от переработки моллюска. В состав растительной кормовой добавки входит козлятник восточный. Исследования проводили согласно методике, схема представлена в таблице 1.

Таблица 1

Схема исследований

Наименование добавки	Группа	Продолжительность опыта	Количество голов	Рацион
Кормовая добавка из корбикулы японской	контрольная	90 дней	150	ОР*
	I опытная	90 дней	150	ОР+2%
	II опытная	90 дней	150	ОР+3%
	III опытная	90 дней	150	ОР+5%
Мука из козлятника восточного	контрольная	90 дней	150	ОР*
	I опытная	90 дней	150	ОР+1,5%
	II опытная	90 дней	150	ОР+2%
	III опытная	90 дней	150	ОР+3%

*ОР – основной рацион, принятый в хозяйстве

Ремонтный молодняк во время опыта содержался в клеточных батареях. Научно-хозяйственный опыт длился 90 дней (12 недель).

Результаты исследований. Во время проведения опыта рационы всех групп

были сбалансированы по питательным веществам. Результаты опыта по применению корбикулы и растительной кормовой добавки представлены в таблице 2.

Таблица 2

Рост и развитие молодняка птицы за период опыта, ($\bar{X} \pm S_x$, n=150)

Показатель	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Кормовая добавка из отходов переработки корбикулы японской				
Живая масса в начале опыта, г	335,5±2,17	335,8±2,12	334,5±2,5	335,2±2,3
Живая масса в конце опыта, г	1105,9±15,9	1151,12±12,26*	1153,52±11,4*	1159,9±11,1*
Абсолютный прирост живой массы, г	770,4	815,36	819,0	824,7
Среднесуточный прирост, г	8,56	9,09	9,1	9,2
Сохранность, %	97,1	98,0	98,3	98,3

продолжение таблицы 2

Кормовая добавка растительного происхождения (из козлятника восточного)				
Живая масса в начале опыта, г	335,7±2,33	335,4±3,02	334,7±2,68	335,4±2,98
Живая масса в конце опыта, г	1110,8±14,3	1143,13±12,0**	1145,03±12,3**	1149,1±13,2*
Абсолютный прирост живой массы, г	775,1	807,73	810,33	813,7
Среднесуточный прирост, г	8,61	8,97	9,0	9,04
Сохранность, %	98,1	98,1	98,2	98,3

*P≤0,001 **P≤0,05

Использование морской кормовой муки в рационах молодняка положительно сказалось на их росте. В опытных группах абсолютный и среднесуточный прирост был максимальным в III опытной группе. Абсолютный прирост прироста составил 824,74 грамма, а среднесуточный прирост составил 9,2 грамма. Аналогичные результаты были получены с использованием

растительной муки из козлятника восточного. Максимальный прирост был также получен в экспериментальных группах и составил 813,7 грамма и 9,04 грамма. Мы изучали развитие экспериментальной птицы. Измеряли длину туловища в возрасте 120 дней. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

Длина туловища, мм

Группа/Кормовая добавка	Мука из корбикулы	Мука из козлятника восточного
контрольная	179.3	176.9
I опытная	183.9	183.2
II опытная	197.1	195.8
III опытная	200.3	198.6

Из таблицы видно, что самые высокие показатели были в опытных группах. Преимущество опытных групп над контролем при использовании муки из корбикулы японской составило 4,6-21 мм. Положительный эффект имело использование муки из козлятника восточного, разница составила 6,3-21,7 мм.

Исследования подтвердили наши предположения о том, что данный кормовой комплекс способствует увеличению показателей роста и развития. Мука из корбикулы японской и растительная мука из козлятника восточного положительно влияют на рост и развитие цыплят. Результаты исследования достоверны. Во время эксперимента вся птица содержалась в одинаковых условиях. К окончанию исследовательских опытов птицы опытных групп имели более высокий показатель, чем контрольной.

При использовании муки из *Corbicula* абсолютный прирост был на

40,35-54,39 г выше контроля, а среднесуточный привес на 0,5-0,64 г выше контроля. Наибольшая длина тушки была в III опытной группе (200,3 г). В том числе кормовая мука растительного происхождения также положительно влияет на привес и длину туловища. Абсолютный прирост был максимальным в III опытной группе (813,7 г), в контроле он был выше на 38,6 г.

Сохранность поголовья птицы также была незначительно выше в опытных группах. Оно составляет 98,1-98,3% по сравнению с контролем 98,0-98,1%. Что касается оптимальных доз введения добавок из козлятника, то мы установили оптимальную дозу 3%. Таким образом, использование нетрадиционных кормовых добавок (морского происхождения и растительного) в кормлении птицы *Haysex White* положительно влияет на рост, привес, сохранность и длину туловища.

Список литературы

1. Литвиненко, Н.В. Использование морепродуктов Тихоокеанского промысла в кормлении кур / Н.В. Литвиненко, Р.Л. Шарвадзе, К.Р. Бабухадия // Дальневосточный аграрный вестник. - 2008. – Вып. № 1(5). - С. 144-148.
2. Никулин, Ю.П. Кормовой концентрат Корбикулы японской обеспечивает экологическую безопасность свинины. // Ю.П. Никулин, О.А. Никулина, З.В. Цой. - Свиноводство. – 2012. - № 4. – С. 82-83.
3. Окулова, Е.В. Влияние ламидана на продуктивность кур-несушек / Р.Л. Шарвадзе, К.Р. Бабухадия, Е.В. Окулова // Проблемы зоотехнии, ветеринарии, биологии сельскохозяйственных животных на Дальнем Востоке. Сб. науч. трудов ДальГАУ. – Благовещенск: изд-во ДальГАУ, 2011. – Вып. 17. - С. 46-52.
4. Шарвадзе, Р.Л. Оптимизация кормления молодняка крупного рогатого скота герфордской породы в условиях Амурской области / Р. Л. Шарвадзе, С. А. Согорин // Проблемы зоотехнии, ветеринарии и биологии животных на Дальнем Востоке : сб. науч. тр. – Благовещенск : Изд-во ДальГАУ, 2004. – С. 155-160.
5. Шичко, Е.В. Использование кормовой белково-минеральной добавки из отходов переработки морских ежей в кормлении кур несушек / Е.В. Шичко // Наука – животноводам Дальнего Востока: сб. науч. тр./ Приморский с.- х. ин-т. – Уссурийск, 1993. – С. 72-74.
6. Kocher, A. 2001 Effect of enzyme supplementation on the replacement value of canola meal for soybean meal in broiler diets, Aust. J. Agric. Res. – 2004, № 52, С. 447-452.
7. Kononenko, S.I. Effect of Roxazim G2 introduction into the compound feed for growing and fattening pigs / S.I. Kononenko /Archiva Zootechnica. – [Romania]. – 2011. – Vol. 14. – № 1. – P. 13-18.
8. Kononenko, S.I. 2010 Effect of fat additive on the productivity /S.I. Kononenko // 9 International Symposium of Animal Biology and Nutrition, 2010. – С. 22.
9. Kononenko, S. I. Physiological and biochemical status of the body of a broiler chicken when improving the processing technology of feed grain /S. I. Kononenko, V. V. Tedtova, L. A. Vityuk, F. T. Salbiyev // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. - 2012. - № 84. - С. 482-491.
10. Kononenko, S. I. Ways of improvement of protein nutritional value in compound feeds /S. I. Kononenko // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. - 2012. - № 81. - С. 520 - 545.
11. Tsoy, Z.V. Swine production with using of seafood meal such as Carbicula japonica meal / Z.V. Tsoy, U.P. Nikulin, Global Journal of Biotechnology & Biochemistry. -2013. - 8 (4). - С. 74-77.
12. Titov V.Yu., Lenkova T.N., Egorova T.A., Antipov A.A. Influence of 00-rapeseed cake on broilers productivity and on the thyroid gland condition. XIV th European Poultry Conference. Conference Information and Proceedings. Birger Svihus, Editor. 2014. С. 534.
13. Sharvadze, R.L. Use of chelated forms of microelements contained in natural food resources in feeding animals within the territory of the Amur River Region / R.L. Sharvadze, T.A. Krasnoshchekova, L.I. Perepelkina, E.V. Tuaeava, K.R. Babukhadiya, A.I. Gerasimovich, V.V. Samuylo, Yuri B. Kurkov// EurAsian Journal of BioSciences Eurasia J Biosci. – 2018. - №1. - Tom 12. – С. 143-148.

References

1. Litvinenko, N.V. Ispol'zovanie moreproduktov Tikhookeanskogo promysla v kormlenii kur (Use of Pacific fishery seafood in chicken feeding), N.V. Litvinenko, R.L. Sharvadze, K.R. Babukhadiya, Dal'nevostochnyi Agrarnyi Vestnik, 2008, Vyp. No 1(5), PP. 144-148.

2. Nikulin, Yu.P. Kormovoi kontsentrat Korbikuly yaponskoi obespechivaet ekologicheskuyu bezopasnost' svininy (The feed concentrate of Corbicula japonica ensures the ecological safety of pork), Yu.P. Nikulin, O.A. Nikulina, Z.V. Tsoi, Svinovodstvo, 2012, No 4, PP. 82-83.
3. Okulova, E.V. Vliyanie lamidana na produktivnost' kur-nesushek (Effect of lamidan on the productivity of laying hens), R.L. Sharvadze, K.R. Babukhadiya, E.V. Okulova, Problemy zootekhnii, veterinarii, biologii sel'skokhozyaistvennykh zhyvotnykh na Dal'nem Vostoke. Sb. nauch. trudov Dal'GAU, Blagoveshchensk, izd-vo Dal'GAU, 2011, Vyp. 17, PP. 46-52.
4. Sharvadze, R.L. Optimizatsiya kormleniya molodnyaka krupnogo rogatogo skota herefordskoi porody v usloviyakh Amurskoi oblasti (Optimization of the feeding of young Hereford cattle in the conditions of the Amur Region), R. L. Sharvadze, S. A. Sogorin, Problemy zootekhnii, veterinarii i biologii zhyvotnykh na Dal'nem Vostoke : sb. nauch. tr., Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'GAU, 2004, PP. 155-160.
5. Shichko, E.V. Ispol'zovanie kormovoi belkovo-mineral'noi dobavki iz otkhodov pererabotki morskikh ezhei v kormlenii kur nesushek (Use of feed protein-mineral supplement from waste processing of sea urchins in feeding laying hens), Nauka – zhivotnovodam Dal'nego Vostoka: sb. nauch. tr., Primorskii s.- kh. in-t., Ussuriisk, 1993, PP. 72-74.
6. Kocher, A. Effect of enzyme supplementation on the replacement value of canola meal for soybean meal in broiler diets, Aust. J. Agric. Res., 2004, No 52, PP. 447-452.
7. Kononenko, S.I. Effect of Roxazim G2 introduction into the compound feed for growing and fattening pigs, Archiva Zootechnica [Romania], 2011, Vol. 14, No 1, PP. 13-18.
8. Kononenko, S.I. Effect of fat additive on the productivity, 9 International Symposium of Animal Biology and Nutrition, 2010, P. 22.
9. Kononenko, S. I. Physiological and biochemical status of the body of a broiler chicken when improving the processing technology of feed grain /S. I. Kononenko, V. V. Tedtova, L. A. Vityuk, F. T. Salbiyev, Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University, 2012, No 84, PP. 482-491.
10. Kononenko, S. I. Ways of improvement of protein nutritional value in compound feeds, Polythematic Network Electronic Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University, 2012, No 81, PP. 520 - 545.
11. Tsoy, Z.V. Swine production with using of seafood meal such as Carbicula japonica meal, Z.V. Tsoy, U.P. Nikulin, Global Journal of Biotechnology & Biochemistry, 2013, 8 (4), PP. 74-77.
12. Titov, V. Yu. Influence of 00-rapeseed cake on broilers productivity and on the thyroid gland condition, Titov V.Yu., Lenkova T.N., Egorova T.A., Antipov A.A., XIVth European Poultry Conference. Conference Information and Proceedings. Birger Svihus, Editor, 2014, P. 534.
13. Sharvadze, R.L. Use of chelated forms of microelements contained in natural food resources in feeding animals within the territory of the Amur River Region, R.L. Sharvadze, T.A. Krasnoshchekova, L.I. Perepelkina, E.V. Tuueva, K.R. Babukhadiya, A.I. Gerasimovich, V.V. Samuylo, Yuri B. Kurkov, EurAsian Journal of BioSciences Eurasia J Biosci., 2018, No 1, Tom 12, PP .143-148.

Информация об авторах

Цой Зоя Владимировна, канд. с.-х. наук, доцент, институт животноводства и ветеринарной медицины, ФГБОУ ВО Приморская ГСХА, г. Уссурийск, пр. Блюхера, 44, 692510, тел. 8-968-130-91-84, zoyatsoy84@mail.ru;

Васильева Наталья Васильевна, канд. с.-х. наук, доцент, ФГБНУ «ФНЦ Агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», Приморский край, п. Тимирязевский, ул. Воложенина 30, тел. 8-924-725-06-36.

Information about authors

Zoya V. Tzoy, Cand. Agr. Sci., Associate Professor, Primorsky State Agricultural academy, Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 44, Blucher avenue, Ussuriysk, Primorsky region, 692510, phone number 89681309184, e-mail:

zoyatsoy84@mail.ru;

Natal'ya V. Vasilyeva, Cand. Agr. Sci., Associate Professor; Primorsky Scientific research Institute named after A.K. Chaika of the Far East region, 30, Volozhenina str., the village Timiryazevskii, Primorsky region, phone number 89247250636.

УДК 639.11(571.63)

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-1-50-61

Цындыжапова С.Д., канд. биол. наук, доцент;

Розломий Н.Г., канд. биол. наук, доцент

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ПЯТНИСТОГО ОЛЕНЯ (CERVUS NIPPONTEMMINCK, 1838) НА ОСТРОВАХ АНТИПЕНКО И СИБИРЯКОВА (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)

Резюме. в статье представлены исследования по особенностям питания пятнистого оленя на территории островов Антипенко и Сибирякова в заливе Петра Великого Приморского края. В результате проведенных исследований в период с 2015 по 2020 гг. был определен видовой состав растительных кормов и запасы древесно - кустарниковой растительности. Были оценены такие показатели, как поедаемость в баллах (по И.В. Ларину (1969) и обилие вида корма (кг/га). Многолетняя трофическая нагрузка оленей на подрост и кустарники в биотопах неизбежно приводит к постепенному сокращению емкости фитомассы, а главная особенность питания пятнистых оленей - это потребление злаков и осок только в начале вегетационного периода, за исключением грубых частей растений, которые вообще не употребляются, поэтому, несмотря на обилие в конце лета в напочвенном растительном покрове травянистой растительности, оленями она практически не поедается. В настоящее время присутствие оленей на островах очень заметно, а объединенные оленями древесно - кустарниковые растения встречаются: остров Антипенко - в среднем через 10 - 15 м, с высотой скусов от 0,5 до 2,0 м, толщиной побегов от 0,2 до 1,5 см; остров Сибирякова - в среднем через 6 м, с высотой скусов от 0,5 до 2,0 м, толщиной побегов от 0,2 до 1,5 см. В кормовом отношении на обоих островах доминируют чубушник тонколистный, мелкоплодник ольхолистный, чуть меньшую долю составляют актинидия коломикта, клен мелколистный, ильм японский и ольха японская, остальные виды встречаются в гораздо меньшем объеме. Из 1520 обследованных кормовых древесно - кустарниковых растений поврежденными оказались более 50,0 % из них: до усыхания - около 3,0 %, сильно угнетены - более 15,0 %, угнетены - более 30,0 %.

Ключевые слова: Приморский край, Хасанский район, залив Петра Великого, острова Антипенко, Сибирякова, урочище, редколесье, травоядные, сукцессия, пятнистый олень, корма напочвенного покрова, древесно-веточные корма (ДВК), кормовые растения, пробная площадка (ПП), видовое разнообразие, природные пастбища, отава, запасы кормов, трофические ниши, миграции, пирогенная сукцессия, пастбищная регрессия, злаки, осоки, сложноцветные, накопление отмершей растительности, численность копытных, плотность населения копытных.

UDC 639.11(571.63)

S.D. Tsyndyzhapova, Cand. Agri. Sci., Associate Professor;**N.G. Rozlomy**, Cand. Agri. Sci., Associate Professor**NUTRITION FEATURES OF THE SPOTTED DEER (CERVUS NIPPON TEMMINCK, 1838) ON THE ISLANDS OF ANTIPENKO AND SIBIRYAKOVO (PPIMORSKY KRAI)**

Abstract. The article presents studies on the feeding habits of sika deer on the territory of the Antipenko and Sibiriyakov Islands in the Peter the Great Gulf of the Primorsky Territory. As the result of the studies, carried out in the period from 2015 to 2020, the species composition of plant food and stocks of tree and shrub vegetation were determined. Such indicators as the consumption in points (according to I.V. Larin (1969)) and the abundance of the type of food (kg / ha were assessed. The long-term trophic load of deer on undergrowth and shrubs in the biotope inevitably leads to a gradual decrease in the capacity of phyto-mass. As the main feature of the diet of sika deer is the consumption of cereals and sedges only at the beginning of the growing season, with the exception of coarse parts of plants, which are not consumed at all; therefore, despite the abundance of grassy vegetation in the ground vegetation cover at the end of summer, it is not practically consumed by deer. Currently, the presence of deer on the islands is very noticeable, and woody-shrub plants eaten by deer are found: Antipenko Island - on average after 10 - 15 m, with bite height from 0, 5 to 2.0 m, sprout thickness from 0.2 to 1.5 cm; Sibiriyakov island - on average after 6 m, with the bite height from 0.5 to 2.0 m, sprout thickness from 0.2 to 1,5 cm. In terms of food, both islands are dominated by the little leaf mock orange and the alder-leaved mountain ash; of slightly smaller proportion is actinidia kolomikta, Mono maple, Japanese elm and Japanese alder; the rest of the species are found in a much smaller volume. Among of 1520 examined fodder trees and shrubs, more than 50.0 % of them were damaged: before drying out - about 3.0 %, strongly depressed – more than 15.0 %, depressed - more than 30.0 %.

Key words: Primorsky Krai, Khasansky District, Peter the Great Gulf, Antipenko Island, Sibiriyakov Island, natural boundary, woodlands, herbivores, succession, sika deer, ground forage, woody-branch forage (WBF), forage plants, trial platform (TP), diversity of species, natural pastures, aftergrass, forage reserves, trophic niches, migrations, pyrogenic succession, pasture regression, cereals, sedges, Compositae, accumulation of dead vegetation, number of ungulates, population density of ungulates.

Введение. Среди копытных по типу питания и пищевой специализации выделяют три группы: высокоизбирательные потребители растительных кормов, менее избирательные потребители малопитательных кормов и большая группа жвачных с промежуточным питанием. Требования к среде обитания, особенно к качеству кормовых ресурсов, у представителей этих групп разные, различаются также и характер биотопного распределения, и динамика популяций [2].

В результате многолетних исследований особенностей экологии пятнистого оленя, Дарман Ю.А. (1982), Богачев А.С. (1985), Гапонов В.В. (1989) выявили в Приморском крае около 300 видов кормовых растений [11, 12, 13].

Было также установлено, что многообразии видов потребляемых оленями растений зависит от различных экологических факторов (численности и плотности животных, времени нахождения их на определенной территории, физиологического состояния, специфики поведения, а

также климатических условий, рельефа местности, типа леса и др.).

В связи с этим актуально изучение особенностей питания копытных и определение запасов кормов, особенно на охраняемых территориях, так как главным образом, именно от кормовых ресурсов зависят плотность населения, общая численность и распределение копытных на той или иной территории.

Цель работы - изучение особенностей питания, размещения и влияния на растительный покров пятнистого оленя (*Cervus Nippon Temminck*, 1838) в урочищах островов Антипенко и Сибирякова в заливе Петра Великого Приморского края.

Задачи:

- изучение видового состава основных кормовых древесно - кустарниковых растений, используемых пятнистым оленем в бесснежный период;
- определение характера пищевой избирательности пятнистых оленей в вегетационный период по двум параметрам: видовому разнообразию и запасам кормов;
- анализ воздействия оленей на древесно - кустарниковую растительность.

Объекты и методика исследования. Исследования проводились в период с 2015 по 2020 гг. на территории Островного участкового лесничества (филиала Владивостокского лесничества), включающей 2 лесных участка общей площадью 249,68 га, находящихся на островах Антипенко и Сибирякова, расположенных в 50 км к юго - западу от Владивостока в акватории залива Петра Великого Хасанского муниципального района Приморского края [6].

Остров Антипенко (квартал № 1) - протяженность с севера на юг 1,28 км, с запада на восток – 1,91 км, длина береговой линии - 6,89 км, площадь – 134, 92 га. Остров Сибирякова (квартал № 2) - находится в 3 милях на северо - восток от южного мыса бухты Баклан, протяженность с севера на юг 1,75 км, с запада на восток – 1,18 км, длина береговой линии – 5,8 км,

наивысшая точка – 105,2 м над уровнем моря, площадь – 114,76 га [6]. (Лесохозяйственный регламент. Смешанные леса на землях особо охраняемых территорий и объектов, островов Антипенко и Сибирякова Хасанского муниципального района Приморского края. Уссурийск, 2015. - 62 с.)

Это холмистые острова с каменистыми, частью скалистыми и обрывистыми с малочисленными бухтами берегами, почти полностью покрытые большей частью широколиственным лесом, с преобладанием лиственных пород, без сильного подроста, на небольших безлесных участках имеется сплошной покров из колючего кустарника.

Климат островного лесничества характеризуется устойчивыми муссонными ветрами, неравномерным распределением осадков, периодическими циклонами, частыми туманами с избыточным увлажнением (свыше 700 - 750 мм атмосферных осадков в год с максимумом в летний период и преобладанием дождей ливневого характера). Продолжительность теплого периода в среднем составляет 215 дней, наибольшее число теплых дней в июле-августе, температура воды 22 - 25 °С [6].

Исследованиями была охвачена вся территория Островного лесничества общей площадью около 160 га, площадь свойственных угодий пятнистого оленя определялась по данным лесотаксационного описания, численность животных определяли с помощью общепринятых методов: ЗМУ, многодневным окладом, визуальным учетом на склонах в период с 2016 по 2020 гг.

С целью изучения видового разнообразия кормовых растений и степени влияния на них пятнистых оленей ежегодно в период вегетации (в начале - май - июнь и в конце - август - сентябрь) проводилось сплошное геоботаническое обследование территории Островного лесничества путем прокладки маршрутов длиной по 5 км на каждом острове по верхним контурам

холмов и обхода проходимых склонов с целью оценки состояния фаций. Определение растений производили по «Определителю растений советского Дальнего Востока» (Ворошилов В.Н., 1982).

Состояние кормовой базы, характер ее использования животными и степень

трансформации растительного покрова в напочвенном и кустарниково - древесном ярусе под влиянием выпаса пятнистых оленей изучалось на 50 пробных площадках по 100 м² каждая общей площадью 5000 м² пропорционального площадям типов леса (рис. 1):

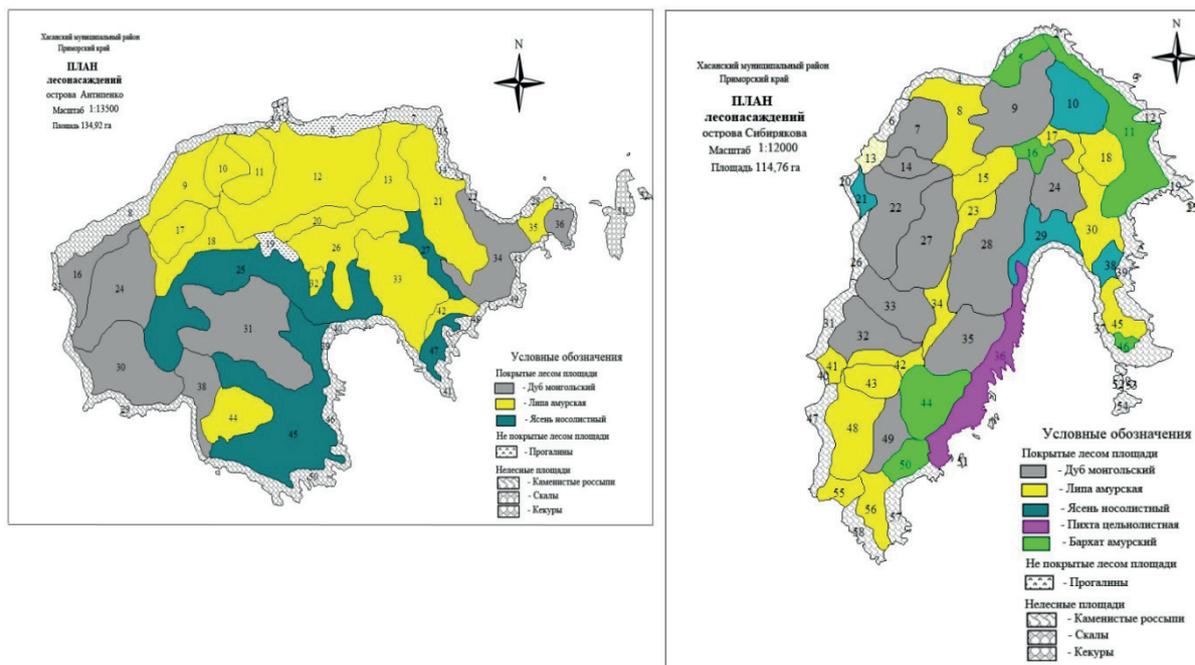


Рис.1. План лесонасаждений на территории островного лесничества:

1. На острове Антипенко - 30 площадок в т.ч. в насаждениях с преобладанием: липы амурской - 15 пл., дуба монгольского - 7 пл., пихты цельнолистной - 1 пл., ясеня носолистного - 7 пл.

2. На острове Сибирякова - 20 площадок в т.ч. в насаждениях с преобладанием: липы амурской - 4 пл., бархата амурского - 3, дуба монгольского - 10, пихты цельнолистной - 1 пл., ясеня носолистного - 2 пл.

Запасы древесно - кустарниковой растительности определялись исходя из видового состава растений, их количества на пробных площадках и литературных данных о количестве веточных кормов в насаждениях разного возраста и дальнейшей экспликацией полученных данных на размеры площадей основных биотопов и расчетом общих и суммарных запасов веточных кормов на всю площадь данного типа леса [8]. На всех площадках оценивались такие показатели, как поедаемость

в баллах (по И.В. Ларину (1969) и обилие вида корма (кг/га). Не покрытые напочвенным растительным покровом или лишившиеся его в результате, например, водной эрозии, площади исключались путем замены на ближайший сохранившийся растительность участок, исключались также участки, расположенные в заболоченных низинах, как «избыточно продуктивные» [13].

Так как пятнистый олень здесь единственный вид копытных, то все встреченные скусы на древесно - веточных растениях идентифицировались как принадлежащие этому виду.

При определении степени трансформации растительного покрова под влиянием выпаса пятнистых оленей оценивался такой признак как «жизнеспособность» - обозначающий угнетенность древесно-кустарниковых растений - объектов питания

олений, и определявшийся по количеству объединенных побегов [9]:

- объедено все растение - нежизнеспособно;
- объедено 50 % растения - полужизнеспособно;
- объедено менее 50 % растения - жизнеспособно.

Результаты и обсуждение исследований. На островах Антипенко и Сибирякова олени появились после 20-летнего перерыва, вызванного большим пожаром, приведшим к полному выгоранию лесной растительности и гибели обитавших здесь ранее животных. Олени были привезены из питомника ООО «Русь – С», выпуск производился 14 мая 2015 г. одновременно на оба острова, животные были доставлены в деревянных коробах на катерах. Половозрастная структура выпускаемых животных была следующей: возраст всех животных - 2 года, на о-ве Антипенко - 1 самец, 3 самки, на о-ве Сибирякова - 1 самец, 3 самки. Таким образом, при заселении оленей на территорию каждого из островов в 2015 году соотношение самцов и самок составляло 1:3, с плотностью населения - 0.173 и 0.153 ос./т.га, и в настоящее время на территории островного лесничества постоянно обитает пятнистый олень (*Cervus Nippon TEMMINCK, 1838*).

В настоящее время численность оленей следующая:

- на острове Антипенко - около 10 голов, в т.ч. 4 шильника, 1 взрослый бык, вероятно 5 - 6 маток, половозрастная структура 1:1,2;
- на острове Сибирякова - около 10 голов оленей, в т.ч. 4 шильника, 4 - 5 маток, 1 взрослый бык, половозрастная структура - 1:1.25.

Остров Антипенко, по свойствам рельефа и особенностям растительного покрова, менее пригоден для обитания здесь пятнистых оленей, поэтому доля собственных угодий здесь (115.16 га - 85.35 % территории) практически такая же, как на острове Сибирякова 97.86 га (85.27 % территории), несмотря на большую пло-

щадь самого острова Антипенко (на 20.16 га больше острова Сибирякова).

Следы жизнедеятельности оленей (отпечатки следов, лежки, места кормежек, следы скусов на растениях) через 1 год после вселения (май 2016 г.) отмечались на обоих островах главным образом на юго - восточной стороне в верхних частях склонов, в липовых, дубовых и ясеневых насаждениях с довольно обильным покровом из лесных трав и довольно густым подлеском.

Сейчас следы жизнедеятельности оленей встречаются главным образом:

- остров Антипенко: на склонах южной, западной и восточной экспозиций, с насаждениями липы амурской;
- остров Сибирякова: на склонах западной, северной, восточной и южной экспозиций с насаждениями бархата амурского, ясеня носолистного, липы амурской над каменистыми россыпями и дуба монгольского.

Таким образом, распределение оленей на островах напрямую связано с экспозицией склонов и, соответственно, с размещением их основных кормовых объектов, но ввиду того, что остров Антипенко вытянут в широтном направлении, то здесь на склонах северной экспозиции следы пребывания оленей, а также сами олени хотя и встречаются, но довольно редко.

Основную роль в питании оленей во вневегетационный период в Приморском крае играют растения деревянистых жизненных форм, в т.ч. деревья (33 вида), кустарники (29 видов), лианы (5 видов). В целом перечень растений, потребляемых в Приморском крае пятнистым оленем во вневегетационный период, составляет 77 видов из 27 семейств, из них 36 видов, относящихся к 17 семействам, составляют пищевой преферендум, в котором преобладают виды 9 семейств - Розовые (*Rosaceae*), Лютиковые (*Ranunculaceae*), Астровые (*Asteraceae*), Кленовые (*Aceraceae*), Аралиевые (*Araliaceae*), Сельдереевые (*Apiaceae*), Берёзовые (*Betulaceae*), Яснотковые (*Lamiaceae*), Сытевые (*Cyperaceae*) [11].

Из этого перечня на острове Антипенко отмечено всего около 70 наименований, в т.ч. травянистых растений около 40, кустарниковых растений - около 20, древесной растительности - 10 видов, на острове Сибирякова всего около 90 наименований, в т.ч. травянистых растений около 60, кустарниковых растений - около 20, древесной растительности - 10 видов [6].

В весенний период основу рациона оленей здесь составляют молодые травянистые растения, а пищевой горизонт (высота кусков от поверхности почвы) варьирует от 5 до 25 см. При общем разнообразии кормов в летнее время (июнь - август) в рационе пятнистого оленя здесь наблюдается увеличение числа видов кустарниково - древесной растительности, при этом животные используют в питании лишь определенные части растений, что обусловлено неоднородностью их питательной ценности. В общем наборе кормов наблюдается увеличение числа видов древесно - кустарниковых растений, а высота кусков варьирует от 20 до 120 см, диаметр - от 1 до 6 мм [7, 8, 13].

Фоновыми видами в пищевом спектре оленей здесь в это время практически во всех биотопах являются чубушник тонколистный, бересклет, ольха, мелкоплодник ольхонистый, у которых в питании используются молодые листья и побеги текущего года. Востребованы также лианы актинидий, винограда амурского, корневая поросль лип и дуба монгольского, подрост ясеня маньчжурского, ильма, лещины.

К сентябрю здесь происходит сокращение числа видов растений в пищевом спектре оленей, что связано с постепенным увяданием травянистых растений и огрубением молодых побегов деревьев и кустарников, и в это время олени начинают использовать в питании опадающие листья и семена растений.

Обилие основных видов древесно - веточных кормов на исследуемой территории следующее: дубняк с липой и дубом (28 видов растений) [10]: лето - 133.4204 кг/га, зима - 49.3655 кг/га; дубняк разнотрав-

ный (37 видов растений): лето - 119.9700 кг/га, зима - 44.3889 кг/га; дубняк на сев.-вост. склоне (38 видов растений): лето - 136.4250 кг/га, зима - 50.5276 кг/га; дубняк с рододендромом (30 видов растений): лето - 104.4900 кг/га, зима - 1005.4613 кг/га; дубняк с леспедецей (13 видов растений): лето - 297.5600 кг/га, зима - 110.0974 кг/га; дубняк с лещиной (20 видов растений): лето - 301.0000 кг/га, зима - 111.3700 кг/га; дубняк с рододендромом и леспедецей (11 видов растений): лето - 61.0600 кг/га, зима - 120.5922 кг/га; дубняк с осмундой (19 видов растений): лето - 24.5100 кг/га, зима - 9.0687 кг/га; дубовое приморское криволесье (31 вид растений): лето - 138.7465 кг/га, зима - 51.3361 кг/га; ильмовые насаждения: лето (31 вид растений): лето - 279.1818 кг/га; зима - 103.2972 кг/га; насаждения березы желтой (31 вида растений): лето - 350.8800 кг/га; зима - 129.8256 кг/га; березовые насаждения (12 видов растений): лето - 141.9402 кг/га; зима - 60.2759 кг/га; лещинные заросли (60 видов растений): лето - 426.9900 кг/га; зима - 223.4411 кг/га; ольшаник (55 видов растений): лето - 236.9777 кг/га; зима - 87.6817 кг/га; заросли рододендрона (17 видов растений): лето - 110.0800 кг/га; зима - 40.7702 кг/га; барбарисовые приморские заросли (24 видов растений): лето - 595.4640 кг/га; зима - 169.6369 кг/га; разнотравно - осоковый луг (27 видов растений): лето - 375.6766 кг/га; зима - 164.7244 кг/га; разнотравно - злаковый луг (6 видов растений): лето - 353.0214 кг/га; зима - 130.7486 кг/га; злаковый луг (23 видов растений): лето - 217.8294 кг/га; зима - 80.5046 кг/га; низкотравный приморский луг (20 видов растений): лето - 221.1772 кг/га; зима - 71.0919 кг/га; разнотравный луг (30 видов растений): лето - 122.9800 кг/га; зима - 45.5481 кг/га; разнотравно - вейниковый луг (19 видов растений): лето - 392.7362 кг/га; зима - 145.4579 кг/га; осоково - вейниковый луг (6 видов растений): лето - 276.6600 кг/га; зима - 105.2449 кг/га; полынный луг (10 видов растений): лето - 379.2600 кг/га; зима - 140.3262 кг/га; луг с ивами (50 видов растений): лето - 673.6380 кг/га; зима - 249.4955 кг/га; су-

пралиторальный луг (15 видов растений): лето - 337.3351 кг/га; зима - 123.4914 кг/га.

Снижение кормовых качеств растений оленей компенсируют добыванием растений повторной вегетации, наблюдающейся у отдельных видов трав на инсоляционных участках склонов, а также используют опавшие листья, засохшие травы и корни некоторых видов кустарников. При этом наибольшее количество попок прослеживалось возле видов растений, употреблявшихся и в вегетационный период (чубушник тонколиственный, лещина маньчжурская и др.) [12].

Так как в биотопах в это время усиливается воздействие оленей на древесно - кустарниковую растительность, то диаметр скусов достигает 25 мм, при этом наиболее тщательно обгладывается подрост лиственных пород. В декабре - марте в рационе пятнистых оленей здесь доминирует веточный корм, а после установления постоянного снежного покрова пищевой горизонт оленей составляет от 30 до 170 см, в зависимости от высоты и структуры снега, а диаметр скуса растений варьирует от 2 до 10 мм [7, 8, 11].

Многолетняя трофическая нагрузка оленей на подрост и кустарники в биотопах неизбежно приводит к постепенному сокращению емкости фитомассы, а главная особенность питания пятнистых оленей - это потребление злаков и осок только в начале вегетационного периода, за исключением грубых частей растений, которые вообще не употребляются, поэтому, несмотря на обилие в конце лета в напочвенном растительном покрове травянистой растительности оленями она практически не поедается [9].

Первыми признаками существенного влияния оленей на растительный покров являются [12]:

- заметное угнетение подростки основных древесных пород, когда они просто исчезают из подлеска, заменяясь кустарниками, что ведет к прекращению возобновления деревьев;
- о значительном воздействии на подлесок свидетельствуют полностью лишённые

листьев древесно - кустарниковые растения;

- лес приобретает так называемый парковый тип, когда подрост, подлесок и травяной покров ничтожны, или отсутствуют вовсе;

- индикатором перевыпаса пятнистых оленей считают доминирование на пастбищах растений, не поедающихся ими.

В настоящее время присутствие оленей на островах очень заметно, а объединённые оленями древесно - кустарниковые растения на маршрутах, проложенных в лесных насаждениях вдоль береговой линии на расстоянии 50 - 100 м от края леса, встречались:

- остров Антипенко - через каждые 10, 15, 20 м (в среднем через 10 - 15 м), высота скусов варьировала от 0,5 до 2,0 м, объединёнными были побеги древесно - кустарниковых пород подлеска и подростки толщиной от 0,2 до 1,5 см.

- остров Сибирякова - через каждые 3, 5, 10 м (в среднем через 6 м), высота скусов от 0,5 до 2,0 м, объединёнными были побеги древесно - кустарниковых пород подлеска и подростки толщиной от 0,2 до 1,5 см.

Хотя побеги ценных пород деревьев и не были зафиксированы в поедках в августе, но о значительном воздействии на подрост говорит отсутствие в нижнем ярусе подростки менее 2 метров высотой, так как он, видимо, был уничтожен оленями на корню ещё в осенне - зимний период.

В результате из 1520 обследованных кормовых древесно - кустарниковых растений повреждёнными оказались более 50,0 % из них: до усыхания - около 3,0%, сильно угнетены - более 15,0 %, угнетены - более 30,0 %. В целом на острове Антипенко на каждом гектаре лесной растительности в подростке и подлеске повреждено в среднем не менее 150 древесно - кустарниковых растений, каждое десятое из которых (10 шт./га) в засохшем состоянии и, скорее всего, к вегетации в дальнейшем уже будет неспособно. На острове Сибирякова на каждом гектаре лесной растительности в подростке и подлеске повреждено в сред-

нем не менее 256 древесно - кустарниковых растений, каждое 15-е из которых (17 шт./га) в засохшем состоянии и скорее всего к вегетации в дальнейшем уже неспособно.

В целом поедаемость основных кормовых объектов выглядит следующим образом (табл. 1):

Таблица 1

Характеристика поедаемости основных кормовых объектов (древесно - кустарниковых растений) пятнистого оленя в урочищах Островного лесничества в период вегетации, % (2016 - 2020 гг.)

Вид растений	Поедаемость	Доля (%) от общего количества объединенных растений
Остров Антипенко:		
Чубушник тонколистный	5	27,0
Мелкоплодник ольхонистый	5	15,0
Бересклет священный	5	13,0
Актинидия коломикта	4	10,0
Клен мелколистный	4	9,0
Ильм японский	3	8,5
Ольха японская	3	7,5
Граб восточный	2	7,0
Барбарис амурский	2	2,0
Калина Саржента	1	1,0
Остров Сибирякова:		
Чубушник тонколистный	5	18,0
Мелкоплодник ольхонистый	5	15,0
Свидина белая	5	12,0
Актинидия коломикта	4	10,0
Клен мелколистный	4	9,0
Ильм японский	3	8,5
Крушина даурская	3	7,8
Ольха японская	2	7,0
Лещина манчжурская	2	6,7
Бересклет священный	2	4,0
Дуб монгольский	1	2,0

Примечание. Поедаемость растений оценивалась по И.В. Ларину (1969): 5 - отличная; 4 - хорошая, 3 - удовлетворительная; 2 - ниже, чем удовлетворительная; 1 - плохая, изредка; 0 - отсутствует;

Как видим, доминируют в кормовом отношении на обоих островах чубушник тонколистный (*Philadelphus tenuifolius* Rupr. & Maxim.) и мелкоплодник ольхолистный (*Micromeles alnifolia* (Siebold et Zucc.), чуть меньшую долю составляют актинидия коломикта (*Actinidia kolomikta* (Maxim. & Rupr.) Maxim.), клен мелколистный (*Acer mono* Maxim.), ильм японский (*Ulmus*

japonica (Rehder), Sarg.) и ольха японская (*Alnus japonica* (Thunb.) Steud.), остальные виды встречаются в гораздо меньшем объеме.

Воздействие оленей на растительный покров на острове Антипенко несколько меньше, чем на острове Сибирякова, что, скорее всего, объясняется тем, что с острова Антипенко оленям проще

мигрировать на материк (он на 1 км ближе), поэтому плотность их населения там меньше, чем на Сибирякова, и они с меньшей интенсивностью (примерно на 25,0 %) влияют на растительность.

Заключение. В результате проведенного исследования время следы жизнедеятельности оленей отмечены: остров Антипенко - на склонах южной, западной и восточной экспозиций, с насаждениями липы амурской; на острове Сибирякова - на склонах западной, северной, восточной и южной экспозиций с насаждениями бархата амурского, ясеня носолистного, липы амурской и дуба монгольского.

В настоящее время присутствие оленей на островах очень заметно, а объединенные оленями древесно - кустарниковые растения встречаются: остров Антипенко - в среднем через 10 - 15 м, с высотой сучков от 0,5 до 2,0 м, толщиной побегов от 0,2 до 1,5 см; остров Сибирякова - в среднем через 6 м, с высотой сучков от 0,5 до 2,0 м, толщиной побегов от 0,2 до 1,5 см.

В кормовом отношении на обоих островах доминируют чубушник тонколистный, мелкоплодник ольхолистный, чуть меньшую долю составляют актинидия коломикта, клен мелколистный, ильм японский и ольха японская, остальные виды встречаются в гораздо меньшем объеме.

Из 1520 обследованных кормовых древесно - кустарниковых растений поврежденными оказались более 50,0 % из них: до усыхания - около 3,0 %, сильно угнетены - более 15,0 %, угнетены - более 30,0 %.

На острове Антипенко на каждом гектаре лесной растительности в подросте и подлеске повреждено в среднем не менее 150 древесно - кустарниковых растений, каждое десятое из которых (10 шт./га) в засохшем состоянии и, скорее всего, к вегетации в дальнейшем уже будет не способно. На острове Сибирякова на каждом гектаре лесной растительности в подросте и подлеске повреждено в среднем не менее 256 древесно-кустарниковых растений, каждое 15 - е из которых (17 шт./га) в засохшем состоянии и, скорее всего, к вегетации в дальнейшем уже будет не способно.

В целом воздействие оленей на растительный покров на острове Антипенко несколько меньше, чем на острове Сибирякова, что объясняется тем, что с Антипенко оленям проще мигрировать на материк (он на 1 км ближе), поэтому плотность их населения там меньше, чем на Сибирякова, поэтому животные с меньшей интенсивностью (примерно на 25,0%) влияют на растительность.

Список литературы

1. Богачёв, А.С. Пятнистый олень Уссурийского заповедника и прилегающих угодий /А.С. Богачёв, В.К. Абрамов, Л.А. Федина, И.В. Петрова // Териофауна России и сопредельных территорий : VII съезд Териологического общества. [Материалы международного совещания]. – Москва : РФФИ, 2003. – Ч. 1. – С. 53.
2. Бромлей, Г.Ф. Экология дикого пятнистого оленя в Приморском крае. Сборник материалов по результатам изучения млекопитающих в государственных заповедниках / Г.Ф. Бромлей. – Москва : Наука, 1956. - С. 148 - 215.
3. Ельский, Г.М. Качественная оценка лесных местообитаний копытных животных / Г.М. Ельский // Лесное хозяйство. - 1975. - № 1. - С. 66 - 69.
4. Коньков, А.Ю. Характер изменения растительности в Лазовском заповеднике в связи с интенсивным выпасом пятнистого оленя // Мониторинг растительного покрова ох-

раняемых территорий российского Дальнего Востока : [Материалы раб. совещания, ноябрь 2002, Владивосток] / Дальневост. отд-ние, Ботан. сад-институт. - Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2003. - С. 176-179.

5. Кормовые растения естественных сенокосов и пастбищ СССР / Т.Р. Годлевская, В.М. Богданов, И.В. Ларин [и др.] - СССР НК земледелия. Всесоюзн. науч.- исслед. ин-т. –Ленинград : Колос [Ленингр. отд-ние], 1969. - 549 с. : ил. ; 22 см. (Учебники и учебные пособия для высших сельскохозяйственных учебных заведений). - С. 538-543.

6. Ларин, И.В. Луговое хозяйство и пастбищное хозяйство /И.В. Ларин. -Ленинград: Издательство Колос, Ленинградское отд - ние, 1969. - 125 с.

7. Маслов, М.В. Некоторые особенности питания и поведения пятнистого оленя - *Cervus nippon* (Temm., 1838) в зимнее время на территории Уссурийского заповедника /М.В. Маслов // Животный и растительный мир Дальнего Востока. - Вып. 9. - Серия: Экология и систематика животных. - Сб. науч. тр. Уссурийск: УГПИ. – 2005. - С. 97 - 104.

8. Маслов, М.В. Характер питания пятнистого оленя *Cervus nippon* (Temm., 1838) в Уссурийском заповеднике во вневегетационный период /М.В. Маслов // Амурский зоологический журнал. - 2016. - № 3 (3). - С. 291 - 300.

9. Москалюк, Т.А. Проблема «Растительность - пятнистый олень» в Уссурийском заповеднике / Т.А. Москалюк, В.К. Абрамов, Л.А. Федина // IV Дальневосточная конф. по заповедному делу - Владивосток: Дальнаука, 1999. - С. 110 - 111.

10. Определитель вместимости среды обитания копытных животных Дальнего Востока // И.С. Шереметьев, А.А. Воронков, Е.В. Жабыко [и др.] - Владивосток: Биолого-почвенный институт, 2012 г. - biosoil: [сайт]. - URL:<http://www.biosoil.ru>.

11. Присяжнюк, Н.П. Кормовые растения пятнистого оленя по систематическим группам, жизненным формам и сезонам года /Н.П. Присяжнюк, В.Е. Присяжнюк // Пятнистый олень Южного Приморья. – Фрунзе: изд-во Кыргызстан, 1974. - С. 3 - 62.

12. Рябова, Г.И. Дикорастущие кормовые растения пятнистого оленя / Г.И. Рябова, А.П. Саверкин // Вестник ДВФ АН, серия ботаническая, т. II. - Владивосток, 1935.

13. Федина, Л.А. Характер повреждения растительности в Уссурийском заповеднике пятнистым оленем / Л.А. Федина // V Дальневосточная конф. по заповедному делу 12-15 октября 2001. Владивосток (сборник материалов) - Владивосток: Дальнаука, 2001. - С. 294 - 296.

References

1. Bogachev, A.S. Pyatnistyi olen' Ussuriiskogo zapovednika i prile-gayushchikh ugodii (Spotted deer of the Ussuriysky reserve and adjacent areas), A.S. Bogachev, V.K. Abramov, L.A. Fedina, I.V. Petrova, Teriofauna Rossii i sopredel'nykh territorii : VII s'ezd Teriologicheskogo obshchestva. [Materialy mezhdunarodnogo soveshchaniya], Moskva, RFFI, 2003, Ch. 1, PP. 53.

2. Bromlei, G.F. Ekologiya dikogo pyatnistogo olenya v Primorskom krae. Sbornik materialov po rezul'tatam izucheniya mlekopitayushchikh v gosudarstvennykh zapovednikakh (Ecology of wild sika deer in the Primorsky Territory. Collection of materials based on the results of the study of mammals in state reserves), G.F. Bromlei, Moskva, Nauka, 1956, PP. 148 - 215.

3. El'skii, G.M. Kachestvennaya otsenka lesnykh mestoobitaniy kopytnykh zhivotnykh (Qualitative assessment of forest habitats of ungulates), G.M. El'skii, Lesnoe khozyaistvo, 1975, No 1, PP. 66 - 69.

4. Kon'kov, A.Yu. Kharakter izmeneniya rastitel'nosti v Lazovskom zapovednike v svyazi s intensivnym vypasom pyatnistogo olenya (The nature of changes in vegetation in the Lazovsky nature reserve in connection with the intensive grazing of sika deer), Monitoring rastitel'nogo pokrova okhranyaemykh territorii rossiiskogo Dal'nego Vostoka, [Materialy rab. sovesh-

chaniya, noyabr' 2002, Vladivostok], Dal'nevost. otd - nie, Botan. sad - institut, Vladivostok, BSI DVO RAN, 2003, PP. 176-179.

5. Kormovye rasteniya estestvennykh senokosov i pastbishch SSSR (Forage plants of natural hayfields and pastures in the USSR), T.R. Godlevskaya, V.M. Bogdanov, I.V. Larin [i dr.], SSSR NK zemledeliya. Vsesoyuzn. nauch. - issled. in-t, Leningrad, Kolos [Leningr. otd-nie], 1969, 549 s., il., 22 sm. (Uchebniki i uchebnye posobiya dlya vysshikh sel'skokhozyaistvennykh uchebnykh zavedenii), PP. 538-543.

6. Larin, I.V. Lugovodstvo i pastbishchnoe khozyaistvo (Meadow and pasture farming), I.V. Larin, Leningrad, Izdatel'stvo Kolos, Leningradskoe otd - nie, 1969, 125 p.

7. Maslov, M.V. Nekotorye osobennosti pitaniya i povedeniya pyatnistogo olenya - Cervus nippon (Temm., 1838) v zimnee vremya na territorii Ussuriiskogo zapovednika (Some features of feeding and behavior of sika deer - Cervus nippon (Tem., 1838) in winter on the territory of the Ussuriysky reserve), M.V. Maslov, Zhivotnyi i rastitel'nyi mir Dal'nego Vostoka, Vyp. 9, Seriya: Ekologiya i sistematika zhivotnykh, Sb. nauch. tr. Ussuriisk, UGPI, 2005, PP. 97 - 104.

8. Maslov, M.V. Kharakter pitaniya pyatnistogo olenya Cervus nippon (Temm., 1838) v Ussuriiskom zapovednike vo vnevegetatsionnyi period (Feeding habits of the Cervus nippon sika deer (Tem., 1838) in the Ussuriysk reserve during the non-growing season), M.V. Maslov, Amurskii zoologicheskii zhurnal, 2016, No 3 (3), PP. 291 - 300.

9. Moskalyuk, T.A. Problema «Rastitel'nost' - pyatnistyi olen'» v Ussuriiskom zapovednike (The problem «Vegetation - sika deer» in the Ussuriysky reserve), T.A. Moskalyuk, V.K. Abramov, L.A. Fedina, IV Dal'nevostochnaya konf. po zapovednomu delu, Vladivostok, Dal'nauka, 1999, PP. 110 - 111.

10. Opredelitel' vmestimosti sredy obitaniya kopytnykh zhivotnykh Dal'nego Vostoka (The capacity determinant of the habitat of ungulates in the Far East), I.S. Sheremet'ev, A.A. Voronkov, E.V. Zhabyko [i dr.] - Vladivostok: Biologo-pochvennyi institut, 2012 g. - biosoil: [sait]. - URL: <http://www.biosoil.ru>.

11. Prisyazhnyuk, N.P. Kormovye rasteniya pyatnistogo olenya po sistemicheskim grupпам, zhiznennym formam i sezonam goda (Forage plants of sika deer by taxonomic groups, life forms and seasons), N.P. Prisyazhnyuk, V.E. Prisyazhnyuk, Pyatnistyi olen' Yuzhnogo Primor'ya, Frunze, izd-vo Kirgystan, 1974, PP. 3 - 62.

12. Ryabova, G.I. Dikorastushchie kormovye rasteniya pyatnistogo olenya (Wild sika deer forage plants), G.I. Ryabova, A.P. Saverkin, Vestnik DVF AN, seriya botanicheskaya, t. II, Vladivostok, 1935.

13. Fedina, L.A. Kharakter povrezhdeniya rastitel'nosti v Ussuriiskom zapovednike pyatnistym olenem (The nature of damage to vegetation in the Ussuriysky reserve by sika deer), L.A. Fedina, V Dal'nevostochnaya konf. po zapovednomu delu 12-15 oktyabrya 2001, Vladivostok (sbornik materialov), Vladivostok, Dal'nauka, 2001, PP. 294 - 296.

Информация об авторах

Цындыжапова Светлана Дмитриевна, канд. биол. наук, доцент кафедры лесной таксации, лесоустройства и охотоведения, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, ул. Блюхера, 44, Уссурийск, Приморский край, Россия; e-mail: sveta-wolf-irk@mail.ru;

Розломий Наталья Геннадьевна, канд. биол. наук, доцент кафедры лесной таксации, лесоустройства и охотоведения, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, ул. Блюхера, 44, Уссурийск, Приморский край, Россия; e-mail: boss.shino@mail.ru.

Information about the authors

Svetlana D. Tsyndyzhapova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor in the Department of Forest Inventory, Forest Management and Hunting Management; Primorskaya State Academy of Agriculture; 44, Bliukhera str., Ussuriysk, Primorsky Krai, Russia; e-mail: sveta-wolf-irk@mail.ru;

Natalia G. Rozlomy, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor in the Department of Forest Inventory, Forest Management and Hunting Management; Primorskaya State Academy of Agriculture; 44, Bliukhera str., Ussuriysk, Primorsky Krai, Russia; e-mail: boss.shino@mail.ru.

УДК 591.4(571.61)

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-1-61-69

Чикачев Р.А., старший преподаватель;**Гусакова И.Е.**, магистр**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОПУЛЯЦИИ РЫСИ ОБЫКНОВЕННОЙ (LYNX LYNX STROGANOVI) АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ.**

Резюме. Материалом исследования послужили туши амурского подвида евроазиатской рыси (*Lynx lynx stroganovi*), добытых на территории Амурской области. Обитающий на территории Амурской области амурский подвид рыси евроазиатской (*Lynx lynx stroganovi*) имеет географическую границу с байкальским подвидом (*Lynx lynx kozlovi*) и якутским подвидом (*Lynx lynx wrangeli*) евроазиатской рыси.

Снималось 13 линейных измерений тела хищника и его общий вес. Производилось препарирование туш. Во время вскрытия были исследованы внутренние органы рыси. Составлялись сводные таблицы весовых и линейных измерений, полового диморфизма, рассчитывались индексы телосложения.

Выраженность полового диморфизма между самцом и самкой, определялась по внешним фенотипическим признакам – размеру, весовым и линейным показателям. Рассчитанные индексы телосложения и весовые показатели внутренних органов евроазиатской рыси амурского подвида (*Lynx lynx stroganovi*) дают представление более полной картины морфологических особенностей вида.

В результате исследования определена подвидовая особенность рыси, рассчитаны весовые и линейные показатели тела рыси, обитающей на территории Амурской области, индексы её телосложения. Впервые для данной популяции рыси сделано описание внутренних органов и выявлены весовые пределы.

Ключевые слова: рысь обыкновенная, хищник, морфометрические показатели, индексы телосложения, подвиды рыси.

UDC 591.4(571.61)

R.A. Chikachev, Senior Lecturer;**I. E. Gusakova**, Student of Master Program

MORPHOMETRIC INDICATORS OF THE LYNX POPULATION (LYNX LYNX STROGANOVI) OF AMUR REGION

Abstract. The material for the study was the Amur subspecies carcasses of the Eurasian lynx (*Lynx lynx stroganovi*), taken in the Amur region. The Amur subspecies of the Eurasian lynx (*Lynx lynx stroganovi*), which inhabits on the Amur Region territory has a geographical border with the Baikal subspecies (*Lynx lynx kozlovi*) and the Yakut subspecies (*Lynx lynx wrangeli*) of the Eurasian lynx. 13 linear measurements of the predator's body and its total weight were taken. The carcasses were dissected. The internal organs of the lynx were examined during the dissection. The summary tables of weight and linear measurements, sexual dimorphism were compiled; body indices were calculated. The expressed sexual dimorphism between a male and a female was determined by external phenotypic characteristics such size, weight and linear parameters. The calculated physique indices and weight indicators of the internal organs of the Eurasian lynx of the Amur subspecies (*Lynx lynx stroganovi*) give a more complete picture of the morphological features of the species. As the result of the study, the subspecies peculiarity of the lynx was determined. The weight and linear parameters of the body of the lynx, which inhabits on the Amur Region territory were calculated as well as the indices of its constitution. The description of internal organs was made, and weight limits were identified for the first time for this lynx population.

Key words: lynx, predator, morphometric indicators, physique indices, lynx subspecies.

Введение. Обитающий на территории Амурской области амурский подвид евроазиатской рыси (*Lynx lynx stroganovi*), имеет географическую границу с байкальским подвидом (*Lynx lynx kozlovi*) и якутским подвидом (*Lynx lynx wrangeli*) рыси. [1,7,8,10,11]. Основными характеристиками выделения подвида являются особенности окраски меха, размеры и детали краниологии. Для более полного определения таксономической принадлежности, территории обитания и географических границ подвидов необходимо выявить все подвидовые особенности, к которым относится морфометрическая характеристика.

Цель работы - на основании полученных морфометрических данных выявить основные критерии отличия данного подвида и изучить морфологические показатели сравнительных характеристик рыси для более точного выделения границ ареала данного таксона.

Задачи:

1. Провести линейные и весовые измерения особей рыси.
2. Рассчитать индексы телосложения.
3. Провести морфометрические измерения внутренних органов.

Материалы и методы исследования. Материалом исследования послужили туши амурского подвида рыси евроазиатской (*Lynx lynx stroganovi*), добытых на территории Амурской области в охотничьи сезоны с 2016 по 2020 года (сроки отлова с 1 ноября по 28 февраля) на основании разрешений и установленных квот. В выборку были включены только половозрелые особи. Половозрелость особей определялась по зубам – развитию коренных зубов и их сточенности, развитию клыков (заращение нервного канала, образование годовых наростов на корне) [2,3,5].

Измерения проводились по общепринятым методикам [2, 5,6,9].

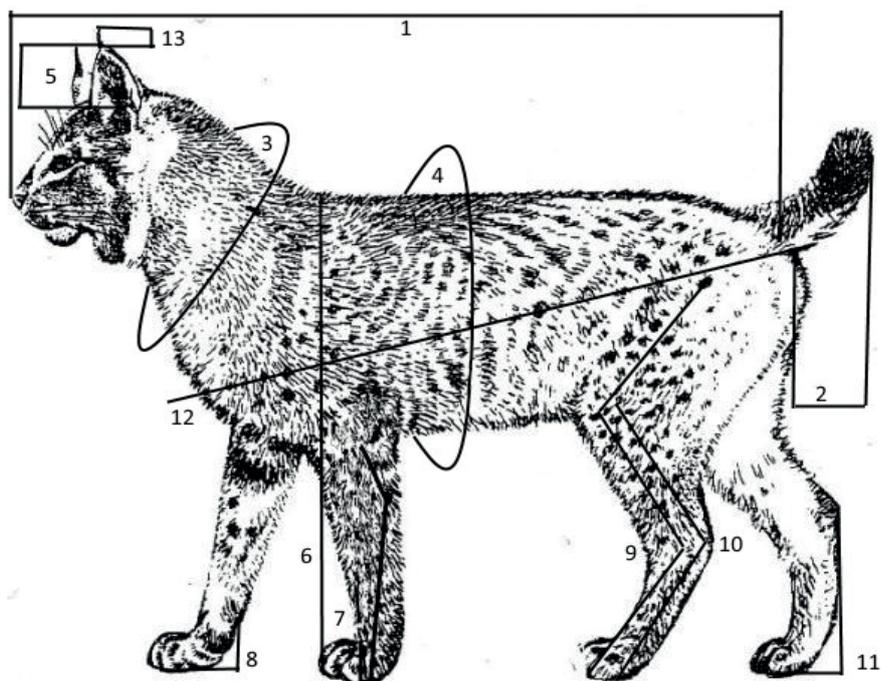
Для изучения морфометрических особенностей рыси использовались электронные весы (погрешность 1 гр.), безмен (погрешность 5 гр.), гибкая мерная лента, штангенциркуль (точность 0,02 мм) и измерительный уголок. Исследовано 33 особи рыси (17 самцов и 16 самок).

Снималось 13 линейных измерений тела хищника (рис.1) и его общий вес. Препарирования производились по методическим рекомендациям Любченко Е.Н. и др. (2019), по морфометрическим ис-

следованиям диких кошачьих, при помощи хирургических скальпелей. Во время вскрытия были исследованы внутренние органы 12 самок и 13 самцов рыси. Составлялись сводные таблицы весовых и линейных измерений, полового димор-

физма, рассчитывались индексы телосложения [12].

Результаты исследований. Методика линейных измерений туши рыси представлена на рисунке 1.



1-общая длина тела, 2-длина хвоста, 3-обхват шеи, 4-обхват за лопатками, 5-высота уха, 6-высота в холке, 7-длина грудной конечности до локтя, 8-длина кисти грудной конечности, 9-длина тазовой конечности, 10-длина тазовой конечности до колена, 11-длина ступни тазовой конечности, 12- косая длина тела, 13-длина ушной кисточки.

Рис.1. Линейные промеры рыси.

Данные измерения показали -общий вес у ♂ колеблется от 11.8 до 26.7 кг, у ♀ 11.5 – 20.98 кг; общая длина тела у ♂ 82.0 – 129.0 см, у ♀ 82.5 – 103.0 см; длина хвоста ♂ 16.0 – 24.8 см, ♀ 17.3 – 24.5 см; обхват шеи ♂ 24.1 – 39.0 см, ♀ 24.2 – 33.0 см; обхват за лопатками ♂ 44.0 – 68.3 см, ♀ 42.5 – 64.5 см; высота уха ♂ 7.2 – 10.7 см, ♀ 7.5 – 10.4 см; высота в холке ♂ 56.0 – 71.2 см, ♀ 51.0 – 67.3 см; длина грудной конечности до локтя ♂ 28.6 – 39.4 см, ♀

22.0 – 39.0 см; длина кисти грудной конечности ♂ 14.0 – 18.4 см, ♀ 12.0 – 16.7 см; длина тазовой конечности ♂ 52.9 – 75.0 см, ♀ 59.0 – 74.3 см; длина тазовой конечности до колена ♂ 43.0 – 51.4 см, ♀ а – 48.0 см; длина ступни тазовой конечности ♂ 19.5 – 27.0 см, ♀ 15.5 – 26.0 см; косая длина тела ♂ 58.4 – 79.9 см, ♀ 63.0 – 74.5 см; длина ушной кисточки ♂ 2.5 – 6.0 см, ♀ 4.3 – 5.0 см. (табл.1)

Таблица 1

Линейные показатели амурской рыси (*L. l. stroganovi*) (см)

Название промера	Самки					Самцы				
	n	Min	Max	M	P	n	Min	Max	M	P
Общая длина тела	16	82.5	103.0	95.9 ±1.4	< 0.01	17	82.0	129.0	105.3±2.4	< 0.01
Длина хвоста	15	17.3	24.5	20.1 ±0.6	>0.05	17	16.0	24.8	30.1±6.8	>0.05
Обхват шеи	11	24.2	33.0	28.4 ±0.8	>0.05	13	24.1	39.0	41.9 ±7.7	>0.05
Обхват за лопатками	16	42.5	64.5	49.8±1.4	<0.05	16	44.0	68.3	60.6±4.9	<0.05
Высота уха	15	7.5	10.4	8.5±0.2	>0.05	17	7.2	10.7	9.0±0.5	>0.05
Высота в холке	16	51.0	67.3	59.4±1.1	>0.05	17	56.0	71.2	67.6±3.9	>0.05
Длина грудной конечности до локтя	16	22.0	39.0	33.6±1.2	>0.05	17	28.6	39.4	44.0±5.7	>0.05
Длина кисти грудной конечности	16	12.0	16.7	15.3 ±0.4	>0.05	17	14.0	18.4	26.7±7.1	>0.05
Длина тазовой конечности	16	59.0	74.3	64.9±0.9	>0.05	17	52.9	75.0	71.5±3.7	>0.05
Длина тазовой конечности до колена	16	23.0	48.0	41.8±1.8	<0.05	17	43.0	51.4	54.1±5.0	<0.05
Длина ступни тазовой конечности	16	15.5	26.0	21.8±0.8	>0.05	17	19.5	27.0	34.4±6.7	>0.05
Косая длина тела	12	63.0	74.5	68.6±1.0	>0.05	16	58.4	79.9	76.2±3.7	>0.05
Длина ушной кисточки	5	4.3	5.0	4.7±0.1	>0.05	10	2.5	6.0	4.3±0.3	>0.05

Средний вес самок при выборке 12 особей составил 17,1 кг, при диапазоне от 11,5 до 21,0 кг. У самцов средний вес при

выборке 14 особей составил 22,5 кг, при диапазоне от 11,8 до 26,7 кг. (табл.2)

Таблица 2

Разница средних показателей весовых и линейных промеров амурской рыси (*L. l. stroganovi*)

Название промера	Самки					Самцы				
	n	Min	Max	M	P	n	Min	Max	M	P
Общий вес	12	11.5 кг	21,0 кг	17.1 ± 0.7 кг	>0.05	14	11.8 кг	26.7 кг	22.5 ± 8.1 кг	>0.05

При изучении рыси, важным фактором определения ее видовой и подвиговой принадлежности является определение выраженности полового диморфизма между самцом и самкой. Внешних фенотипических признаков диморфизма в окрасе нет, он присутствует лишь в размерах и весе [4]. Основываясь на данных таблиц №1 и №2, можно увидеть различия в весо-

вых и линейных показателях самцов и самок рыси. (табл.3) Так, вес самки меньше веса самца на 24,0 %. Общая длина самки отличается от общей длины самца на 9 %. высота в холке на 12,2%, длина тазовой конечности на 9,3 %, но при этом разница в длине кисти 42,7%, ступни -36, 7%. Также большая разница показателя длины хвоста - 33,3%.

Таблица 3

Разница линейных показателей, определяющих половой диморфизм рыси обыкновенной амурского подвида (*L. l. stroganovi*).

Название промера	М (♀),	М (♂),	Разница показателя, %
Общий вес	17.1 ± 0.7 кг	22.5 ± 8.1 кг	24,0
Общая длина тела	95.9 ± 1.4 см	105.3 ± 2.4 см	9,0
Длина хвоста	20.1 ± 0.6 см	30.1 ± 6.8 см	33.3
Обхват шеи	28.4 ± 0.8 см	41.9 ± 7.7 см	32.3
Обхват за лопатками	49.8 ± 1.4 см	60.6 ± 4.9 см	17.8
Высота уха	8.5 ± 0.2 см	9.0 ± 0.5 см	5.1
Высота в холке	59.4 ± 1.1 см	67.6 ± 3,9 см	12.2
Длина грудной конечности до локтя	33.6 ± 1.2 см	44.02 ± 5.7 см	23.7
Длина кисти грудной конечности	15.3 ± 0.4 см	26.7 ± 7.1 см	42.7
Длина тазовой конечности	64.9 ± 0.9 см	71.5 ± 3.7 см	9.3
Длина тазовой конечности до колена	41.8 ± 1.8 см	54.1 ± 5.0 см	22.7
Длина ступни тазовой конечности	21.8 ± 0.8 см	34.4 ± 6.7 см	36.7
Косая длина тела	68.6 ± 1.0 см	76.2 ± 3.7 см	10.0
Длина ушной кисточки	4.7 ± 0.1	4.25 ± 0.3 см	8.1

Для того чтобы выразить отношение анатомически связанных между собой промеров тела, необходимо вычислить индексы телосложения.

Индексы телосложения рыси обыкновенной (*Lynx lynx*) не упоминаются в

литературных данных, в связи с этим, к сожалению, не удалось провести сравнение. Приведённые данные по индексам телосложения рыси показаны для представления полной картины морфологических особенностей вида.

1. Индекс растянутости определяет развитие туловища рыси в длину при сравнении с ростом. Данный индекс также может использоваться для определения возраста животного. Это связано с тем, что в период онтогенеза происходит усиленный рост животного в длину.

$$\frac{\text{(косая длина туловища)} \times 100}{\text{высота в холке}}$$

2. Индекс сбитости определяет степень развития массы тела.

$$\frac{\text{(обхват в груди)} \times 100}{\text{косая длина туловища}}$$

3. Индекс массивности определяет развитие туловища.

$$\frac{\text{(обхват в груди)} \times 100}{\text{высота в холке}}$$

4. Функция веса. Для того, чтобы увидеть полную картину о сложении тела животного, Туников Г.М. (2017) [12] отмечает, что необходимо извлекать кубический корень из величины веса животного. (В-вес тела рыси, кг).

$$\text{ФВ} = 20 \sqrt[3]{\text{В}}$$

Таблица 4

Индексы телосложения рыси обыкновенной амурского подвида (*L. l. stroganovi*)

Наименование индекса телосложения	♀	♂	Разница показателей, %
Индекс растянутости	1,16	1,13	3.0
Индекс сбитости (компактности)	0,73	0,80	9.0
Индекс массивности	0,84	0,90	7.0
Функция веса	0,51	0,64	20.0

Таким образом, по данным показателей индексов, приведённых в таблице 4, можно сделать вывод, что тело рыси в периоде онтогенеза развивается быстрее в длину, чем в высоту. Причём, судя по процентным показателям, тело самок развивается в длину даже быстрее, чем у самцов. Также это говорит о том, что были исследованы половозрелые и взрослые особи. Тело рыси имеет среднюю степень развития массы тела, а также склонно к массивному развитию туловища. Как правило, чем выше показатель функции веса,

тем сильнее развита масса тела рыси. У исследуемых особей функция веса самок является средней, у самцов она больше на 20%, что указывает на выраженный признак диморфизма полов.

Для изучения морфологических особенностей внутренних органов производилось вскрытие особей с последующим изучением внутренних органов. Вскрытие производилось по методике Бобриковой Н.В. (2018) [6,13]. Во время исследования было изучено 12 тушек самок и 13 тушек самцов рыси.

Таблица 5

Линейные промеры кишечника самок и самцов амурской рыси (*L. l. stroganovi*), (см.)

♀			♂		
n	Тонкий кишечник	Толстый кишечник	n	Тонкий кишечник	Толстый кишечник
3	213.0±22.8	70.4±18.3	3	216.0±21.8	72.0±17.7

Линейные измерения кишечника самки отличаются от линейных измере-

ний самца на небольшую величину - 2%. В полной мере это зависит от питания особи.

Таблица 6

Весовые показатели внутренних органов рыси, обитающей на территории Амурской области (гр.)

Наименование внутреннего органа	♀				♂			
	n	Min	Max	M	n	Min	Max	M
Лёгкие (с трахеей)	12	118.0	295.0	224.6 ±13.3	13	125.0	355.0	271.5 ±21.5
Сердце	12	53.0	147.0	103.3 ±8.2	13	72.0	172.0	118.7 ±9.6

продолжение таблицы 6

Наименование внутреннего органа	♀				♂			
	n	Min	Max	M	n	Min	Max	M
Печень с желчью	12	184.0	447.0	335.3 ±25.2	13	190.0	644.0	411.2 ±41.0
Селезёнка	12	14.0	45.0	30.6 ±2.6	13	15.0	65.0	35.5 ±4.1
Почки	12	56.0	125.0	84.9 ±6.1	13	60.0	157.0	109.0 ±8.4
Желудок	12	95.0	217.0	160.0 ±12.5	13	144.0	295.0	197.5 ±11.5
Кишечник	12	227.0	510.0	354.5 ±23.5	13	340.0	840.0	549.8 ±43.7

Таблица 7

Разница весовых показателей внутренних органов рыси

Наименование внутреннего органа	Масса внутренних органов		Разница показателей, %
	♀, г (n=12)	♂, г (n=13)	
Лёгкие (с трахеей)	224.6±13.3	271.5±21.5	17.3
Сердце	103.3±8.2	118.7±9.6	13.0
Печень с желчью	335.3±25.2	411.2±41.0	18.5
Селезёнка	30.6±2.6	35.5±4.1	13.8
Почки	84.9±6.1	109.0±8.4	22.2
Желудок	160.0±12.5	197.5±11.5	19.0
Кишечник	354.5±23.5	549.8±43.7	35.5

Весовые показатели внутренних органов, представленные в таблицах № 6,7, имеют разницу минимальных и максимальных показателей от 13% до 35,5%, что связано с разницей весовых показателей тела самок относительно самцов рыси.

Выводы. В результате исследования морфометрии рыси обыкновенной (*Lynx lynx*) Амурской области определена подвидовая особенность рыси, обитающей в Амурской области. Основными выявленными критериями отличия самцов от самок являются: вес – вес самки меньше веса самца на 24,0 %; общая длина – длина самки отличается от общей длины самца на 9 %; высота в холке – на 12,2%; длина

тазовой конечности – на 9,3 %, при этом разница длина кисти - 42,7%, ступни - 36,7%; также большая разница показателя длины хвоста - 33,3%. Показатель функции веса самок является средним, у самцов он больше на 20%, что указывает на выраженный признак диморфизма полов.

Впервые описанные для данной популяции рыси весовые показатели внутренних органов имеют разницу минимальных и максимальных показателей от 13% до 35,5%, что связано с разницей весовых показателей тела самок относительно самцов рыси. Данные результаты определяют весовые пределы внутренних органов для исследуемой популяции.

Список литературы

1. Аристов, А.А. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Хищные и ластоногие / А.А. Аристов, Г.Ф. Барышников. – Санкт-Петербург, Издательство: Санкт-Петербургский зоологический институт, 2001. – 560 с.
2. Клевезаль, Г.А. Определение возраста млекопитающих/ Г.А. Клевезаль, С.Е. Клейненберг. – Москва : Наука, 1967. – 144 с.
3. Любченко, Е.Н. Морфометрические исследования диких кошачьих Дальнего Востока: учебное пособие / Е.Н. Любченко, И.П. Короткова, Г.В. Иванчук [и др.]. - Уссурийск, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – 96 с.
4. Матюшкин, Е.Н. Рысь. Региональные особенности экологии, использования и охраны / Е.Н. Матюшкин, М.А. Вайсфельд. – Москва: Наука, 2003. – 523 с.
5. Машкин, В.И. Методы изучения охотничьих и охраняемых животных в полевых условиях : Учебное пособие. / В.И. Машкин– Санкт-Петербург : Издательство «Лань», 2013. - 432 с.
6. Методические рекомендации по выполнению курсовой работы по дисциплине «Патологическая анатомия и судебно-ветеринарная экспертиза»/ Н.В. Бобрикова. - М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. Учреждение высшего образов. «Пермский гос. аграрно-технологич. ун-т им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2018. – 35 с.
7. Млекопитающие. Китообразные, Хищные, Ластоногие, Парнопалые / под ред. Естафьева А.А. – Санкт-Петербург : Наука, 1998. - 285 с.
8. Млекопитающие Советского Союза / В.Г. Гептнер, Н.П.Наумов, П.Б. Юргенсон. – Москва :Высш. школа, 1967. – Т. 2. – Ч. 1. Морские коровы и хищные. – 1010 с.
9. Новиков, Г.А. Полевые исследования экологии наземных животных / Г.А. Новиков. – Ленинград : Советская наука, 1949. – 601 с.
10. Павлинов, И.Я. Млекопитающие России: систематико-географический справочник / И.Я. Павлинов, А.А. Лисовский – Москва : Т-во научн. изданий КМК, 2012. - 604 с.
11. Строганов, С.У. Звери Сибири. Хищные [Текст]: монография / С.У. Строганов. – Москва: Государственное учебно-педагогическое издательство, 1962. – 475 с.
12. Туников, Г.М. Разведение животных с основами частной зоотехнии : учебник / Г. М. Туников, А. А. Коровушкин. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 744 с. [Электронный ресурс]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91279>.
13. Шевченко, Л.С. Морфологическая изменчивость и внутривидовая систематика обыкновенной рыси, *Lynx lynx* / Л.С.Шевченко, В.Н. Песков // Сборник трудов Зоологического музея. - 2007. - Вып. 39. - С. 81-99. [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfile.net/preview/8080688>.

References

1. Aristov, A.A. Mlekoopitayushchie fauny Rossii i sopredel'nykh territorii. Khishchnye i lastonogie (Mammals of the fauna of Russia and adjacent territories. Carnivores and pinnipeds), A.A. Aristov, G.F. Baryshnikov, Sankt-Peterburg, Izdatel'stvo: Sankt-Peterburgskii zoologicheskii institut, 2001, 560 p.
2. Klevezal', G.A. Opredelenie vozrasta mlekoopitayushchikh (Determining the age of mammals), G.A. Klevezal', S.E. Kleinenberg, Moskva, Nauka, 1967, 144 p.
3. Lyubchenko, E.N. Morfometricheskie issledovaniya dikikh koshach'ikh Dal'nego Vostoka: uchebnoe posobie (Morphometric studies of wild felines in the Far East: a study guide), E.N. Lyubchenko, I.P. Korotkova, G.V. Ivanchuk [i dr.], Ussuriisk, Primorskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya, 2019, 96 p.
4. Matyushkin, E.N. Rys'. Regional'nye osobennosti ekologii, ispol'zovaniya i okhrany (Regional features of ecology, use and protection), E.N. Matyushkin, M. A. Visfel'd, Moskva, Nauka, 2003, 523 p.

5. Mashkin, V.I. Metody izucheniya okhotnich'ikh i okhranyaemykh zhivotnykh v polevykh usloviyakh : Uchebnoe posobie (Methods of studying hunting and protected animals in the field: Textbook), V. I. Mashkin, Sankt-Peterburg, Izdatel'stvo «Lan'», 2013, 432 p.
6. Metodicheskie rekomendatsii po vypolneniyu kursovoi raboty po distsipline «Patologicheskaya anatomiya i sudebno-veterinarnaya ekspertiza» (Methodical recommendations for the implementation of course work in the discipline «Pathological anatomy and forensic veterinary examination»), N.V. Bobrikova, M-vo s.-kh. RF, federal'noe gos. byudzhethoe obrazov. Uchrezhdenie vysshego obrazov. «Permskii gos. agrarno-tekhnologich. un-t im. akad. D.N. Pryanishnikova», Perm': IPTs «Prokrost'», 2018, 35 p.
7. Mlekopitayushchie. Kitoobraznye, Khishchnye, Lastonogie, Parnopalye (Mammals. Cetaceans, Carnivores, Pinnipeds, Two-toed), pod red. Estaf'eva A.A., Sankt-Peterburg, Nauka, 1998, 285 p.
8. Mlekopitayushchie Sovetskogo Soyuza (Mammals of the Soviet Union), V.G. Geptner, N.P. Naumov, P.V. Yurgenson, Moskva, Vyssh. shkola, 1967, T. 2, Ch. 1. Morskije korovy i khishchnye, 1010 p.
9. Novikov, G.A. Polevye issledovaniya ekologii nazemnykh zhivotnykh (Field studies of the ecology of terrestrial animals), G.A. Novikov, Leningrad, Sovetskaya nauka, 1949, 601 p.
10. Pavlinov, I.Ya. Mlekopitayushchie Rossii: sistematiko-geograficheskii spravochnik (Mammals of Russia: a taxonomy-geographical reference book), I.Ya. Pavlinov, A.A. Lisovskii, Moskva, T-vo nauchn. izdaniy KMK, 2012, 604 p.
11. Stroganov, S.U. Zveri Sibiri. Khishchnye [Tekst]: monografiya (Beasts of Siberia. Predatory [Text]: monograph), S.U. Stroganov, Moskva, Gosudarstvennoe uchebno-pedagogicheskoe izdatel'stvo, 1962, 475 p.
12. Tunikov, G.M. Razvedenie zhivotnykh s osnovami chastnoi zootehnii: uchebnyk (Breeding animals with the basics of private animal husbandry: a textbook), G. M. Tunikov, A. A. Korovushkin, Sankt-Peterburg, Lan', 2017, 744 p. [Elektronnyi resurs], URL: <https://e.lanbook.com/book/91279>.
13. Shevchenko, L.S. Morfologicheskaya izmenchivost' i vntrividovaya sistematika obyknovnoi rysi, Lynx lynx (Morphological variability and intraspecific taxonomy of Lynx lynx), L.S. Shevchenko, V.N. Peskov, Sbornik trudov Zoologicheskogo muzeya, 2007, Vyp. 39, PP. 81-99. [Elektronnyi resurs], URL: <https://studfile.net/preview/8080688>.

Информация об авторах

Чикачев Роман Анатольевич, ст. преподаватель кафедры биологии и охотоведения, факультет природопользования, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, ул. Политехническая, 86, Благовещенск, Амурская область, Россия; e-mail: chicachev1980@mail.ru, тел. 89246741940.

Гусакова Ирина Евгеньевна, магистрант 1 курса, направление - лесное дело, факультета природопользования, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, ул. Политехническая, 86, Благовещенск, Амурская область, Россия, тел. 89248446768.

Information about the authors

Roman A. Chikachev, Senior Lecturer; Department of Biology and Hunting Management; Faculty of Nature Management; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnicheskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; phone number: 89246741940; e-mail: chicachev1980@mail.ru

Irina E. Gusakova, Student of Master Program; Faculty of Nature Management; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnicheskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; phone number: 89248446768.

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ**PROCESSES AND MACHINERY OF AGRO-ENGINEERING SYSTEMS**

УДК 631.236

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-1-70-78

Кокиева^{1,2} Г.Е., д-р техн. наук, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет»;

Друзьянова^{1,2} В.П., д-р техн. наук, профессор, ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова.

¹Арктический государственный агротехнологический университет;

²Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова.

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ ПАРНИКА

© Кокиева Г.Е., Друзьянова В.П., 2021

Резюме. В статье описывается система автоматизации микроклимата парника, представлена модель управления параметрами микроклимата.

Для поддержания определенной температуры воздуха в парниках применяются в основном две системы обогрева: водяная и воздушная. Накоплены обширные данные, свидетельствующие о том, что для районов Крайнего Севера наиболее эффективны светонепроницаемые парники с ограждающими конструкциями достаточно высокого сопротивления теплопередаче, предусматривающие выращивание растений при искусственном или совместном (полусветонепроницаемые парники) освещении. С 1 м² таких сооружений можно получать по 140-300 кг овощей в год. При выращивании растений в культивационных помещениях в зимне-весеннее время приходится искусственно поддерживать климатические факторы, влияющие на рост и развитие растений. В связи с этим большое значение приобретает автоматическое регулирование этих факторов в соответствии с требованиями агротехники. Для автоматического поддержания температуры в парниках применяют двухпозиционную систему регулирования. Крупное тепличное производство в настоящее время развивается по пути внедрения технологий интенсивного выращивания овощных культур и использования автоматизированных систем управления технологическими процессами на базе микро- и мини ЭВМ. Одним из важных технологических процессов являются полив и подкормка растений минеральными удобрениями. Необходимость автоматизации этого процесса связана с трудоемкостью процесса приготовления растворов, точного поддержания в них заданной концентрации веществ, своевременной подачи и равномерного дозирования по всей площади теплицы при различных возмущениях внешней среды. Разработана для применения в компьютерных системах модель управления урожайностью при поиске оптимальных режимов работы.

Ключевые слова: теплица, уход за растениями, тепловое состояние, теплофизические модели, средства автоматизации, агротехнические мероприятия, производительность труда, обслуживающий персонал, малогабаритные укрытия, математические модели, способ обогрева, совершенствование, обогреваемые теплицы.

UDC 631.236

G. E. Kokieva, Dr. Tech. Sci.,**V.P. Druzianova**, Dr. Tech. Sci., Professor,**STUDY OF THE AUTOMATED MICROCLIMATE CONTROL SYSTEM OF THE GREENHOUSE**

Abstract. The article describes a greenhouse microclimate control automation system; the model of microclimate parameters control is presented.

Two heating systems, mainly water and air are used to maintain the certain air temperature in greenhouses. Extensive data indicating that opaque greenhouses with protective constructions of sufficient high resistance to heat transfer, providing the growth of plants under artificial or joint (semi-lightproof) lighting are more effective for the Far North regions have been accumulated. It is possible to get 140-300 kg of vegetables per year from 1 m² of such constructions. Climatic factors that affect the growth and development of plants have to be maintained artificially when growing plants in cultivation rooms in winter and spring seasons. In this regard, the automatic regulation of these factors in accordance with the requirements of agricultural technology is of great importance. The two-position control system is used to maintain the temperature in greenhouses automatically. Large-scale greenhouse production is currently developing along the introducing of technologies for intensive vegetable crops cultivation and using of automated control systems for technological processes based on micro and mini computers. One of the important technological processes is watering and feeding plants with mineral fertilizers. The need to automate this process is associated with the laboriousness of the process of preparing solutions, accurate maintenance of adjusted concentration of substances in them, timely supply and uniform dosage over the entire area of the greenhouse under various external environment disturbances. The yield management model for use in computer systems has been developed when searching for optimal operating modes.

Key words: greenhouse, plant care, thermal condition, thermophysical models, automation tools, agrotechnical measures, labor productivity, service staff, small-sized shelters, mathematical models, heating method, improvement, heated greenhouses.

Введение. В овощеводстве защищенного грунта более половины эксплуатационных расходов связано с затратами на обогрев культивационных помещений. Кроме биологического топлива, для обогрева парниковых применяют тепловые отходы промышленных предприятий, горячую воду или пар котельных и электрическую энергию. При невозможности использования тепловых отходов, отсутствии местных топливных ресурсов или их высокой стоимости экономически целесообразно для обогрева парников применять электрическую энергию. В качестве термочувствительных элементов используют контактные ртутные термометры, биметаллические или манометрические

датчики температуры, а в качестве исполнительных органов применяют пускатели или контакторы. Для обеспечения техники безопасности при работе на электропарниках термочувствительные элементы включаются в сеть низкого напряжения 6-12 В. Опыт эксплуатации парников показывает, что выращивание растений на искусственных средах позволяет существенно повысить урожай овощей при сокращении вегетативного периода, снизить затраты труда по уходу за растениями, полностью исключить такие трудоемкие операции, как обработка и замена грунта в теплицах, а также значительно упростить процесс дезинфекции субстрата. Применение искусственных питательных

сред открывает широкие возможности для эффективного использования средств автоматизации производственных процессов, особенно при значительных площадях теплично-парникового хозяйства. Основными операциями, подлежащими автоматизации при выращивании овощей на искусственных средах, являются периодическая подача питательного раствора в рабочие стеллажи и отвод его в накопительный резервуар, а также подпитка раствора водой с периодическим или постоянным добавлением соответствующих солей. Необходимость в дополнительной подпитке раствора вызывается частичным поглощением его при прохождении через минеральный субстрат. В обычных парниках из-за большой площади светопрозрачных поверхностей возникают значительные теплотери, для компенсации которых требуется определенный расход топлива в системе отопления. Парники могут обогреваться горячей водой, водяным паром, нагретым воздухом, инфракрасным излучением или продуктами сгорания топлива. При создании солнечного парника прежде всего нужно позаботиться о существенном снижении теплотерь за счет применения теплоизоляции. Кроме того, необходимо обеспечить улавливание

нечной энергии и аккумуляцию избыточной теплоты [3, с.62; 4, с.20; 8, с.10].

Методика исследования. Автоматическое регулирование температуры почвы в парниках в отдельных случаях можно осуществить посредством терморегулятора, установленного в воздушном пространстве парника. Один терморегулятор управляет одновременным включением и отключением воздушных и почвенных нагревательных устройств. Такое регулирование возможно при использовании нагревательных элементов с малой теплоемкостью, когда время запаздывания в питательном слое почвы меньше периода колебаний температуры воздушного пространства в парнике [1, с.154; 2, с.2;].

Результаты исследований. В соответствии с рассмотренными способами включения терморегуляторов выполнен расчет процесса двухпозиционного регулирования температуры в парнике, определены расход электрической энергии на обогрев и стоимость затрат на автоматизацию [5, с.6; 7, с.2]. Установлены зависимости коэффициента тепловых потерь в парнике от скорости ветра и степени утепления рам матами (рис. 1), величины времени запаздывания и зоны нечувствительности системы «объект-регулятор».

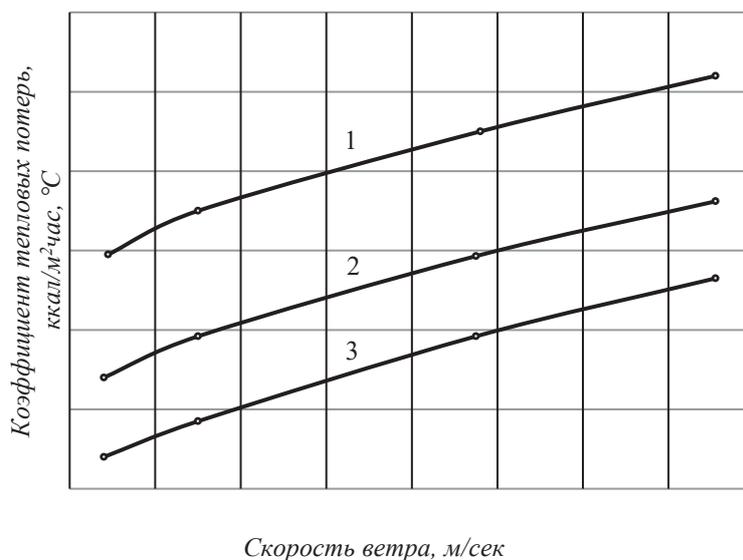


Рис. 1. Зависимость коэффициента тепловых потерь в теплице от скорости ветра: 1 – парники не укрыты матами; 2 – парники укрыты соломенными матами в один слой; 3 – парники укрыты соломенными матами в два слоя.

Уравнения объекта регулирования микроклиматом (парника) представляют собой экспоненциальную функцию с запаздывающим аргументом. Неравенство релейного терморегулятора включает в себя заданное значение температуры и

зону нечувствительности системы «объект-регулятор».

В таблице 1 приведены показатели, которые влияют на микроклимат теплицы.

Таблица 1

Показатели, влияющие на микроклимат теплицы

№ п/п	Критерии
1	Внутренняя температура, как правило, будет выше, чем наружная (при инсоляции даже слишком высокая)
2	Температура грунта поднимается в достаточной мере, часто даже до слишком высоких значений, при которых прекращается прорастание семян некоторых растений. Грунт в теплице не промерзает
3	Количество освещения, поступающего в теплицу, почти наполовину меньше, чем под открытым небом
4	Влияние ветра устраняется почти полностью, что существенно повышает комфорт для человека и только частично — для растений
5	Могут появиться различные запахи
6	Воздухообмен уменьшается, растениям может не хватать углекислого газа (CO ₂)
7	В теплице влажность выше, чем это необходимо для растений, поскольку при длительной влажности наблюдаются образование плесени и рост грибов
8	Проникание насекомых-вредителей в теплицу также затруднено, если же они все-таки попадают в помещение, то начинают размножаться в благоприятных условиях теплицы, что на некоторых людей производит весьма удручающее впечатление
9	Затрудняется доступ полезных насекомых к растениям, поскольку они могут проникать в теплицу только через двери, вентиляционные люки или форточки
10	Теплица предохраняет от естественных дождей, и получение влаги растениями полностью зависит от человека, который ухаживает за ними
11	В неотапливаемой теплице избыточная влажность, как правило, не создает дополнительных затруднений для людей
12	При инсоляции, как правило, в теплице создаются благоприятные условия для пребывания людей
13	Благодаря наличию растений воздух в теплице содержит больше кислорода, чем в квартире

На рис. 2 показана схема обогреваемого парника простейшей конструкции. Модель, полученная для такой схемы на основе предлагаемой методики, может быть преобразована и для более сложных схем [6, с.204; 9, с.23].

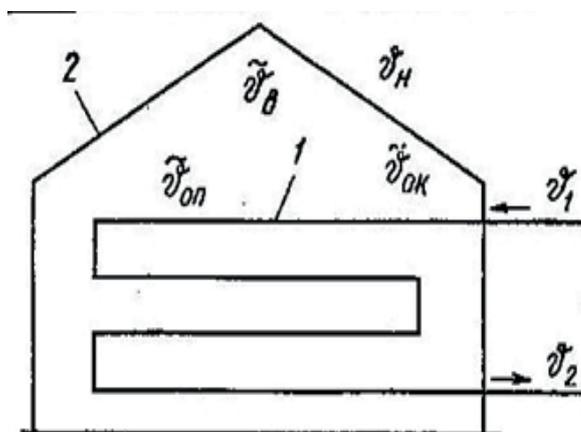


Рис.2. Схема обогреваемого парника: 1 - система водяного обогрева; 2 – ограждение.

Три основные формы модели в пространстве состояний:

Непрерывная

$$X = AX + BU(t) + CF(t), \quad X(t_0) = X_0; \quad (1)$$

Дискретная

$$X[k + 1] = \Phi X[k] + BU[k] + CF[k], \quad X[0] = X_0; \quad (2)$$

Операторная

$$X(p) = W_U(p)U(p) + W_F(p)F(p), \quad (3)$$

где $A=[n \times n]$ – мерная динамическая матрица; n – динамический порядок модели; $X=[n \times 1]$ – мерный вектор состояния; $B=[n \times m]$ – мерная матрица управлений; m – число независимых управлений; $U=[m \times 1]$ – вектор управления; t – время; $C=[n \times r]$ – мерная матрица возмущений; r – число независимых возмущений; $F=[r \times 1]$ – мерный вектор возмущений; k – номер шага; $\Phi=[n \times n]$ – мерная матрица перехода на один шаг; $W_U(p)=\Phi(p)B$, $W_F(p)=\Phi(p)C$ – передаточные матрицы по управлению и возмущению, определенные через операторное изображение матрицы перехода.

Для приведенной схемы теплицы температура обратного теплоносителя $x_1=\vartheta_2$; средняя температура обогревательных приборов $x_2=\vartheta_{\theta n}$; средняя температура воздуха в теплице $x_3=\vartheta_{\theta}$; средняя температура ограждения $x_4=\vartheta_{\theta k}$; температура теплоносителя на выходе теплообменника $u=\vartheta_1$; температура наружного $f_1=\vartheta_n$. Очевидно, для рассматриваемой модели $n=4$, $m=1$, $r=1$.

В результате идентификации получены параметры дискретной формы модели

$$\Phi = \begin{pmatrix} 0,0996 & 0,0943 & 0 & 0 \\ 0,3585 & 0,2573 & -0,017 & 0,2705 \\ 0 & 0,0103 & 0,0255 & -0,1715 \\ 0 & 0,0058 & 0,2122 & 0,0661 \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} 0,1371 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix};$$

$$C = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0,0044 \\ 0,089 \end{pmatrix}.$$

Используя уравнение связи матриц дискретной и непрерывной форм моделей пространства состояний (1), (2)

$$\Phi = e^{A\tau}, \quad B = A^{-1}(e^{A\tau} - I)B, \quad C = A^{-1}(e^{A\tau} - I)C, \tag{4}$$

где τ – интервал дискретизации; $I=[n \times n]$ – мерная единичная матрица, будем иметь параметры модели (1) для масштаба времени $K_M=1200$:

$$A = \begin{pmatrix} -3,007 & 0,315 & 0 & 0 \\ 1,197 & -2,481 & 0,057 & 0,903 \\ 0 & 0,0344 & -3,255 & -0,573 \\ 0 & 0,019 & 0,709 & -3,119 \end{pmatrix};$$

$$B = \begin{pmatrix} 0,4579 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}; \quad C = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0,13 \\ 0,0147 \end{pmatrix}.$$

Используя выражения для передаточных матриц $W_U(p)W_F(p)$ и матрицы перехода $\Phi(p)$, получим передаточные функции по температуре внутреннего

воздуха, компоненты X_4 вектора состояния (для удобства последующих расчетов компоненты $\mathcal{G}_e, \mathcal{G}_{ок}$ поменяли местами)

$$W_U^{x_4}(p) = \frac{1,218p + 1}{3,79p^4 + 5,79p^3 + 7,753p^2 + 4,574p + 1}; \tag{5}$$

$$W_f^{x_4}(p) = \frac{2,535p^3 + 6,693p^2 + 5,782p + 1}{3,79p^4 + 5,79p^3 + 7,753p^2 + 4,574p + 1}. \tag{6}$$

Рассмотрели методику построения балансных моделей обогреваемых теплиц. Но прежде чем перейти к примерам их использования, покажем последовательность при расчете точности по этим моделям [10, с.16].

Результаты моделирования сравним с реальным состоянием теплицы. По результатам этого сравнения можно вычислить матрицу точности

$$\Omega = \{M[(X[k] - X_M[k])(X[k] - X_M[k])^T]\}. \tag{7}$$

Считая, что вектор ошибок моделирования подчиняется закону Гаусса, запишем выражение для совместной плотности

распределения вероятностей ошибок на основе параметров Φ, B, C модели и матрицы точности Ω :

$$\pi(\varepsilon|\Phi, B, C, \Omega) = (2\pi)^{-2} |\Omega|^{1/2} \times \exp \left\{ -\frac{1}{2} (X[k+1] - \Phi X[k] - BU[k] - Cf[k])^T \times \right. \\ \left. \Omega (X[k+1] - \Phi X[k] - BU[k] - Cf[k]) \right\}. \tag{8}$$

Выражения (9) и (10) позволяют, задаваясь допустимым вектором ошибок моделирования $\varepsilon_d^T = [|\varepsilon_{d1}|, |\varepsilon_{d2}|, |\varepsilon_{d3}|, |\varepsilon_{d4}|]$

$$P(\varepsilon) = 2\Phi(\varepsilon^T \Omega \varepsilon), \quad (9)$$

где $\Phi(\cdot)$ – функция Лапласа, для которой составлены специальные таблицы [10, с.18].

Для нашего случая при векторе допустимых ошибок $\varepsilon^T = [2, 2, 4, 1]^\circ\text{C}$ доверительная вероятность $P(\varepsilon) = 0,96$.

$$\tilde{\Phi} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ -\tilde{\varphi}_4 & -\tilde{\varphi}_3 & -\tilde{\varphi}_2 & -\tilde{\varphi}_1 \end{pmatrix}; \quad \tilde{B} = \begin{pmatrix} \tilde{b}_1 \\ \tilde{b}_2 \\ \tilde{b}_3 \\ \tilde{b}_4 \end{pmatrix}; \quad C = \begin{pmatrix} \tilde{c}_1 \\ \tilde{c}_2 \\ \tilde{c}_3 \\ \tilde{c}_4 \end{pmatrix}.$$

Нетрудно определить коэффициенты стабилизирующего цифрового регуля-

, рассчитывая доверительную для полученного результата идентификации

Покажем несколько примеров использования моделей обогреваемых теплиц для синтеза регуляторов температуры на ЭВМ.

В результате преобразований выражений (8), (9) получим следующую структуру матриц:

тора в базисе преобразованной системы (9);

$$k_{pi} = d_i^* - \tilde{\varphi}_i, \quad (10)$$

Где – требуемые значения характеристического полинома матрицы Φ .

Приняв $d_1^* = 0,08$, $d_2^* = 0,12$, $d_3^* = 0,18$, $d_4^* = 0,24$ будет иметь для системы (22), (23) $k_{p,1} = 0,0796$, $k_{p,2} = 0,107$, $k_{p,3} = 0,238$, $k_{p,4} = -0,206$.

Уравнение комбинированного цифрового регулятора находится из условия

равенства нулю текущей ошибки регулирования:

$$u[k] = \beta_1^{-1} \left\{ \sum_{i=2}^4 u[k-i] \beta_i - \sum_{i=1}^5 (\varphi_i y[k-i] - \gamma_i f[k-i]) \right\}. \quad (11)$$

В результате расчетов по формулам (21), (22), (24, 27) получены следующие

параметры цифрового комбинированного регулятора:

$$\beta^T = [-2,058; 1,724; 1,311; -0,093]; \\ \gamma^T = [10,623; -12,113; -31,77; 5,674].$$

Заметим, что параметры цифровых регуляторов синтезированы в преобразованном базисе, т. е. для состояния \tilde{X} . Поэтому для перехода к истинному вектору состояния необходимо применить обратное преобразование $X = S^{-1} \tilde{X}$.

Выводы. Таким образом, представлена модель теплицы при управлении параметрами микроклимата, разработанная

для применения в компьютерных системах управления урожайностью для поиска оптимальных режимов работы.

Предложены балансные динамические модели, позволяющие наиболее полно использовать ЭВМ для исследования режимов теплопотребления обогреваемых теплиц, а также для синтеза регуляторов температуры.

Список литературы

1. Болотских, Н. Н. Зарубежные технологии инфракрасного обогрева теплиц / Н. Н. Болотских // Научный вестник строительства. Сборник научных работ, вып. 1(79). - Харьков: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2015. – С. 150-158.
2. Инфракрасное отопление теплиц [Электронный ресурс]. – URL : <http://fomaxfilm.narod.ru> , 2015. – 3 с.
3. Нормы технологического проектирования теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады. НТП 10-95. – Москва : Минсельхозпрод РФ, 1995. – 85 с.
4. Нормы технологического проектирования селекционных комплексов и репродукционных теплиц. НТП-АПК 1.10.09.001 – 02. – Москва : Минсельхоз РФ, 2002. – 29 с.
5. Отопление теплиц с подогревом почвы. Украина: «ТЕПЛОДАРЕЦЬ віддам тепло в добрі руки». [Электронный ресурс]. - URL: <http://teplodarets.com.ua>, 2015. – 7 с.
6. Овощеводство защищенного грунта / В.А. Брызгалов, В.Е. Советкина, Н.И. Савинова / под ред. В.А. Брызгалова. – Ленинград : Колос, 1983. – 352 с.
7. Системы инфракрасного обогрева на основе пленочных электронагревателей в растениеводстве. [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.teploosk.ru> , 2015. – 2 с.
8. Свод правил СП 107.13330.2012. Теплицы и парники. Актуализированная редакция СНиП 2.10.04-85. – Москва : Минрегионразвития РФ, 2012. – 18 с.
9. Соколов, Н.С. Технологии пятого поколения / Н.С. Соколов // Теплицы России. – 2015. - №1. – С. 22-24.
10. Шишкин, П.В. Полностью закрытая теплица с технологией поддержания параметров микроклимата на основе управления разделенными воздушными потоками (технология CODA- Control Of Devided Airflows) / П.В. Шишкин, В.О Олейников // Теплицы России. – 2016. - №2. – С.15-20.

References

1. Bolotskikh, N. N. Zarubezhnye tekhnologii infrakrasnogo obogreva teplits (Foreign technologies of infrared heating of greenhouses), N. N. Bolotskikh, Naukovii visnik budivnitstva. Zbirnik naukovikh prats', vip. 1(79), Kharkiv: KhDTUBA, KhOTV ABU, 2015, pp. 150-158.
2. Infrakrasnoe otoplenie teplits [Elektronnyi resurs] (Infrared heating of greenhouses [Electronic resource]), URL: <http://fomaxfilm.narod.ru>, 2015, 3 p.
3. Normy tekhnologicheskogo proektirovaniya teplits i teplichnykh kombinatov dlya vyrashchivaniya ovoshchei i rassady. NTP 10-95 (Norms of technological design of greenhouses and greenhouse complexes for growing vegetables and seedlings. NTP 10-95), Moskva, Minsel'khozprod RF, 1995, 85 p.
4. Normy tekhnologicheskogo proektirovaniya selektsionnykh kompleksov i reproduktivnykh teplits. NTP-APK 1.10.09.001-02 (Standards for the technological design of breeding complexes and reproductive greenhouses. NTP-APK 1.10.09.001 – 02), Moskva, Minsel'khoz RF, 2002, 29 p.
5. Otoplenie teplits s podogrevom pochvy (Heating of greenhouses with soil heating), Ukraina: "TEPLODARETS" viddam teplo v dobri ruki". [Elektronnyi resurs], URL: <http://teplodarets.com.ua>, 2015, 7 p.
6. Ovoshchevodstvo zashchishchennogo grunta (Vegetable growing of protected soil), V.A. Bryzgalov, V.E. Sovetkina, N.I. Savinova, pod red. V.A. Bryzgalova, Leningrad, Kolos, 1983, 352 p.

7. Sistemy infrakrasnogo obogreva na osnove plenochnykh elektronagrevatelei v rastenievodstve [Elektronnyi resurs] (Systems of infrared heating on the basis of membranous electric heaters in plant growing [Electronic resource]), URL: <http://www.teploomsk.ru>, 2015, 2 p.
8. Svod pravil SP 107.13330.2012. Teplitsy i parniki (Code of rules CR 107.13330.2012. Greenhouses and hotbeds), Aktualizirovannaya redaktsiya SNIIP 2.10.04-85, Moskva, Minregion-razvitiya RF, 2012, 18 p.
9. Sokolov, N.S. Tekhnologii pyatogo pokoleniya (The fifth generation technologies), N.S. Sokolov, Teplitsy Rossii, 2015, No 1, PP. 22-24.
10. Shishkin, P.V. Polnost'yu zakrytaya teplitsa s tekhnologiei podderzhaniya parametrov mikroklimata na osnove upravleniya razdelennymi vozduzhnymi potokami (tekhnologiya CODA-Control Of Devided Airflows) (Completely closed greenhouse with the technology of maintaining the microclimate parameters based on the control of separated air flows (CODA technology - Control Of Devided Airflows)), P.V. Shishkin, V.O Oleinikov, Teplitsy Rossii, 2016, No 2, PP.15-20.

Информация об авторах

Кокиева^{1,2} Галия Ергешевна, д-р техн. наук, декан инженерного факультета ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», 677007, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Сергеляхское шоссе, 3 км, дом 3; тел.89248666537; kokievagaliamail.ru;

Друзьянова^{1,2} Варвара Петровна, д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис» автодорожного факультета ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», 677000, Россия, Республика Саха (Якутия), 677000, г. Якутск, ул. Белинского, д. 58.; тел.89841138724; druzvar@mail.ru.

Information about the authors

Galia E. Kokieva^{1,2}, Doctor of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Engineering; 1Arctic State Agrotechnological University; 3, 3 km Sergelyakhskoe sh., Yakutsk, Sakha Republic (Yakutia); Russia; 677007; phone number: 89248666537; E-mail: kokievagaliamail.ru.

Varvara P. Druzianova^{1,2}, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department "Operation of Road Transport and Car Service" of the Faculty of Road Traffic; 2North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, 58, Belinsky st., Yakutsk, Sakha Republic (Yakutia), Russia; 677007; mobile: 89841138724; E-mail: druzvar@mail.ru.

¹Arctic State Agrotechnological University, 3, 3 km Sergelyakhskoe sh., 677007, Yakutsk, Sakha Republic (Yakutia), Russia;

²North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, 58, Belinsky st., 677007, Yakutsk, Sakha Republic (Yakutia), Russia.

УДК 631.37

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-1-79-87

Кокиева^{1,2} Г.Е., д-р техн. наук, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет»;

Друзьянова^{1,2} В.П., д-р техн. наук, профессор, ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова

¹Арктический государственный агротехнологический университет;

²Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ И МАЛОГАБАРИТНЫХ ВИНТОВЫХ ТРАНСПОРТЕРОВ-ЗЕРНОПОГРУЗЧИКОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

© Кокиева Г.Е., Друзьянова, В.П., 2021

Резюме. В агропромышленном комплексе Дальнего Востока за последние годы произошли изменения, вызвавшие значительный спад его уровня развития, в том числе, и в отраслях растениеводства. Ухудшилась материально-техническая база, отмечаются значительные колебания валовых сборов продукции. Условия хозяйствования в современных условиях ориентированы на получение экономической выгоды от вложения средств в освоение технологий, современную технику и применение инновационных разработок. Повышение производительности, а также надежности зерноуборочных агрегатов приводит к эффективности зерноуборочных работ. Для повышения эффективности агропромышленного комплекса в целом и сельского хозяйства в частности необходимы новые прогрессивные технологии, основанные на современных рабочих органах машин для подготовки почвы, посева, ухода за посевами, всей уборочной техники. Однако реализация программы их создания из-за отсутствия финансирования практически не выполняется, что сдерживает формирование и развитие рыночных производственных отношений в цивилизованных формах в агропромышленном комплексе на основе передовой технологии и новой техники. В статье приводятся исследования способа повышения производительности винтового шнекового транспортера, позволяющего создать малогабаритную конструкцию путем увеличения его оборотов. Описана технология работы транспортеров-зернопогрузчиков, исследован механизм работы и описаны недостатки работы, а именно: неполноценное обеспечение возможности переброски зерна на большие расстояния по пространственной трассе или усложнение технологической схемы. Кроме того, при работе во время погрузки напрямую из бурта требуется ручной труд или дополнительная техника.

Ключевые слова: производительность, агропромышленный комплекс, переброска зерна, дополнительная техника, транспортер-зернопогрузчик, подача зерна, технологическая схема, траектория передвижения материала.

UDC 631.37

G. E. Kokieva, Dr. Tech. Sci.,

V.P. Druzianova, Dr. Tech. Sci., Professor

RESEARCH OF HIGH-PERFORMANCE AND SMALL-SIZED SCREW GRAIN LOAD CONVEYORS IN AGRICULTURE

Abstract. In recent years there have been changes in the Far East agro-industrial complex that caused the significant decrease in its development level, including the fields of crops production. Material and technical base has got into a decline; there are significant fluctuations in gross product collections. Business management in modern conditions is focused on obtaining economic benefits from investing in the development of technologies, modern equipment and the use of innovative workings.

The productivity and reliability increase of the grain harvesters leads to the efficiency of grain harvesting. To increase the efficiency of the agro-industrial complex in general and agriculture in particular, new progressive technologies, based on modern working machinery bodies for soil preparation, sowing, crop care and all harvesting equipment are needed. However, the implementation of their creation program, due to the lack of funding, is practically not being realized, and it restrains the formation and development of market production relations in the agro-industrial complex in civilized forms based on advanced technology and new technology. The article presents research on the increasing method of the screw auger conveyor productivity, which makes it possible to create a small-sized structure by boosting its speed. The operation technology of grain loader conveyors is described; the operation mechanism is investigated; the disadvantages of work are described, namely, the inadequate provision of the possibility of transferring grain over long distances along a spatial route or the technological scheme complications. In addition, during loading work directly from the pile, manual labor or additional equipment is required.

Key words: productivity, agro-industrial complex, transfer of grain, additional equipment, grain load conveyor, grain supply, technological scheme, trajectory of material movement.

Введение. Вопросами автоматизации процессов послеуборочной обработки зерна занимается ряд научно-исследовательских и проектных организаций. Однако ими часто принимаются несогласованные решения. Развитие технологии и машин для уборки зерновых культур происходит без учета биологических особенностей и динамики накопления сухой массы зерна, которая прекращается при влажности 35-40%. Убранный в этот период зерно имеет наилучшие посевные и пищевые качества.

Уборка зерновых современными комбайнами начинается не ранее чем через 7-10 дней после достижения максимальной урожайности по сухой массе зерна. Для обеспечения устойчивости процесса уборки и обработки урожая зерновых культур в различных регионах страны необходим комплекс технологических, технических и организационных мероприятий, проведение которых должно определять экономически обоснованную

степень риска с учетом природно-климатических и производственных условий. Наиболее рациональным способом повышения производительности винтового шнекового транспортера, позволяющим создать малогабаритную конструкцию, является увеличение его оборотов [2]. Производительность шнека зависит также от равномерности подачи зерна. При использовании бункерных и им подобных питателей сыпучий материал поступает в транспортер через окно заборной камеры сверху, и часть его отбрасывается восходящей ветвью винта. Поэтому материал попадает в шнек порциями, количественно зависящими от оборотов, угла наклона шнека к горизонту и коэффициента внутреннего трения материала. Однако все эти конструкции не обеспечивают возможность переброски зерна на большие расстояния по пространственной трассе или усложняют технологическую схему [3]. У большинства спиральных конвейеров не предусмотрено изменение расстоя-

ния и траектории передвижения материала. Кроме того, при работе с ними во время погрузки напрямую из бурта требуется ручной труд или дополнительная техника. При захвате зерна из насыпи с увеличением частоты вращения спирали происходит его разбрасывание, а внутри кожуха создается сопротивление осевому перемещению [4] в результате чрезмерного перемешивания материала и проворачивания зерна внутри пружинного шнека. В связи с этим был достигнут предел увеличения производительности при существующем принципе транспортирования.

Цель работы. В решении задач по обеспечению устойчивого развития сельскохозяйственного производства, надежного снабжения населения страны продуктами питания важное место отводится укреплению материально-технической базы агропромышленного комплекса, его целенаправленному техническому перевооружению. В связи с этим целью работы является исследование рационального

способа повышения производительности винтового шнекового транспортера, позволяющего создать малогабаритную конструкцию. Способом достижения этой цели является увеличение оборотов транспортера.

Методика исследований. Увеличение производительности с возрастанием оборотов винта (от 400 до 1100 оборотов в минуту) происходит до определенного момента, после которого обороты продолжают повышаться, а производительность падает (рис. 1). В зависимости от диаметра шнека D максимум производительности смещается. При угле наклона к горизонту 20° и влажности зерна 14-15% он наблюдается: у шнека, имеющего $D = 100$ мм при 900-950 об/мин, у шнека с $D = 125$ мм – при 800-850 об/мин, у шнека с $D = 150$ мм – при 700-725 об/мин.

Пользуясь экспериментальными данными, составим параметрическое уравнение траектории движения зерна:

$$\left. \begin{aligned} x &= R \cos \theta, \\ y &= R \sin \theta, \\ z &= \frac{S_3}{2\pi} \left(\theta + \frac{\pi}{6} \sin \theta \right), \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где – средний радиус кольцевой проекции зернового винта на плоскость XOY ; S_3 – шаг зернового винта; $\theta = \omega_3 t$ – угол поворота; ω_3 – угловая скорость зерна; t – время поворота. Выражение $\frac{\pi}{6} \sin \theta$ определено из условий: при $z = \frac{S_3}{3} y = \theta$, при $z = \frac{S_3}{3} y = R$.

Если эти требования выполнены, то проекции траектории движения зерна на плоскости ZOY и ZOX будут асимметричны и периодичны по (периодом, равным S_3). Проекция траектории на плоскость XOY будет иметь вид окружности

$$k_v = \frac{v_3}{v_z}, \quad v_3 = k_v \frac{Sn}{60}, \quad (2)$$

где S и n – шаг и число оборотов шнека. Коэффициент k_v можно определить и

$$k_v = \frac{\omega_{з\text{ер}}}{\omega}. \quad (3)$$

Величина k_v , полученная опытным путем для горизонтального винта и зерна

с радиусом R . Из проекции траектории на плоскость ZOY , как и в опытах, следует, что угловые скорости восходящей и падающей ветвей зернового винта разные: при подъеме скорость ω_3 меньше чем при сбросе. Кроме того, она непостоянна и изменяется от минимума до максимума [1].

При работе высокооборотного шнека осевая скорость зерна v_3 отстает от осевой скорости шнека v_z . Это отставание можно выразить коэффициентом k_v , который необходимо учитывать при расчете производительности высокооборотного транспортера [7]:

через угловые скорости зерна $\omega_{з\text{ер}}$ и винта ω :

влажностью 14-15% ($f = 0,35-0,40$), равна 0,57-0,60.

Основная часть. Чтобы повысить производительность шнека, необходимо ускорить осевое продвижение материала, т.е. растянуть восходящую и, особенно, падающую ветви траектории материала. Производительность шнека диаметром 125 мм (при наклоне к горизонту 50° на пшенице влажностью 12-13%) с обычной трубой составила 12,6 т/час, а с трубой, имеющей пазы, - 14 т/час.

При высоких оборотах шнека транспортируемый материал образует винтовую поверхность, восходящая AB и падающая BC , ветви которой (рис.1) имеют разные углы наклона к оси шнека Z ($\delta = 57-60^\circ$, $\gamma = 38-40^\circ$). За один оборот скоростного шнека восходящая ветвь его продвигает материал вдоль оси на две трети шага зернового винта S_z , а сбрасываемая – на одну треть. Первая ветвь стремится бросить материал вверх и вперед, вторая – круто вниз под винт.

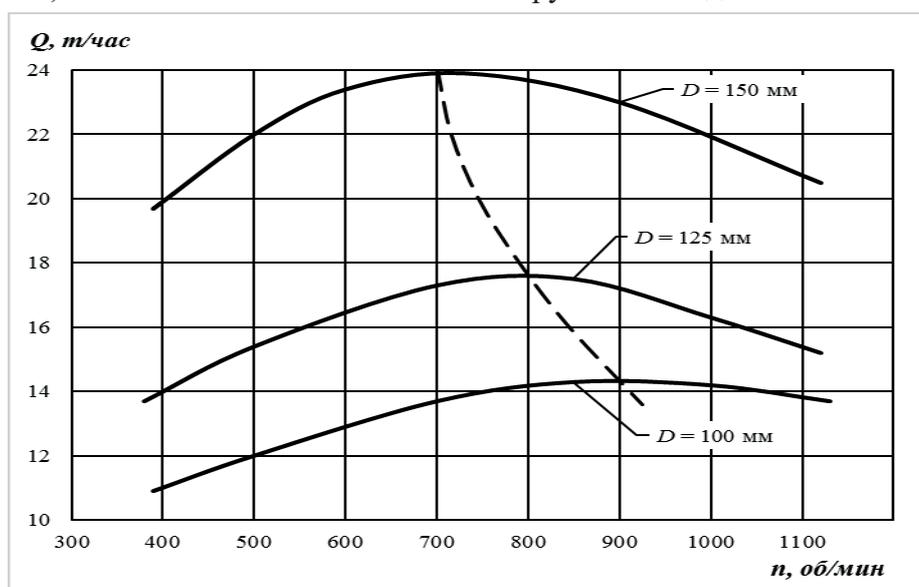


Рис. 1. Изменение производительности скоростного шнека в зависимости от оборота и диаметра винта.

Объясняется это тем, что на высоких оборотах сыпучий материал (зерно), отбрасываемый центробежной силой к внутренней поверхности трубы, заполняет пазы [9]. Так как они расположены довольно близко друг от друга (через 30°), то у поверхности образуется тормозящий слой, под действием которого окружная составляющая скорости абсолютного дви-

жения зерна уменьшается, а осевая – возрастает [8].

Проанализируем поступление зерна в шнек в зависимости от оборотов винта. С некоторым допущением примем, что условие, при котором в заборную камеру пройдет наибольшее количество материала, выражается [5]:

$$v_{\text{окр}} \leq v_{\text{ист}}, \quad (4)$$

где $v_{\text{окр}}$ – окружная скорость кромки винта шнека; $v_{\text{ист}}$ – скорость истечения зерна из бункера. При этом условии зерно верхней ветвью винта будет отбрасываться меньше, и оно поступит в шнек в основном за счет сбрасывающей ветви [10].

Известно, что формула (4) не отражает характера изменения производитель-

ности шнекового транспортера при работе на высоких (более 300-400 в минуту) оборотах и поэтому нуждается в коррективах [6]. С учетом наших исследований производительность скоростного шнека можно определить следующим образом:

$$Q = 47,1 D^2 S n k_v \psi \gamma c, \text{ т/час.} \tag{5}$$

Используя опытные данные, выразим коэффициент наполнения ψ через n

$$\psi = 1 - A \frac{\bar{n}}{1000}, \tag{6}$$

где A – коэффициент пропорциональности.

Для шнека $D = 100$ мм $A = 0,40$, для $D = 125$ мм $A = 0,50$ и для $D = 150$ мм $A = 0,58$.

Подставим в формулу (5) среднюю величину $k_v = 0,6$ и значение ψ , выраженное через n

$$Q = 28,2 D^2 S n \left(1 - A \frac{n}{1000}\right) \gamma c. \tag{7}$$

Определим обороты шнека, соответствующие оптимальным условиям посту-

пления материала в транспортер.

Напишем выражение для скоростей:

$$v_{\text{ист}} = \sqrt{\frac{g R_r}{f}}, \text{ м/сек,} \tag{8}$$

$$v_{\text{окр}} = \frac{\pi R_v n}{30}, \text{ м/сек,} \tag{9}$$

где R_r – гидравлический радиус отверстия истечения, м; f – коэффициент внутреннего трения материала; g - ускорение свободного падения, м/с²; R_v – радиус винта шнека, м.

Приравняем правые части этих уравнений и решим полученное выражение относительно числа оборотов винта:

$$n = n_{\text{опт}} = \frac{30}{\pi R_v} \sqrt{\frac{g R_r}{f}}. \tag{10}$$

Выразим условие (1) через отношение скоростей:

$$\frac{v_{\text{ист}}}{v_{\text{окр}}} = \varepsilon = \frac{30}{\pi R_v n} \sqrt{\frac{g R_r}{f}} \tag{11}$$

и назовем – коэффициентом возможности проникновения. Значения его, подсчитанные при различных оборотах винта

n и $R_r = 0,17$ м, 0,5 (зерно), $R_r = 0,62$ м, $v_{\text{ист}} = 1,8$ м/сек, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Факторы, воздействующие на производительность шнека

Показатели	Число оборотов винта в минуту							
	300	500	700	900	1100	1300	1500	3000
Окружная скорость винта , $v_{\text{окр}}$, м/сек	1,8	3,14	4,4	5,6	7,0	8,2	9,5	19,0
Коэффициент проникновения ε	0,94	0,57	0,41	0,32	0,26	0,22	0,19	0,09
Коэффициент наполнения ψ	0,9	0,75	0,65	0,45	0,4	0,3	0,2	–

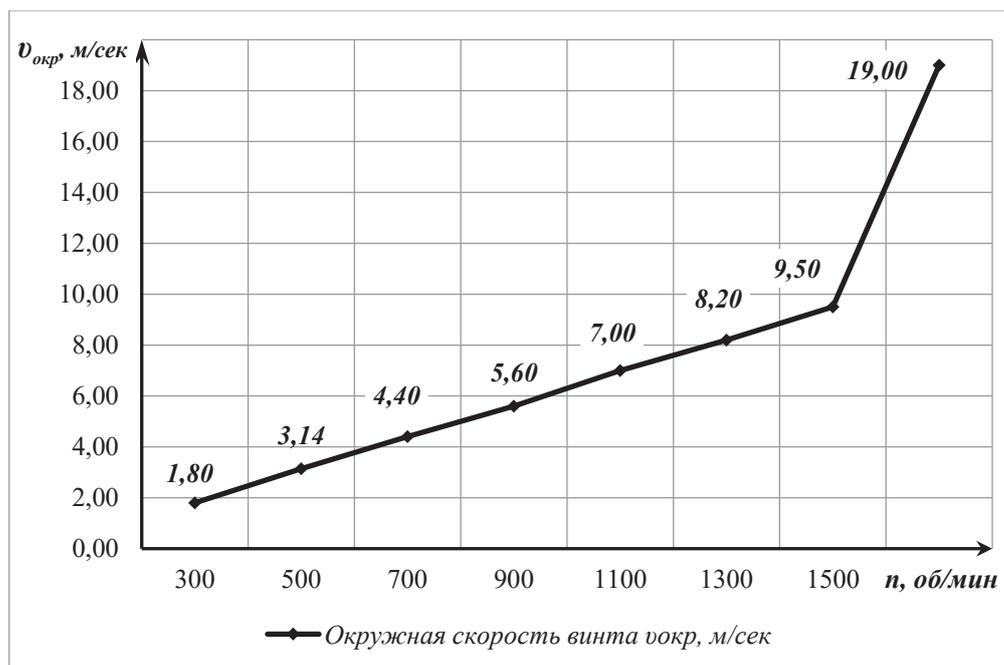


Рис. 2. Изменение окружной скорости винта.

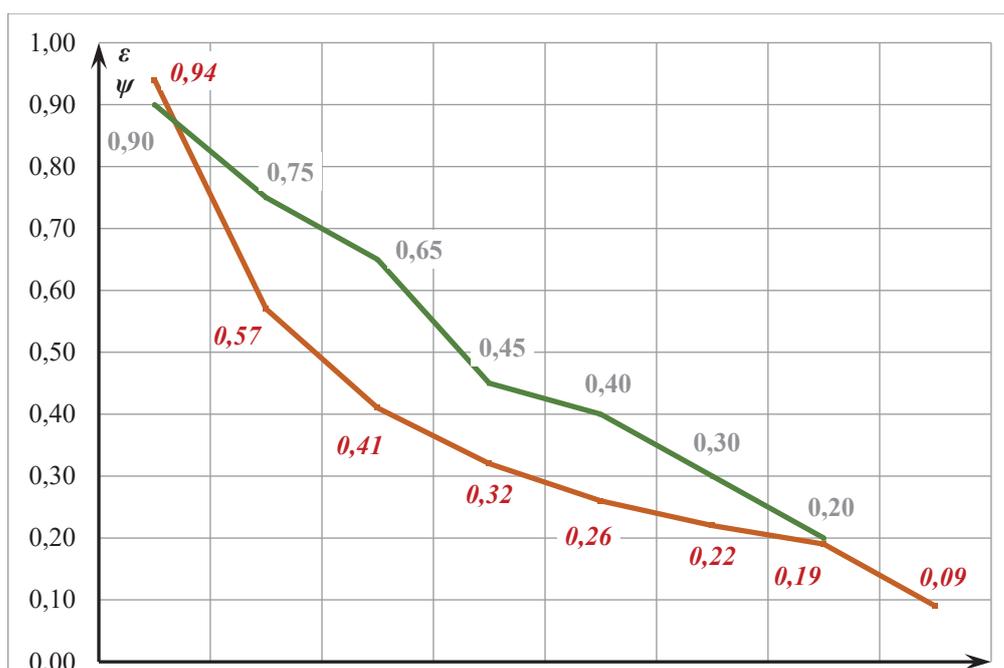


Рис. 3. Изменение коэффициента проникновения и наполнения.

Из графика видно, что значение ϵ убывает с возрастанием оборотов. При этом и коэффициент наполнения шнека зерном также снижается, что вызывает уменьшение производительности.

Коэффициент производительности ρ выразим следующим образом:

$$\rho = k_v \psi.$$

Значение ρ можно увеличить, сделав винт шнека с переменным шагом [6]. При этом часть винта, приходящаяся на заборную камеру, должна иметь шаг несколько меньше основного (в наших опытах он был вдвое меньше).

Существующая расчетная формула производительности шнека имеет вид:

$$Q = 60 \frac{\pi D^2}{4} S n \psi \gamma c, \text{ т/час,} \quad (12)$$

где γ – объемный вес материала, т/м³; c – коэффициент, учитывающий угол наклона шнека.

Заключение. В решении задач по обеспечению устойчивого развития сельскохозяйственного производства, надежного снабжения населения страны продуктами питания важное место отводится укреплению материально-технической базы агропромышленного комплекса, его целенаправленному техническому перевооружению. Рациональным способом повышения производительности винтового

шнекового транспортера, позволяющим создать малогабаритную конструкцию, является увеличение его оборотов. Чтобы повысить производительность шнека, необходимо ускорить осевое продвижение материала, т.е. растянуть восходящую и, особенно, падающую ветви траектории материала. Таким образом, дальнейшие исследования позволят найти новые пути повышения коэффициента скорости k_v и коэффициента ψ и создать скоростные высокопроизводительные и малогабаритные винтовые транспортеры-зернопогрузчики.

Список литературы

1. Авдеев, А.В. Агрегаты и комплексы для послеуборочной обработки и хранения зерна и семян (учебное пособие) / А.В. Авдеев, В.С. Сечкин, В.Д. Галкин [и др.]. – Санкт-Петербург, Изд-во Санкт-Петербургского АГУ, 2005. – 130 с.
2. Бурков, А. И. Механизация послеуборочной обработки зерна и семян / А. И. Бурков, В. Л. Андреев, О. П. Рошин // Сельскохозяйственная техника. - 2006. - № 1. - С. 16-19.
3. Дринча, В.М. Качество зернового материала и эффективность послеуборочной обработки / В.М. Дринча, И.Г. Зубайлов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. - № 9. - С. 12-15.
4. Кирпа, Н. Хранение без потерь и ухудшения качества // Зерно. Журнал современного агропромышленника. – 2011. – № 6. – URL: <https://www.zerno-ua.com/journals/2011/iyun-2011-god/hranenie-bez-poter-i-uhudsheniya-kachestva/> (дата обращения: 10.01.2021).
5. Курочкин, А.А. Практикум по сооружениям и оборудованию для хранения продукции растениеводства и животноводства (учебное пособие) / А.А. Курочкин, В.А. Миошкин, А.Ю. Сергеев [и др.]. – Москва : КолосС, 2007. – 153 с.
6. Личко, Н.М. Технология переработки продукции растениеводства / Н.М. Личко. – Москва : КолосС, 2006. – 616 с.
7. Малин, Н.И. Технология хранения зерна / Н.И. Малин; Под ред. Н.И. Малина-Москва : Колос, 2005. - 280 с.
8. Манжесов, В.И. Технология хранения растениеводческой продукции / В.И. Манжесов, И.А. Попов, Д.С. Щедрин – Москва : Колос, 2005. – 390 с.
9. Технология послеуборочной обработки и сушки зерна // Колхоз. [Электронный ресурс]. – URL: <http://colhoz.com/tehnologiya-posleuborochnoj-obrabotki-i-sushkizerna/> (дата обращения 29.07.2015).
10. Хранение зерна // Информационно-аналитический портал для крестьянских фермерских хозяйств. [Электронный ресурс]. – URL: <http://fermer.zol.ru/> (дата обращения 28.07.2015).

References

1. Avdeev, A.V. Agregaty i kompleksy dlya posleuborochnoi obrabotki i khraneniya zerna i semyan (uchebnoe posobie) (Units and complexes for post-harvest processing and storage of grain and seeds (textbook)), A.V. Avdeev, V.S. Sechkin, V.D. Galkin [i dr.], Sankt- Peterburg, Izd-vo Sankt-Peterburgskogo AGU, 2005, 130 p.
2. Burkov, A. I. Mekhanizatsiya posleuborochnoi obrabotki zerna i semyan (Mechanization of post-harvest processing of grain and seeds), A. I. Burkov, V. L. Andreev, O. P. Roshchin, Sel'skokhozyaistvennaya tekhnika, 2006, No 1, PP. 16-19.
3. Drincha, V.M. Kachestvo zernovogo materiala i effektivnost' posleuborochnoi obrabotki (V.M. Drincha, I.G. Zubailov), Traktory i sel'skokhozyaistvennyye mashiny, 2002, No 9, PP. 12-15.
4. Kirpa, N. Khranenie bez poter' i ukhudsheniya kachestva ((Storage without losses and deterioration of quality), Zerno. Zhurnal sovremennogo agropromyshlennika, 2011, No 6, URL: <https://www.zerno-ua.com/journals/2011/iyun-2011-god/hranenie-bez-poter-i-uhudsheniya-kachestva/> (data obrashcheniya: 10.01.2021).
5. Kurochkin, A.A. Praktikum po sooruzheniyam i oborudovaniyu dlya khraneniya produktii rastenievodstva i zhivotnovodstva (uchebnoe posobie) (Workshop on facilities and equipment for storing crop and livestock products (textbook)), A.A. Kurochkin, V.A. Mimoshkin, A.Yu. Sergeev [I dr.], Moskva, KolosS, 2007, 153 p.
6. Lichko, N.M. Tekhnologiya pererabotki produktii rastenievodstva (Processing technology of crop production), N.M. Lichko, Moskva, KolosS, 2006, 616 p.
7. Malin, N.I. Tekhnologiya khraneniya zerna (Grain storage technology), N.I. Malin, pod red. N.I. Malina, Moskva, Kolos, 2005, 280 p.
8. Manzhesov, V.I. Tekhnologiya khraneniya rastenievodcheskoi produktii (Crop storage technology), V.I. Manzhesov, I.A. Popov, D.S. Shchedrin, Moskva, Kolos, 2005, 390 p.
9. Tekhnologiya posleuborochnoi obrabotki i sushki zerna (Technology of post-harvest processing and drying of grain), Kolkhoz. [Elektronnyi resurs], URL: <http://colkoz.com/tekhnologiya-posleuborochnoj-obrabotki-i-sushkizerna/> (data obrashcheniya 29.07.2015).
10. Khranenie zerna (Grain storage), Informatsionno-analiticheskii portal dlya krest'yanski-kh fermerskikh khozyaistv. [Elektronnyi resurs], URL: <http://fermer.zol.ru/> (data obrashcheniya 28.07.2015).

Информация об авторах:

Кокиева^{1,2} Галия Ергешевна, д-р техн. наук, декан инженерного факультета ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», 677007, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Сергеляхское шоссе, 3 км, дом 3; тел.89248666537; e-mail:kokievagalia@mail.ru;

Друзьянова^{1,2} Варвара Петровна, д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис» автомобильного факультета ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», 677000, Россия, Республика Саха (Якутия), 677000, г. Якутск, ул. Белинского, д. 58.; тел.89841138724; e-mail:druzvar@mail.ru.

¹Арктический государственный агротехнологический университет, Сергеляхское шоссе, 3 км, дом 3, 677007, г. Якутск, Республика Саха (Якутия), Россия;

²Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова, ул. Белинского, дом 58, 677007, г. Якутск, Республика Саха (Якутия), Россия.

Information about the authors

Galia E. Kokieva^{1,2}, Doctor of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Engineering; 1Arctic State Agrotechnological University; 3, 3 km Sergelyakhscoe sh., Yakutsk, Sakha Republic (Yakutia); Russia; 677007; phone number: 89248666537; e-mail: kokievagalia@mail.ru.

Varvara P. Druzianova^{1,2}, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department “Operation of Road Transport and Car Service” of the Faculty of Road Traffic; 2North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, 58, Belinsky st., Yakutsk, Sakha Republic (Yakutia), Russia; 677007; mobile: 89841138724; e-mail: druzvar@mail.ru.

¹Arctic State Agrotechnological University, 3, 3 km Sergelyakhscoe sh., 677007, Yakutsk, Sakha Republic (Yakutia), Russia;

²North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, 58, Belinsky st., 677007, Yakutsk, Sakha Republic (Yakutia), Russia.

УДК 631.372:629.36

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-1-87-98

Кузнецова О.А., аспирант кафедры транспортно-энергетических средств и механизации АПК;

Кривуца З.Ф., д-р техн. наук, доцент;

Щитов С.В., д-р техн. наук, профессор;

Кузнецов Е. Е., д-р техн. наук, доцент;

Евдокимов В. Г., д-р техн. наук, профессор;

Поликутина Е.С., канд. техн. наук, доцент;

Двойнова Н. Ф. канд. с.-х. наук, доцент

РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОЛЁСНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

© Кузнецова О.А., Кривуца З.Ф., Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Евдокимов В.Г., Поликутина Е.С., Двойнова Н.Ф., 2021

Резюме. В статье рассматривается возможность использования сельскохозяйственных угодий, которые до этого времени считались непригодными для ведения сельскохозяйственного производства, по причине сложного рельефа местности. Решение вышеобозначенной проблемы может быть найдено за счёт применения специальных устройств, способных расширять функциональные возможности серийной техники. Одним из таких устройств является устройство, способное за счёт рационального распределения весовой нагрузки между колёсными движителями повышать поперечную устойчивость колёсной энергетики. Проведенные сравнительные хозяйственные испытания показали, что использование предлагаемого устройства позволяет регулировать взаимодействие движителя с почвой для повышения поперечной устойчивости, стабилизации движения трактора в условиях склоновых поверхностей и корректировать вертикальные нагрузки на движителе.

Ключевые слова: склон, колёсный трактор, эффективность использования, конструкция, устойчивость, силы реакции поверхности, почва.

UDC 631.372:629.36

O. A. Kuznetsova, graduate student;

Z. F. Krivutca, Dr. Tech. Sci., Professor, Associate Professor;

S. V. Shchitov, Dr. Tech. Sci., Professor;

E. E. Kuznetsov, Dr. Tech. Sci., Professor, Associate Professor;

V. G. Evdokimov, Dr. Tech. Sci., Professor;

E. S. Polikutina, Cand. Tech. Sci., Associate Professor;

N. F. Dvoynova, Cand. Agr. Sci., Associate Professor

EXPANSION OF WHEELED POWER FUNCTIONAL CAPABILITIES

Abstract. The article considers the possibility of using farm lands, which until that time were considered unsuitable for agricultural production, due to the difficult terrain. The solution to the above-mentioned problem can be found at the expense of the use of special devices that can expand the functionality of serial equipment. One of these devices is a device that can increase the transverse stability of wheeled power, due to the rational distribution of weight load between wheel propellers. Comparative economic tests have shown that the use of the proposed device allows controlling the interaction of the propeller with the soil in order to increase transverse stability, stabilize the motion of the tractor under conditions of prone surfaces and correct vertical loads on the propeller.

Key words: slope, wheel tractor, efficiency of use, design, stability, surface reaction forces, soil.

Введение. Расширение производства сельскохозяйственной продукции в настоящее время возможно за счёт устойчивого развития земледелия, в основе которого заложены принципы максимального использования объемов сельскохозяйственных площадей и, соответственно, введение в севооборот новых или залежных земельных площадей. Несмотря на определенные успехи, достигнутые в применении технических и технологических решений выше- обозначенной проблемы, остается открытым вопрос по использованию сельскохозяйственных угодий, которые до этого времени считались непригодными для ведения сельскохозяйственного производства.

Это было обусловлено тем, что для их освоения необходимо иметь энергетиче-

ческие средства, способные выполнять сельскохозяйственные работы вне зависимости от конфигурации полей и их склоновых характеристик. В частности, этот вопрос в настоящее время стоит очень значимо перед крестьянско-фермерскими хозяйствами (КФХ), у которых имеются такие земельные площади, но отсутствует специальная для работы в этих условиях техника [1-3].

Решение вышеобозначенной проблемы может быть найдено за счёт применения специальных устройств, способных расширять функциональные возможности серийной техники. Одним из таких устройств является устройство, способное за счёт рационального распределения весовой нагрузки между колёсными движи-

телями повышать поперечную устойчивость колёсной энергетики.

Цель исследования. Расширение функциональных возможностей колёсной энергетики за счёт применения перераспределяющих устройств при использовании её на склоновых поверхностях.

где G – общий вес энергетического средства; α – угол наклона поверхности основания, по которому движется энергетическое средство; φ_y – коэффициент, характеризующий сцепные качества движителя; и φ_x – соответственно ответная реакция почвы на движителе (верхний и нижний), расположенные на опорном основании.

$$G \sin \alpha = \varphi_y (Y_1 + Y_2), \quad (1)$$

$$\varphi_y = \varphi_x \cdot (0,7-0,8), \quad (2)$$

где φ_x – коэффициент, характеризующий сцепные качества колёсного движителя с опорным основанием, имеющим угол наклона в продольном направлении.

На основании уравнения (1) можно утверждать, что сцепные качества колёсного энергетического средства в основном зависят от нагрузки, приходящейся на опорную поверхность самого движителя, и, как следствие, в конечном итоге на его устойчивость при работе на полях, имеющих продольный наклон. В ходе исследований проведена разработка механизма перераспределения сцепного веса в виде межколёсного стабилизатора ходовой системы (МСХС), на который получены патенты РФ №169390 и №192386, с установкой которого на энергетическое средство угол поперечного уклона, при котором может работать трактор, увеличивается [2].

Более подробно устройство и принцип работы данного механизма описан в ранее опубликованной работе [5].

$$Y_1 = 0,5 \cdot G \cos \alpha - G \sin \alpha \cdot \frac{h_{ц}}{B} = 0. \quad (3)$$

$$Y_2 = 0,5 \cdot G \cos \alpha + G \sin \alpha \cdot \frac{h_{ц}}{B}. \quad (4)$$

Материалы и методы. В общем случае величину силы сцепления движителей энергетического средства с почвой можно определить по следующей формуле [4]:

Коэффициент, характеризующий сцепные качества движителя, зависит от физико-механических характеристик самого основания, по которому движется энергетическое средство, и типа движителя (колёсный, гусеничный). Величина коэффициента, характеризующего сцепные качества движителя, на основании ранее проведённых исследований определяется следующей зависимостью [11]:

Рассмотрим более подробно процесс взаимодействия энергетического средства с основанием, по которому оно движется, в двух вариантах:

- серийный вариант (механизм не установлен на энергетическое средство), рисунок 1;

- экспериментальный вариант (механизм установлен на энергетическое средство), рисунок 2.

Рассмотрим, как влияет предложенный механизм на устойчивость трактора. На приведённых рисунках не расшифрованы обозначения, если они были упомянуты ранее по тексту.

Общая схема трактора в серийном варианте представлена на рисунке 1.

В результате проведенных теоретических исследований было получено уравнение, позволяющее определить ответную реакцию почвы от воздействия на неё движителей:

- серийный вариант (механизм не установлен на энергетическое средство), рисунок 1;

- экспериментальный вариант (механизм установлен на энергетическое средство), рисунок 2.

$$Y_1' = 0,5 \cdot G \cos \alpha - G \sin \alpha \frac{h_y}{B} + T \cos \beta \cos \varphi \cdot \frac{h}{B} + T \sin \beta \frac{a}{B}, \quad (5)$$

$$Y_2' = 0,5 \cdot G \cos \alpha + G \sin \alpha \frac{h}{B} - T \cos \beta \cos \varphi \cdot \frac{h}{B} - T \sin \beta \frac{(B-a)}{B}. \quad (6)$$

При установке механизма на трактор возникает дополнительное усилие, которое ранее описано в работе [3].

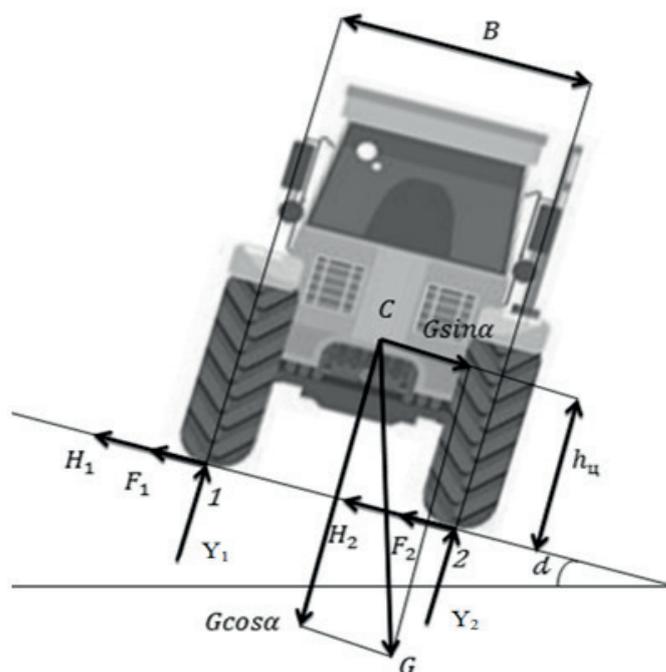


Рисунок 1- Общая схема трактора в серийном варианте

F_1 и F_2 - силы, возникающие между движителем и поверхностью основания, по которому движется трактор (сила трения); H_1 и H_2 - ответные реакции почвы от воздействия на неё движителей; С - точка расположения центра тяжести трактора от середины трактора, В - расстояние между

колёсными движителями, находящимися на одной оси; 1 и 2 - точки пятна контакта движителей с основанием, находящихся на одной оси; h_u расстояние от основания, по которому движется трактор, до расположения центра тяжести трактора.

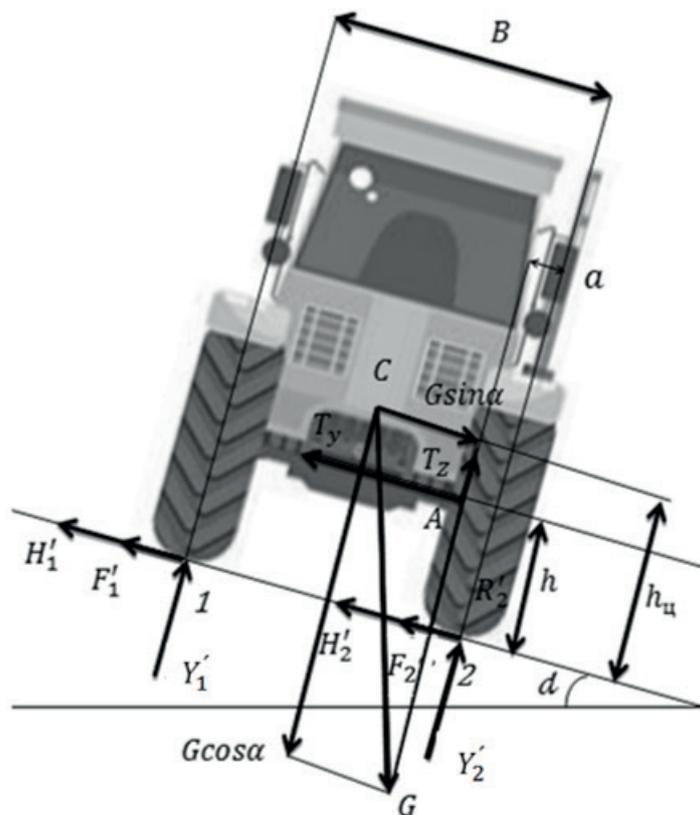


Рисунок 2 - Общая схема трактора с установленным механизмом перераспределения

a - расстояние от точки крепления механизма до точки 2; T- дополнительная сила от воздействия механизма; точка A - точка крепления механизма на остова трактора; T_x, T_y, T_z – силы, возникающие при работе механизма.

Определим возникающие вращающиеся моменты сил, действующие на трактор с подключенным механизмом перераспределения (стабилизатором) (рисунок 2).

Уравнения равновесия относительно точек 1 и 2 с учетом условия опрокидывания трактора $Y_1' = 0$ для полученной системы моментов сил при включенном устройстве принимают вид:

$$Y_1' = 0,5 \cdot G \cos \alpha - G \sin \alpha \frac{h_y}{B} + T \cos \beta \cos \varphi \cdot \frac{h}{B} + T \sin \beta \frac{a}{B}, \tag{6}$$

$$Y_2' = 0,5 \cdot G \cos \alpha + G \sin \alpha \frac{h}{B} - T \cos \beta \cos \varphi \cdot \frac{h}{B} - T \sin \beta \frac{(B-a)}{B}. \tag{7}$$

Далее необходимо установить взаимовлияние силовых реакций поверхностей Y_1 и Y_2 на движители от коэффициента сцепления f_u в поперечном направлении. Использование формул (1), (3) и (5) позво-

лит установить силовую реакцию поверхности под опорными колёсами, которые находятся выше по склону, по следующему выражению:

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= \frac{G \sin \alpha - \varphi_y \left(0,5 \cdot G \cos \alpha + G \sin \alpha \cdot \frac{h_{ц}}{B} \right)}{\varphi_y} \\
 &= G \left(\frac{\sin \alpha}{\varphi_y} - 0,5 \cdot \cos \alpha - \sin \alpha \cdot \frac{h_{ц}}{B} \right) \\
 &= G \left(\left(\frac{1}{\varphi_y} - \frac{h_{ц}}{B} \right) \sin \alpha - 0,5 \cdot \cos \alpha \right).
 \end{aligned} \tag{8}$$

Реакция же опорной поверхности на движители, находящиеся ниже по склону, определяется выражением:

$$\begin{aligned}
 Y_2 &= \frac{G \sin \alpha - \varphi_y \left(0,5 \cdot G \cos \alpha - G \sin \alpha \cdot \frac{h_{ц}}{B} \right)}{\varphi_y} = G \left(\frac{\sin \alpha}{\varphi_y} - 0,5 \cdot \cos \alpha + \sin \alpha \cdot \frac{h_{ц}}{B} \right) \\
 &= G \left(\left(\frac{1}{\varphi_y} + \frac{h_{ц}}{B} \right) \sin \alpha - 0,5 \cdot \cos \alpha \right).
 \end{aligned} \tag{9}$$

Полученные математические зависимости (8) и (9) показывают, что при увеличении коэффициента сцепления φ_y в поперечном направлении происходит снижение реакции поверхности, приходящейся на движитель.

Для поиска дальнейших решений определим влияние коэффициента сцепления φ_y в поперечном направлении на величины вертикальных силовых реак-

ций поверхности под опорами экспериментального трактора при использовании МСХС. Использование ранее полученных формул (1), (6) и (7), позволяет сформулировать математические выражения для определения величин силовых реакций поверхностей, приходящихся на колёса, при работе предлагаемого устройства:

на движители, находящиеся выше по склону

$$Y'_1 = \frac{G \sin \alpha - \varphi_y \left(0,5 \cdot G \cos \alpha + G \sin \alpha \frac{h}{B} - T \cos \beta \cos \varphi \cdot \frac{h}{B} - T \sin \beta \frac{(B-a)}{B} \right)}{\varphi_y}, \tag{10}$$

на движители, находящиеся ниже по склону

$$Y'_2 = \frac{G \sin \alpha - \varphi_y \left(0,5 \cdot G \cos \alpha - G \sin \alpha \frac{h}{B} + T \cos \beta \cos \varphi \cdot \frac{h}{B} + T \sin \beta \frac{(B-a)}{B} \right)}{\varphi_y}. \tag{11}$$

Предложенные формулы (8), (9) и (10), (11) позволяют определить значение коэффициента догрузки (разгрузки) K колеса по выражению:

$$K = \frac{Y'_1}{Y_1} = 1 + \frac{T \frac{h}{B} \cos \beta \cos \varphi + T \frac{(B-a)}{B} \sin \beta}{G \sin \alpha - \varphi_y \left(0,5 \cdot G \cos \alpha + G \sin \alpha \cdot \frac{h_{ц}}{B} \right)}, \tag{12}$$

для колеса, находящегося ниже по склону

$$K = \frac{Y'_2}{Y_1} = 1 - \frac{T \left(\frac{h}{B} \cos \beta \cos \varphi + \frac{(B-a)}{B} \sin \beta \right)}{G \sin \alpha - \varphi_y \left(0,5 \cdot G \cos \alpha - G \sin \alpha \cdot \frac{h_{ц}}{B} \right)}. \tag{13}$$

Результаты и обсуждения. Для определения влияния устройства МСХС

на поперечную устойчивость мобильного средства проведены сравнительные экс-

периментальные исследования в полевых условиях при использовании трактора класса 1,4 с колёсной формулой 4К2, ре-

зультаты которых приведены на рисунках 3-6.

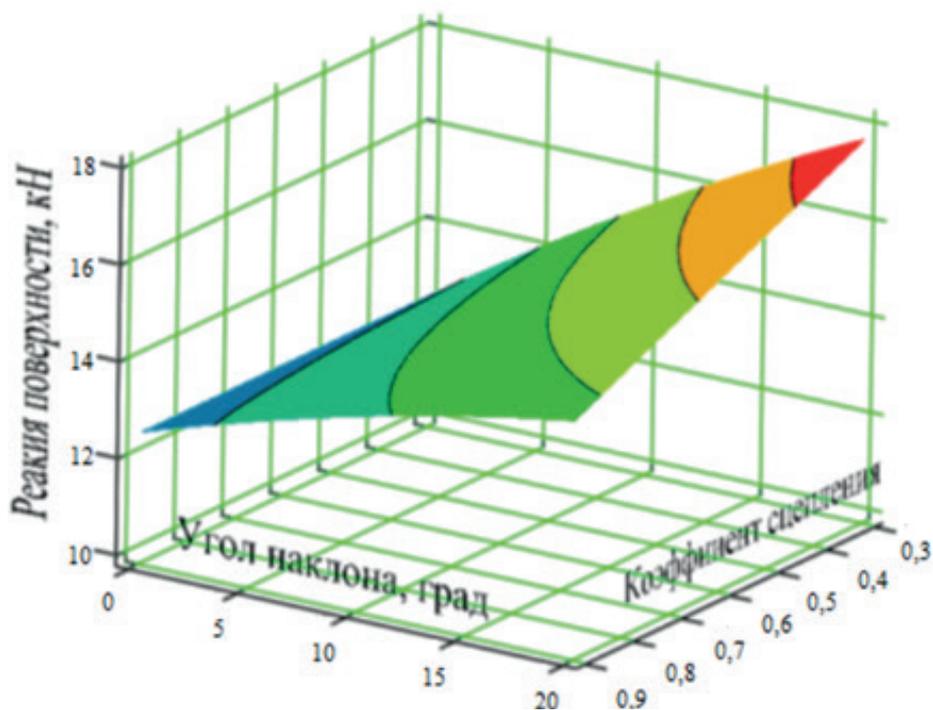


Рис. 3. Влияние угла наклона и коэффициента сцепления в поперечном направлении на перераспределение веса трактора (поперечную устойчивость).

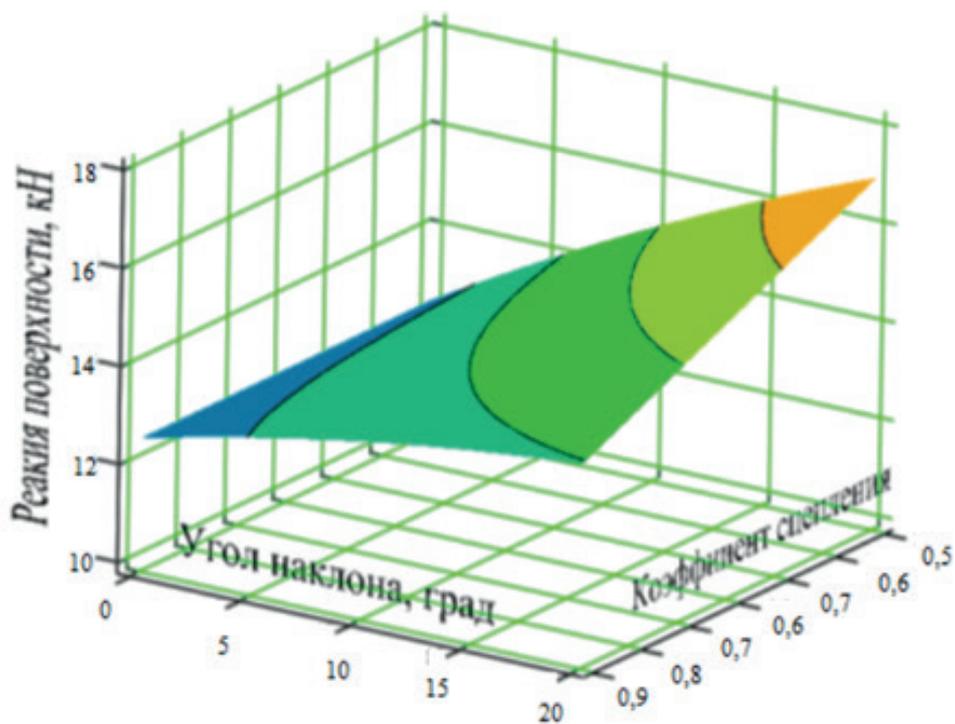


Рис. 4. Влияние угла наклона и коэффициента сцепления в поперечном направлении на перераспределение веса трактора (поперечную устойчивость).

На рисунке представлены экспериментальные данные реакции поверхности под опорами трактора с установленным МСХС, приходящейся на колёсные движители, находящиеся ниже по склону поля обработки.

Взаимовлияние движителя и почвы оценивалось по воздействию коэффициента сцепления на перераспределение веса трактора при выполнении полевых работ в поперечном направлении в условиях склонового земледелия. Результаты экспериментальных исследований подтвердили, что состояние, размеры и вид опорной поверхности оказывают значительное влияние на вертикальные силовые реакции поверхностей и приводят к перераспределению веса МТА.

Установлено, что с увеличением угла уклона поля до 20 градусов реакция поверхности, приходящаяся на опорные движители, находящиеся ниже по скло-

ну, увеличивается на 1,24 кН для скошенной поверхности, а при установленном на тракторе и включенном устройстве МСХС этот показатель снижается до 0,98 кН. При выполнении полевых работ на свежевспаханных полях изменение реакции поверхности, приходящейся на колёса, находящиеся ниже по склону, составляет параметр в 4,9 кН, а использование энергетического средства с устройством МСХС в этих условиях позволяет уменьшить силу до 3,4 кН (рисунок 3-4).

На рисунке 3 приведены экспериментальные данные реакции поверхности, приходящейся на колёса, находящиеся выше по склону для серийного трактора класса 1,4, а на рисунке 4 - экспериментальные данные реакции поверхности, приходящейся на колёса, находящиеся выше по склону для опытного трактора с установленным МСХС.

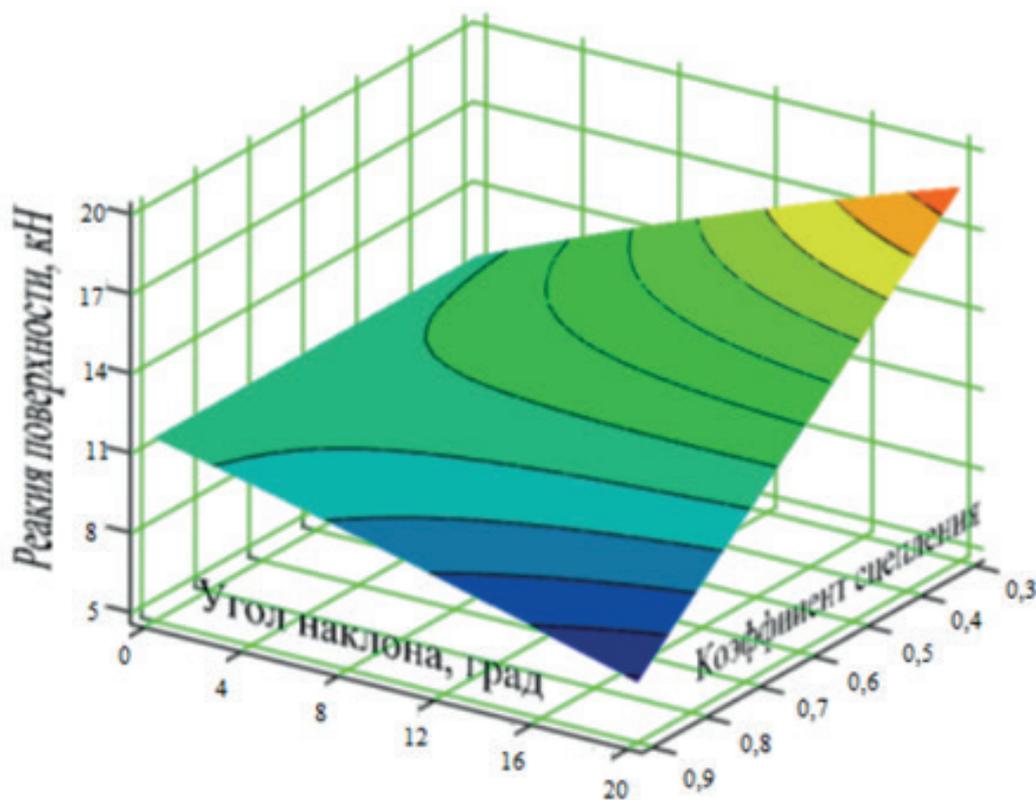


Рис. 5. Влияние угла наклона и коэффициента сцепления в поперечном направлении на перераспределение веса трактора (поперечную устойчивость).

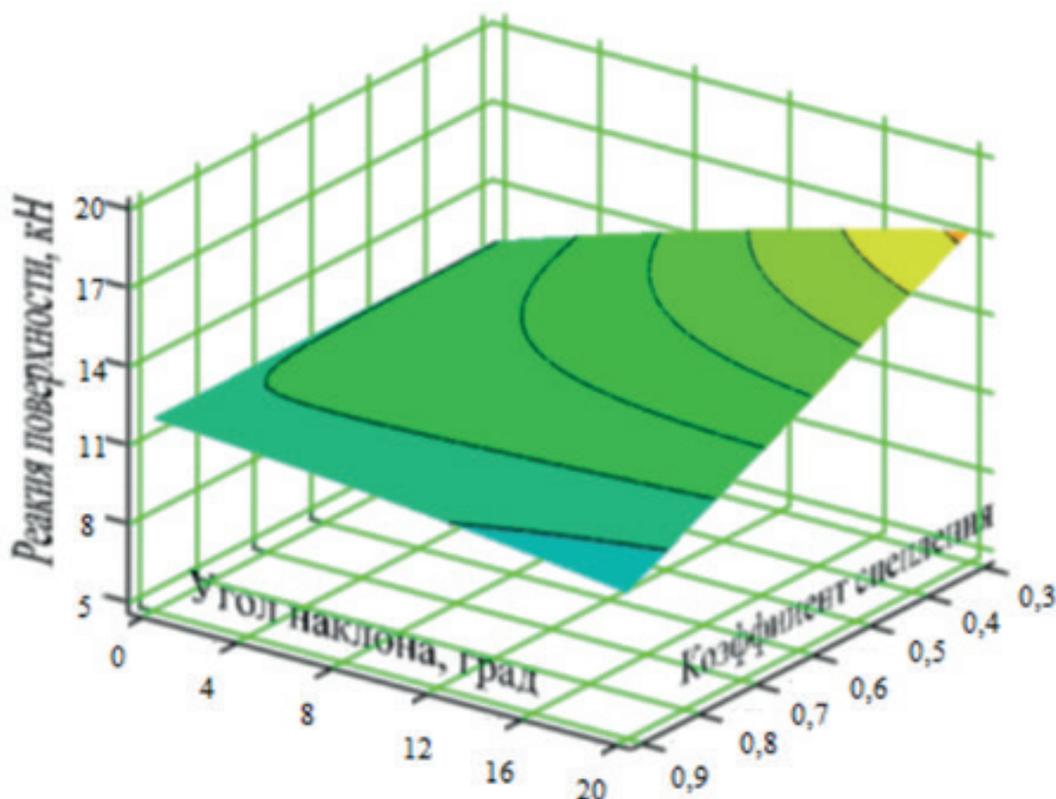


Рис. 6. Влияние угла наклона и коэффициента сцепления в поперечном направлении на перераспределение веса трактора (поперечную устойчивость).

Таким образом, экспериментально установлено, что с увеличением угла наклона до 20 градусов реакция поверхности под опорными движителями, находящимися выше по склону, снижается на 3,14 кН для скошенной поверхности поля, а при включенном устройстве МСХС, установленном на экспериментальный трактор, снижается на 2,82 кН. При выполнении полевых работ на свежевспаханых полях изменение реакции поверхности, приходящейся на опорные колёса, находящиеся выше по склону, составляет 3,2 кН, что при включенном устройстве и использовании опытного трактора с МСХС позволяет уменьшить нагрузку на 2,9 кН (Рисунок 5-6).

Выводы. Таким образом, условия эксплуатации колёсного МЭС оказывают

значительное влияние на эффективность использования, в значимых параметрах изменяя производительность, расход топлива, поперечную устойчивость и другие эксплуатационные показатели. Проведенные сравнительные опытно-хозяйственные испытания показали, что применение предлагаемого устройства межколёсного стабилизатора ходовой системы позволяет регулировать параметры взаимодействия движителя с почвой в целях повышения поперечной устойчивости, стабилизации движения трактора в условиях склоновых поверхностей, улучшает тягово-сцепные свойства МЭС за счёт перераспределения сцепного веса и корректирования вертикальной нагрузки на его движители [6-7].

Список литературы

1. Кривуца, З.Ф. Повышение эффективности транспортно-технологического обеспечения АПК Амурской области: дис. на соиск. учен. степ. доктора технических наук : 05.20.01 / Кривуца Зоя Федоровна; Дальневост. гос. аграр. ун-т]. - Благовещенск, 2015. - 362 с. : ил. 8.
2. Кузнецов, Е.Е. Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур: монография / Е.Е. Кузнецов, С.В. Щитов. - Благовещенск, изд-во Дальневосточного ГАУ, 2017. - 272 с.
3. Панова, Е.В. Повышение тягово-сцепных свойств тракторно-транспортных агрегатов за счёт использования межколёсного регулятора / Е.В. Панова [и др.] // Дальневосточный аграрный вестник. - 2017. - №1(41). –С. 96-103.
4. Скотников, В.А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля / В.А. Скотников, А.А. Машенский, А.С. Солонский. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 383 с.
5. Щитов, С.В. Повышение поперечной устойчивости колёсного мобильного энергетического средства с навесными сельскохозяйственными орудиями / С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов, З.Ф. Кривуца, В.Г. Евдокимов, О.А. Кузнецова, А. В. Якименко, Е.С. Поликутина // Дальневосточный аграрный вестник.– 2019. – №4(52). – С.125-133.
6. Шишлов, С.А. Качественная предпосевная обработка почвы и посев - залог высокого урожая сои / С.А. Шишлов, А.А. Редкокашин, М.С. Шапарь // Научное обозрение. – 2015. - №15. – С. 23-27.
7. Шишлов, С.А. Теоретические предпосылки повышения эффективности предпосевной подготовки почвы и посева сои на основании оценки совокупных энергозатрат / С. А. Шишлов, А. Н. Шишлов // Роль аграрной науки в развитии лесного и сельского хозяйства Дальнего Востока : материалы III национальной (всероссийской) науч.-практ. конф. В 3 ч. (Уссурийск, 26-27 ноября 2019 г.) / Приморская гос. с.-х. акад. – Уссурийск, 2019. – Ч. 2. – С. 153-160.

References

1. Krivutsa, Z.F. Povyshenie effektivnosti transportno-tekhnologicheskogo obespecheniya APK Amurskoi oblasti: dis. na soisk. uchen. step. doktora tekhnicheskikh nauk: 05.20.01 (Increasing of the efficiency of transport and technological support of the agro-industrial complex of the Amur region: Doctor's degree dis: 05.20.01), Krivutsa Zoya Fedorovna, Dal'nevost. gos. agrar. un-t], Blagoveshchensk, 2015, 362 p., il. 8.
2. Kuznetsov, E.E. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya mobil'nykh energeticheskikh sredstv v tekhnologii vozdelvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur: monografiya (Increasing of the efficiency of using mobile energy resources in the technology of cultivation of agricultural crops: monograph), E.E. Kuznetsov, S.V. Shchitov, Blagoveshchensk, izd-vo Dal'nevostochnogo GAU, 2017, 272 p.
3. Panova, E.V. Povyshenie tyagovo-stsepykh svoystv traktorno-transportnykh agregatov za schet ispol'zovaniya mezhkolesnogo regul'yatora (Increasing of the traction-coupling properties of tractor-transport units due to the use of an interwheel regulator), E.V. Panova [and others], Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik, 2017, No 1(41), PP. 96-103.
4. Skotnikov, V.A. Osnovy teorii i rascheta traktora i avtomobilya (Fundamentals of theory and calculation of a tractor and a car), V.A. Skotnikov, A.A. Mashchenskii, A.S. Solonskii, Moskva, Agropromizdat, 1986, 383 p.
5. Shchitov, S.V. Povyshenie poperechnoi ustoichivosti kolesnogo mobil'nogo energeticheskogo sredstva s navesnymi sel'skokhozyaistvennymi orudiyami (Increasing of the transverse stability of a wheeled mobile power facility with mounted agricultural implements), S.V.

Shchitov, E.E. Kuznetsov, Z.F. Krivutsa, V.G. Evdokimov, O.A. Kuznetsova, A. V. Yakimenko, E.S. Polikutina, Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik, 2019, No (52), PP.125-133.

6. Shishlov, S.A. Kachestvennaya predposevnaya obrabotka pochvy i posev - залог vysokogo urozhaya soi (High-quality pre-sowing tillage and sowing is the guarantee of a high yield of soybeans), S.A. Shishlov, A.A. Redkokashin, M.S. Shapar', Nauchnoe obozrenie, 2015, No 15, PP. 23-27.

7. Shishlov, S.A. Teoreticheskie predposylki povysheniya effektivnosti predposevnoi podgotovki pochvy i poseva soi na osnovanii otsenki sovokupnykh energozatrat (Theoretical prerequisites for increasing of the efficiency of pre-sowing soil preparation and sowing soybeans based on an assessment of total energy consumption), S. A. Shishlov, A. N. Shishlov, Rol' agrarnoi nauki v razvitii lesnogo i sel'skogo khozyaistva Dal'nego Vostoka, materialy III natsional'noi (vserossiiskoi) nauch. - prakt. konf. V 3 ch. (Ussuriisk, 26-27 noyabrya 2019 g.), Primorskaya gos. s.-kh. akad., Ussuriisk, 2019, Ch. 2, PP. 153-160.

Информация об авторах:

Щитов Сергей Васильевич, профессор кафедры транспортно-энергетических средств и механизации АПК, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, тел. 8(4162)52-63-76, e-mail: uoup_dalgau@mail.ru;

Кузнецов Евгений Евгеньевич, доцент кафедры транспортно-энергетических средств и механизации АПК, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, тел. 8(4162)52-32-27, e-mail: ji.tor@mail.ru;

Кривуца Зоя Федоровна, заведующая кафедрой физики и информатики, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, тел. 8(4162)52-32-27, e-mail: zfk20091@rambler.ru;

Евдокимов Вячеслав Гензельевич, профессор кафедры общепрофессиональных дисциплин (ДВВКУ), доктор технических наук, профессор, «Дальневосточное высшее военное командное училище», тел.89146076608, e-mail: zfk20091@rambler.ru;

Поликутина Елена Сергеевна, доцент, кандидат технических наук, ГПО-АУ Амурской области «Благовещенский политехнический колледж», тел. 89146076608, e-mail: zfk20091@rambler.ru;

Двойнова Наталья Федоровна, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,

ФГБОУ ВО СахГУ, г. Южно-Сахалинск, Сахалинская область, Россия, e-mail: dofsach@yandex.ru;

Кузнецова Ольга Александровна, соискатель кафедры транспортно-энергетических средств и механизации АПК, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, тел. 8(4162)52-32-27, e-mail: zfk20091@rambler.ru.

Information about the authors:

Sergey V. Shchitov, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport and Power Facilities and Mechanization of Agrarian and Industrial Complex; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnikeskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; phone number: 8(4162)52-63-76; e-mail: uoup_dalgau@mail.ru;

Evgeny E. Kuznetsov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transport and Power Facilities and Mechanization of Agrarian and

Industrial Complex; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnikeskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; phone number: 8(4162)52-63-76; e-mail: ji.tor@mail.ru;

Zoya F. Krivutsa, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, the Head of the Department of Physics and Computer Science; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnikeskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; phone number: 8(4162)52-32-27; e-mail: zfk20091@rambler.ru;

Viacheslav G. Evdokimov, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of General Professional Disciplines; Far Eastern Higher Combined Arms Command School; 158, Lenina str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; phone number: 89146076608; e-mail:

zfk20091@rambler.ru;

Elena S. Polikutina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; Blagoveshchensk Polytechnic College; 16, Chaikovskogo str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; phone number: 89146076608; e-mail: zfk20091@rambler.ru;

Natalia F. Dvoynova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Life Safety; Sakhalin State University; 33, Komunistichesky Prospekt, Yuzhno-Sakhalinsk, Sakhalin region, Russia; e-mail: dnfsach@yandex.ru;

Olga A. Kuznetsova, Graduate Student of the Department of Transport and Power Facilities and Mechanization of Agrarian and Industrial Complex; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnikeskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; phone number: 8(4162)52-32-27; e-mail: zfk20091@rambler.ru.

УДК 631.372:629.114.2

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-1-98-107

Кушнарев А.Н., аспирант;

Шуравин А.А., аспирант;

Митрохина О.П., канд. техн. наук, доцент;

Кидяева Н.П., канд. техн. наук, доцент;

Поликутина Е.С., канд. техн. наук;

Щитов С.В., докт. техн. наук, профессор;

Кузнецов Е.Е., докт. техн. наук, доцент

ИССЛЕДОВАНИЯ КРИВОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ АГРЕГАТОВ

© Кушнарев А.Н., Шуравин А.А., Митрохина О. П., Кидяева Н.П., Поликутина, Е.С., Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., 2021

Резюме. При перевозке грузов сельскохозяйственного назначения с полей, как показывают исследования, на движение, связанное с поворотами, приходится 20-25% длины маршрута. При этом необходимо отметить, что условия дорог сельскохозяйственного назначения, при которых приходится выполнять транспортные перевозки, не всегда соответствуют необходимым требованиям безопасности, в частности, ширина проезжей части не позволяет использовать наиболее эффективные многозвенные тракторно-транспортные агрегаты (ТТА)

в связи с невозможностью выполнения ими поворотов при большой длине тракторного поезда, так как при этом увеличивается ширина транспортного коридора и создаются неблагоприятные условия для безопасного движения встречного транспорта. В этих условиях возникает необходимость снижения ширины транспортного коридора в условиях поворотов небольшого радиуса, что возможно за счёт оптимизации конструктивных и расширения технологических параметров тягово-сцепных устройств прицепных звеньев ТТА. В статье приводятся теоретические и экспериментальные исследования устройства, предназначенного для оптимизации транспортного коридора многозвенного ТТА.

Ключевые слова: трактор, прицеп, поворот, радиус, транспортный коридор, оптимизация.

UDC 631.372:629.114.2

A.N.Kushnarev, graduate student;

A. A. Shuravin, graduate student;

O.P. Mitrohina, Cand. Tech. Sci., Associate Professor;

N. P. Kidyayeva, Cand. Tech. Sci., Associate Professor;

E.S. Polikutina, Cand. Tech. Sci.;

S.V. Shchitov, Dr. Tech. Sci., Professor;

E.E. Kuznetsov, Dr. Tech. Sci., Associate Professor

STUDIES OF CURVILINEAR MOTION OF TRANSPORT UNITS

Abstract. Studies show that the movement associated with turns accounts for 20-25% of the route length when transporting agricultural goods from the fields. It should be noted that the conditions of agricultural roads, where transportation takes place, do not always meet the necessary safety requirements. In particular, the width of the carriageway does not allow the use of the most efficient multi-link tractor-transport units due to the impossibility of fulfilling turns with a long tractor train units as it causes the increase of the transport corridor width and creates unfavorable conditions for the safe oncoming traffic movement. Thus, it becomes necessary to reduce the transport corridor width in conditions of small radius turns, which is possible due to the design optimization and the technological parameters expansion of the towing devices of the trailed links of tractor-transport units. The article presents theoretical and experimental studies of the device designed to optimize the transport corridor of multi-link tractor-transport units.

Key words: tractor, trailer, turn, radius, transport corridor, optimization.

Введение. Результаты работ авторов [2,3], посвящённых исследованиям в области применения технологий возделывания сельскохозяйственных культур, подтверждают, что на долю транспортно-технологического обеспечения приходится до 50-70% всего объёма выполняемых операций. Поэтому, в зависимости от расстояния и используемой технологии, различают следующие виды перевозок: внутриусадебные, внутрихозяйственные

и внехозяйственные [4]. Как показывают проведенные исследования, основная доля транспортных работ приходится именно на внутрихозяйственные перевозки, которые по удельному весу составляют до 65-70% по объёму и до 30% по грузообороту всех сельскохозяйственных перевозок. В сельскохозяйственном производстве перевозки по срочности и периодичности подразделяются на две основные группы: грузы, подлежащие транспортировке в

ограниченные сроки, которые лимитируются агротехнологическими требованиями (либо скоропортящиеся) и грузы, перевозка которых может быть осуществлена в более длительные сроки.

Как правило, перемещение грузов, подлежащих перевозке для нужд сельхозтоваропроизводителей в ограниченные сроки, осуществляется по грунтовым сельскохозяйственным дорогам, имеющим низкий коэффициент сцепления или слабое дорожное покрытие гравийного типа в межсезонный период вследствие обильного количества выпадающих осадков, что характерно для условий Амурской области.

В крестьянско-фермерских хозяйствах (КФХ), на долю которых приходится до 27% всей продукции растениеводства, перевозку означенных грузов осуществляют, в основном, при помощи колёсных тракторов, агрегатированных прицепами. При этом необходимо отметить, что ширина проезжей части на таких дорогах, принадлежащих к пятой технической категории, составляет до 4,5 метров при двухполосном движении и не отвечает предъявляемым требованиям, являясь основной причиной, не позволяющей использовать одновременно несколько прицепов в составе многозвенного ТГА.

Это объясняется тем, что при движении в поворотах увеличивается ширина

транспортного коридора, что, в конечном итоге, влияет на безопасность движения. Поэтому исследования, посвященные эффективности тракторно-транспортных агрегатов при использовании многозвенных тракторных поездов являются актуальными. Добиться этого возможно за счёт использования специальных тягово-сцепных устройств оригинальной конструкции, позволяющих оптимизировать ширину транспортного коридора в движении.

Целью данной работы является повышение эффективности использования тракторно-транспортных агрегатов за счёт использования многозвенных поездов.

Условия и методы исследования. Экспериментальные исследования по использованию многозвенных тракторно-транспортных агрегатов проводились в реальных условиях непосредственной эксплуатации в Благовещенском районе Амурской области. В качестве объекта исследования был применён трактор класса 1,4 и прицеп 2ПТС-4 в серийном варианте исполнения, обычно используемом для перемещения грузов в небольших КФХ. Для сравнения, на опытном ТГА, который был также сформирован на базе колёсного трактора класса 1,4 и прицепа 2ПТС-4, было установлено устройство (рис.1), позволяющее оптимизировать ширину транспортного коридора.



Рис. 1. Общий вид и установочные режимы устройства для снижения радиуса поворота прицепа.

Теоретические исследования проводились с использованием математических методов, а также основных положений теоретической и прикладной механики [5,6]. При проведении экспериментальных исследований использовался метода планирования многофакторного эксперимента и математического моделирования [1].

Анализ и обработка данных, полученных в результате исследований осуществлялись с использованием методов математической статистики, с использованием ПК и программ «Excel», «KPS», «Statistika-7,0». Фрагмент проведения производственных экспериментов представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Фрагмент проведения экспериментов.

Результаты исследований. Конструктивной особенностью при движении тракторно-транспортных агрегатов, агрегатированных колёсными тракторами класса 1,4 является то, что в повороте трансмиссионной группой автоматически отключается блокировка колёс, что резко снижает его тягово-сцепные качества. Для устранения данного недостатка, при использовании данных исследований [7,8,10], предложено гидрорегулируемое

буксирно-догружающее устройство по патенту РФ [9], ранее представленное на рисунке 1, позволяющее перемещать точку прицепа с одновременным догрузением колеса, находящегося в условиях сниженных сцепных качеств.

При работе устройства, как показали проведённые исследования, перемещение точки прицепа происходит по 1/4 дуге окружности (рис. 3).

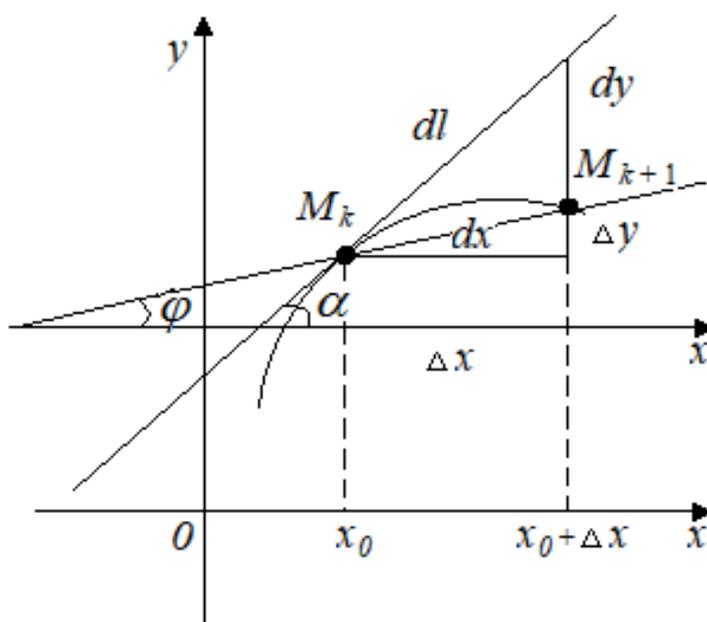


Рис. 3. Схема геометрического смысла производной.

dl - дифференциал длины дуги; dx - дифференциал аргумента; dy - дифференциал функции; Δx - приращение аргумента; Δy - приращение функции; φ - угол между секущей и плоскостью; α - угол между касательной и плоскостью.

Для нахождения длины дуги, представляющей траекторию, формируемую при работе устройства, воспользуемся параметрическими уравнениями окружности:

$$\begin{cases} x = R \cdot \cos t, \\ y = R \cdot \sin t, \end{cases} \quad 0 \leq t \leq \frac{\pi}{2}. \quad (1)$$

Определим пределы интегрирования

$$\begin{array}{l} R = R \cos t \\ \cos t = 1 \\ t_1 = 0 \end{array} \quad / \quad \begin{array}{l} 0 = R \cos t \\ \cos t = 0 \\ t_2 = \frac{\pi}{2} \end{array}$$

Следовательно, $0 \leq t \leq \frac{\pi}{2}$

Исходя из геометрического смысла дифференциал дуги кривой (рисунок 3) можно утверждать, что

$$l_{\text{дуги}} = \int_a^b \sqrt{(\varphi'(t))^2 + (\psi'(t))^2} dt = l(b) - l(a) \tag{2}$$

Зная, что $\begin{cases} dx = -R \cdot \sin t, \\ dy = R \cdot \cos t, \end{cases}$ и применяя формулу (2), получим

$$\begin{aligned} l &= \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{(-R)^2 \cos^2 t + R^2 \sin^2 t} dt = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{R^2 (\cos^2 t + \sin^2 t)} dt = \\ &= \int_0^{\frac{\pi}{2}} R dt = R t \Big|_0^{\frac{\pi}{2}} = R \left(\frac{\pi}{2} - 0 \right) = \frac{R\pi}{2} \end{aligned} \tag{3}$$

Таким образом, в общем случае ширину транспортного коридора, образуемо-

го трактором и прицепом, можно определить по уравнению

$$H = R_{\text{нм}} - R_{\text{ен}} \tag{4}$$

где $R_{\text{нм}}$ - наружный радиус поворота трактора, м;

$R_{\text{ен}}$ - радиус поворота прицепа. Этот эффект возможно получить за счёт смещения точки сцепления прицепа с трактором.

$R_{\text{ен}}$ - внутренний радиус поворота прицепа, м.

Величина перемещения точки прицепа относительно трактора определится на основании проведённых теоретических исследований следующим образом.

Уравнение (4) показывает, что для снижения ширины транспортного коридора необходимо снизить внутренний ра-

$$L_1 = L \cdot \cos \alpha = \int_0^{\frac{\pi}{2}} R \cos \alpha dt = R \cos \alpha \cdot t \Big|_0^{\frac{\pi}{2}} = R \cdot \cos \alpha \left(\frac{\pi}{2} - 0 \right) = \frac{R \cos \alpha \pi}{2} \tag{5}$$

Тогда ширина транспортного коридора будет равна

$$H = R_{\text{нм}} - \left(R_{\text{ен}} + L_1 \right) = R_{\text{нм}} - \left(R_{\text{ен}} + \frac{R \cos \alpha \pi}{2} \right) \tag{6}$$

Таким образом, использование предлагаемого устройства позволит снизить величину транспортного коридора за счёт увеличения внутреннего радиуса поворота прицепа.

Результаты экспериментальных исследований в виде 3D-моделей представлены на рисунке 4 и 5.

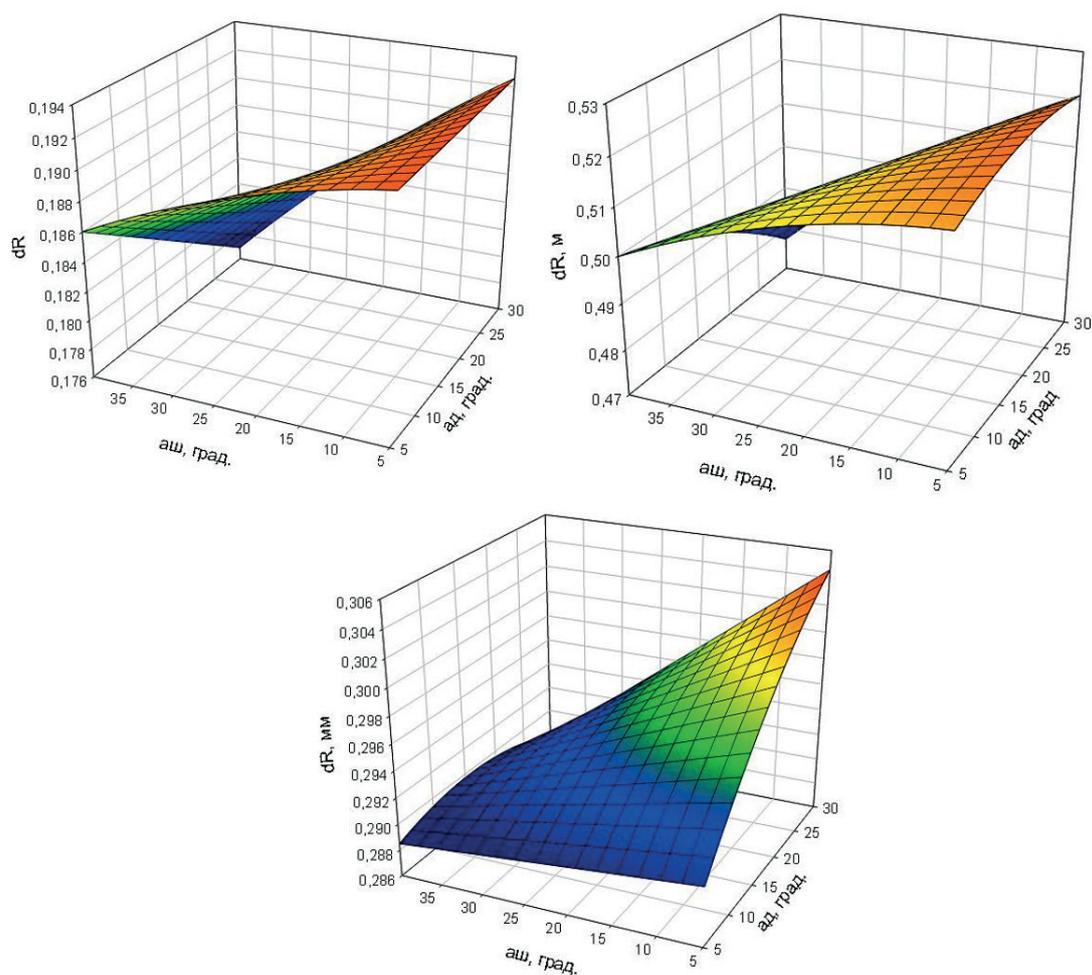


Рис. 4. Поверхности отклика (3D-модели) радиуса поворота ТТА в зависимости от конструктивно-технологических параметров предлагаемого устройства.

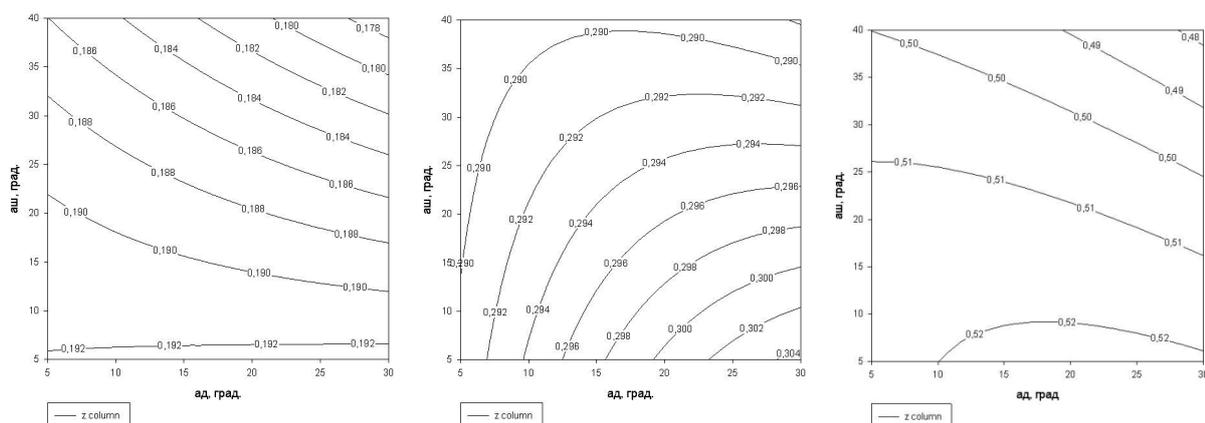


Рис. 5. Сечение поверхности отклика радиуса поворота ТТА в зависимости от конструктивно-технологических параметров предлагаемого устройства.

Заключение. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования позволили получить подтверждение, что использование предлагаемого устройства в виде тягово-сцепного устройства снижает радиус поворота экспериментального трактора по сравнению с серийным на 15-20% и уменьшает ширину транспортного коридора в зависимости от величины радиуса поворота дороги. Установленные результаты по уточнению теории

взаимодействия прицепных звеньев ТТА, оборудованного гидрорегулируемым буксирным устройством колёсного трактора, с поверхностью движения и изменяемым сцепным весом внедрены в технологию и используются в учебном процессе на кафедре транспортно-энергетических средств и механизации агропромышленного комплекса ФГБОУ ВО ДальГАУ.

Список литературы

1. Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский— Москва: Наука, 1976. - 279 с.
2. Алдошин, Н.В. Повышение производительности при перевозке сельскохозяйственных грузов / Н.В. Алдошин, А.С. Пехутов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. –2012. - №4. - С. 26-27.
3. Гуськов, Ю.А. Совершенствование сборочно-транспортного процесса и технических средств на заготовке грубых кормов: автореф. дис. на соиск. учёного степ. д-ра техн. наук: 05.20.01/ Гуськов Юрий Александрович; Новосиб. гос. аграр. ун-т.– Новосибирск, 2007. – 34 с.
4. Кузнецов, Е.Е. Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур: монография /Е.Е. Кузнецов, С.В. Щитов. – Благовещенск: изд-во ДальГАУ, 2017. - 272 с.
5. Способ корректирования траектории движения сельскохозяйственного транспортно-технологического комплекса / Е. Е. Кузнецов, З. Ф. Кривуца, А. Н. Кушнарев, С. Н. Марков // Актуальные вопросы науки и техники : сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-практ. конф. (Самара, 11 апреля 2019 г.). – Самара : Инновационный центр развития образования и науки (ИПРОН), 2019. – Вып. VI. – С. 26 - 29..
6. Кушнарев, А.Н. Совершенствование использования многозвенных тракторно-транспортных поездов / А.Н. Кушнарев, Е.Е. Кузнецов, З.Ф. Кривуца // Техника и оборудование для села. - 2020. - № 6 (276). - С.14-17. (журнал из перечня ВАК № 1905) - URL: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=9860>.
7. Щитов, С.В. Методологическое обоснование выбора конструкции устройств рационального перераспределения сцепного веса / С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов [и др.] // Электронный научно-производственный журнал «АгроЭкоИнфо». -2016. -№2 (24). - 24 с.
8. Худовец, В.И. Использование многоосных энергетических средств класса 1,4: Монография / В.И. Худовец, С.В. Щитов – Благовещенск, изд-во ДальГАУ, 2013. – 153 с.
9. Патент № 2728162. Гидрорегулируемое буксирное устройство колёсного трактора: № 2018114603: заявл. 13.07.2018 : опубл. 28.07.2020 / С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов Е.Е.; заявитель, патентообладатель Дальневосточный гос. агр. университет. - 10 с.
10. Shchitov, S.V. Increasing the Shallowness of the Wheeled Tractors / S.V. Shchitov, P.V. Tikhonchuk, I.V. Bumbar, Z.F. Krivuca, V.V. Samuilo, A.V. Yakimenko, O.P. Mitrokhina // Journal of Mechanical Engineering. -1752. 41 (2) (2018)-P.31-34.- <https://jmerd.org.my/Paper/2018%2C%20VOLUME%202%2C%20ISSUE%202/31-34.pdfnull>.

References

1. Adler, Yu. P., Markova, E.V., Granovskii, Yu.V. Planirovanie eksperimenta pri poiske optimal'nykh uslovii (Planning of the Experiment in the Search for Optimal Conditions), Moskva, Nauka, 1976, 279 p.
2. Aldoshin, N.V., Pekhutov, A.S. Povyslenie proizvoditel'nosti pri perevozke sel'skokhozyaistvennykh gruzov (Productivity Increase in the Transportation of Agricultural Cargo), *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva*, 2012, No 4, PP. 26-27.
3. Gus'kov, Yu.A. Sovershenstvovanie sborочно-transportnogo protsessa i tekhnicheskikh sredstv na zagotovke grubyykh kormov (Improvement of the Assembly and Transport Process and Technical Means for the Preparation of Roughage), avtoref. dis. na soisk. uchen. step. d-ra tekhn. nauk: 05.20.01, Gus'kov Yurii Aleksandrovich, Novosib. gos. agrar. un-t, Novosibirsk, 2007, 34 p.
4. Kuznetsov, E.E., Shchitov, S.V. Povyslenie effektivnosti ispol'zovaniya mobil'nykh energeticheskikh sredstv v tekhnologii vozdeystviya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur: monografiya (Efficiency Increase of the Use of Mobile Energy Resources in the Technology of Cultivating Agricultural Crops: Monograph), Blagoveshchensk, izd-vo Dal'GAU, 2017, 272 p.
5. Spособ korrektsirovaniya traektorii dvizheniya sel'skokhozyaistvennogo transportno-tekhnologicheskogo kompleksa (Correcting Method of the Movement Trajectory of the Agricultural Transport and Technological Complex), E. E. Kuznetsov, Z. F. Krivutsa, A. N. Kushnarev, S. N. Markov, Aktual'nye voprosy nauki i tekhniki, sb. nauch. tr. po itogam mezhdunar. nauch. - prakt. konf. (Samara, 11 aprelya 2019 g.), Samara, Innovatsionnyi tsentr razvitiya obrazovaniya i nauki (INRON), 2019, Vyp. VI, PP. 26 - 29.
6. Kushnarev, A.N., Kuznetsov, E.E., Krivutsa, Z.F. Sovershenstvovanie ispol'zovaniya mnogoosnykh traktorno-transportnykh poezdov (Improvement of the Use of Multi-Link Tractor-Transport Trains), *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*, 2020, No 6 (276), PP.14 – 17, URL:<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=9860>.
7. Shchitov, S.V., Kuznetsov, E.E. [i dr.] Metodologicheskoe obosnovanie vybora konstruktssii ustroystv ratsional'nogo pereraspredeleniya stsepnogo vesa (Methodological Substantiation of the Design Choice of Devices for Rational Redistribution of the Coupling Weight), *Elektronnyi nauchno-proizvodstvennyi zhurnal «AgroEkoInfo»*, 2016, No 2 (24), 24 p.
8. Khudovets, V.I., Shchitov, S.V. Ispol'zovanie mnogoosnykh energeticheskikh sredstv klassa 1,4: Monografiya (The Use of Multiaxial Power Facilities of Class 1.4: Monograph), Blagoveshchensk, izd-vo Dal'GAU, 2013, 153 p.
9. Patent № 2728162. Gidroreguliruemoe buksirnoe ustroystvo kolesnogo traktora: № 2018114603, zayavl. 13.07.2018, opubl. 28.07.2020 (Hydro-adjustable Towing Device of a Wheeled Tractor: No. 2018114603: appl. 07/13/2018: publ. 07/28/2020), C.V. Shchitov, E.E. Kuznetsov, zayavitel', patentoobladatel' Dal'nevostochnyi gos. agr. universitet, 10 p.
10. Shchitov, S.V, Tikhonchuk, P.V., Bumbar, I.V., Krivuca, Z.F., Samuilo, V.V., Yakimenko, A.V., Mitrokhina, O.P. Increasing The Shallowness of the Wheeled Tractors, *Journal of Mechanical Engineering*, 1752, 41 (2), (2018), PP. 31-34, <https://jmerd.org.my/Paper/2018%2C%20VOLUME%202%2C%20ISSUE%202/31-34.pdfnull>.

Информация об авторах

Кушнарев Алексей Николаевич, аспирант, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, E-mail: leha.kushnarev.79@gmail.com

Шуравин Александр Александрович, аспирант, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, E-mail: sh.aleksandr.2019@mail.ru

Митрохина Олеся Павловна, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, E-mail: m.o.p80@mail.ru

Кидяева Наталья Петровна, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, E-mail: kidyayeva.n@yandex.ru

Поликутина Елена Сергеевна, канд. техн. наук, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, E-mail: ji.tor@mail.ru;

Щитов Сергей Васильевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, тел. 8(4162)99-51-79, E-mail: shitov.sv1955@mail.ru

Кузнецов Евгений Евгеньевич, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, тел. 8(4162)53-93-65, E-mail: ji.tor@mail.ru

Information about the authors

Aleksei N. Kushnarev, graduate student; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnicheskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; e-mail: leha.kushnarev.79@gmail.com

Aleksandr A., Shuravin, graduate student; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnicheskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; e-mail: sh.aleksandr.2019@mail.ru

Olesya P. Mitrohina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnicheskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; e-mail: m.o.p80@mail.ru

Natalia P. Kidyayeva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnicheskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; e-mail: kidyayeva.n@yandex.ru

Elena S. Polikutina, Candidate of Technical Sciences; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnicheskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; e-mail: ji.tor@mail.ru;

Sergey V. Shchitov, Doctor of Technical Sciences, Professor; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnicheskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; e-mail: shitov.sv1955@mail.ru;

Evgeny E. Kuznetsov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnicheskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia; e-mail: ji.tor@mail.ru.

УДК 631.37

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-1-108-112

Шишлов С.А., д-р техн. наук, профессор;**Шишлов А.Н.**, канд. техн. наук, доцент;**Чугаева Н.А.**, канд. биол. наук, доцент

ДЕФОРМАЦИЯ ПОЧВЫ КЛИНОВИДНЫМИ ПОЧВОЗАЦЕПАМИ

© Шишлов С.А., Шишлов А.Н., 2021

Резюме. В статье представлены некоторые результаты теоретических и экспериментальных исследований деформации почвы клиновидными почвозацепами. Установлено, что до момента срыва почвы по вершинам почвозацепов ее деформация по глубине под действием усилия от наклонной упорной поверхности почвозацепа описывается законом, аналогичным распределению напряжений по высоте упорной поверхности. Это послужило основанием для определения касательной силы тяги, реализуемой за счет деформации почвы клиновидным почвозацепом. Анализ уравнения касательной силы тяги дает возможность обоснования оптимального значения угла наклона упорной поверхности почвозацепа.

Ключевые слова: почва, почвозацеп, деформация, тягово-сцепные свойства, касательная сила тяги.

UDC 631.37

S.A. Shishlov, Dr. Tech. Sci., Professor;**A.N. Shishlov**, Cand. Tech. Sci., Associate Professor;**N.A. Chugaeva**, Cand. Biol. Sci., Associate Professor

DEFORMATION OF THE SOIL BY WEDGE-SHAPED GROUSERS

Abstract. The article presents some results of theoretical and experimental studies of soil deformation by wedge-shaped grousers. It is established that until the soil failure on the top of grousers, its deformation along the depth under the force action from the inclined thrust surface is described by a law similar to the tension distribution along the thrust surface height. This was the basis for determining of the tangential traction force realized due to the soil deformation by a wedge-shaped soil grouser. Analysis of the equation of tangential traction force makes it possible to justify the optimal value of the inclination angle of the thrust surface of the soil grouser.

Key words: soil, grouser, deformation, traction properties, tangential traction force.

Введение. Почва – дискретная многофазная среда, которая характеризуется составом, многоуровневой структурой, физико-механическими свойствами, а также способностью воспринимать и пе-

редавать механические воздействия деформатора. При взаимодействии с почвой движителей сельскохозяйственных машин и мобильных энергетических средств характер деформации почвы во многом

определяет тягово-цепные свойства и, как следствие, возможность передвижения агрегата и осуществления им агротехнических операций [2, 3, 1].

Цель работы – определение касательной силы тяги на основе характера деформации почвы клиновидными почвозацепами гусеничного движителя.

Условия и методы исследования. Объектом исследования являлся движитель гусеничного трактора с клиновидными почвозацепами. Методика исследования базировалась на основных закономерностях деформации и физико-механических свойствах почв при воздействии на них движителей машин.

Результаты исследований. В рассматриваемом случае деформатором является упорная поверхность клиновидного почвозацепа, передающая энергию воз-

действия на почву, которая преобразуется в поглощенную энергию уплотнения почвы. Процесс поглощения энергии сопровождается распространением в почве волн деформаций и напряжений, передающихся от верхних слоев к нижним, ослабевающая по глубине вследствие наличия трения между частицами почвы и снижения подводимых энергетических импульсов. Приведенные рассуждения позволяют предположить, что закономерность линии, ограничивающей деформацию почвы по глубине, адекватна закону распределения нормальных напряжений по высоте почвозацепа [4]. Возникающая при этом касательная сила тяги пропорциональна объему почвы, деформируемому упорной поверхностью почвозацепа. Графически это положение представлено на рисунке 1, где α - угол при вершине почвозацепа, φ - угол внутреннего трения почвы.

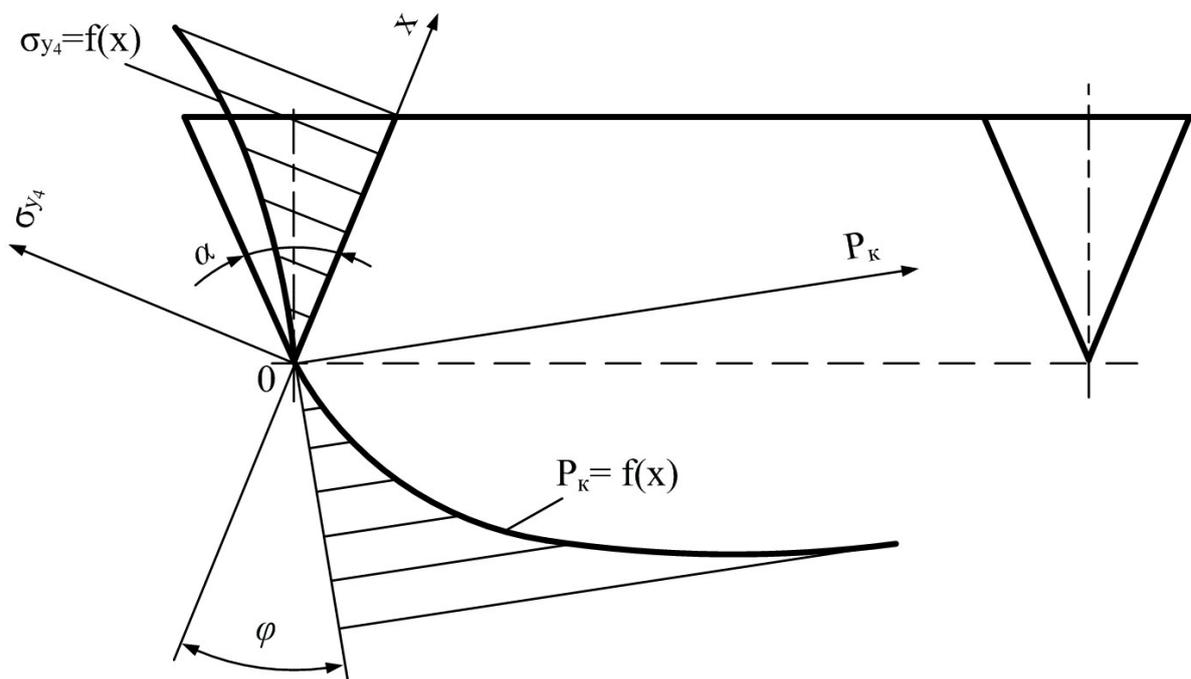


Рис. 1. Закономерности изменения напряжения (σ_{y4}) и касательной силы тяги (P_k) по высоте клиновидного почвозацепа.

С учетом геометрических параметров движителя, физико-механических свойств почвы, закона распределения напряжений, описываемого полиномом чет-

вертого порядка, величину касательной силы тяги, реализуемой движителем от деформации почвы клиновидными почвозацепами, можно определить из уравнения

$$P_k = \frac{a_4 \cdot l^2 \cdot h \cdot n \cdot (b \cdot \cos \frac{\alpha}{2} - h)}{\varepsilon \cdot \delta \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}, \quad (1)$$

где α – погонная плотность почвы по глубине,

l – длина опорной поверхности движителя,

h – высота почвозацепа,

n – количество почвозацепов в зацеплении с почвой,

b – ширина почвозацепа,

ε – коэффициент бокового расширения почвы,

δ – буксование движителя.

Для экспериментальной проверки предложенной гипотезы нами проведены исследования с помощью метода «песчаных столбиков», позволяющего наглядно оценить характер деформации почвы упорной поверхностью почвозацепа.

Результаты исследования показывают, что процесс смятия почвы упорной

поверхностью клиновидного почвозацепа (рис. 2) происходит по сдвиговым площадкам, которые образуются по глубине, описывая линию, отображающую закон изменения напряжений на упорной поверхности почвозацепа (рис. 1), повернутую на 90 градусов с учетом угла внутреннего трения почвы φ .

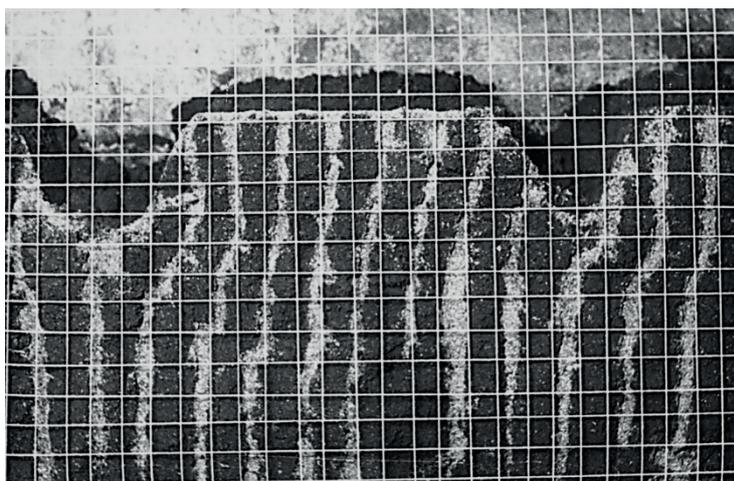


Рис. 2. Смятие почвы упорной поверхностью почвозацепов.

На основании прямой пропорциональной зависимости между напряжениями и величиной касательной силы тяги можно сделать заключение, что ее величина является функцией объема почвы, деформируемого упорной поверхностью почвозацепа.

Уплотнение почвы происходит до тех пор, пока сдвигающие напряжения в почве по вершинам почвозацепов не достигнут величины предела ее прочности на сдвиг (рис. 3).

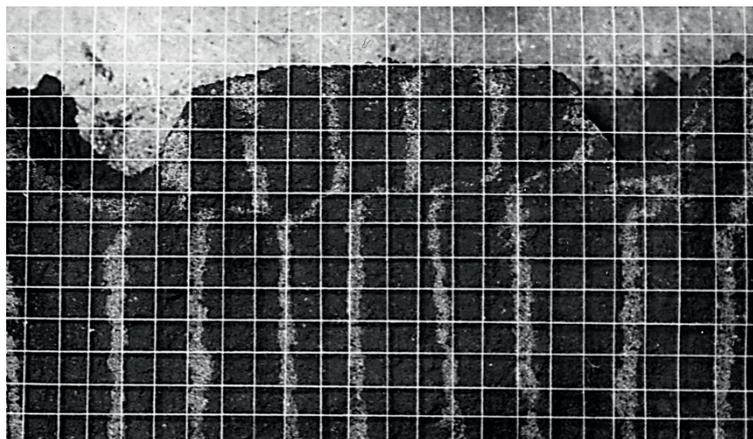


Рис.3. Срыв почвы по вершинам почвозацепов.

В этом случае происходит срыв почвы по вершинам почвозацепов, возрастает величина буксования, что приводит к снижению касательной силы тяги движителя.

Исследуя на экстремум уравнение (1), определим значение угла, при котором деформируется наибольший объем почвы, и касательная сила тяги достигает максимального значения

$$\frac{d^2 P_k}{d\alpha^2} = 0. \quad (2)$$

Решая уравнение (2), получим

$$\alpha = 2 \arccos \frac{2h}{b}. \quad (3)$$

Вывод. Проведенные исследования показывают, что закон изменения касательной силы тяги адекватен закону изменения напряжений на упорной поверхности клиновидного почвозацепа движителя

гусеничного трактора. Величина касательной силы тяги является функцией объема почвы, деформируемого упорной поверхностью почвозацепа.

Список литературы

1. Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур: монография / Е.Е. Кузнецов, С.В. Щитов / Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Благовещенск: Изд-во Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2017. – 272 с.
2. Шишлов, С.А. Фрикционно-адгезионные свойства почв Приморского края, влияющие на работу машин / С.А. Шишлов, А.Н. Шишлов, П.В. Тихончук, С.В. Щитов, А.Б. Жирнов // Научное обозрение. – 2016. - №17. – С. 102 – 106.
3. Шишлов, С.А. Разрушение почвы почвозацепами гусеничного движителя / С.А. Шишлов, А.Н. Шишлов // Аграрный вестник Приморья. – 2019. - №1(13). – С. 40 – 41.
4. Шишлов, С.А. Напряжения на упорной поверхности почвозацепа гусеничного движителя / С.А. Шишлов, А.Н. Шишлов, М.С. Шапарь // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. - №3 (47). – С. 141 – 144.

References

1. Povysheniye effektivnosti ispol'zovaniya mobil'nykh energeticheskikh sredstv v tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: monografiya (The efficiency increase of the use of mobile energy resources in the technology of cultivation of agricultural crops: monograph), E.E. Kuznetsov, S.V. Shchitov, Dal'nevost. gos. agrar. un-t, Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'nevost. gos. agrar. un-ta, 2017, 272 p.
2. Shishlov, S.A. Friksionno-adgezionnyye svoystva pochv Primorskogo kraya, vliyayushchiye na rabotu mashin (Friction and adhesion properties of soils in Primorsky Krai, affecting the operation of machines), S.A. Shishlov, A.N. Shishlov, P.V. Tikhonchuk, S.V. Shchitov, A.B. Zhirnov, Nauchnoye obozreniye, 2016, No 17, PP. 102 - 106.
3. Shishlov, S.A. Razrusheniye pochvy pochvozatsepami gusenichnogo dvizhitelya (Destruction of the soil with the ground locks of the caterpillar mover), S.A. Shishlov, A.N. Shishlov, Agrarnyy vestnik Primor'ya, 2019, No 1(13), PP. 40 – 41.
4. Shishlov, S.A. Napryazheniya na upornoй poverkhnosti pochvozatsepa gusenichnogo dvizhitelya (Tensions on the persistent surface of the track carrier), S.A. Shishlov, A.N. Shishlov, M.S. Shapar, Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik, 2018, No 3 (47), PP. 141 – 144.

Информация об авторах

Шишлов Сергей Александрович, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО Приморская государственная сельскохозяйственная академия, контактная информация: 89146705133; e-mail: sergey_a_shishlov@mail.ru;

адрес: 692527, Приморский край, г. Уссурийск, ул. Андрея Кушнера, д. 20, кв. 45.

Шишлов Александр Николаевич, доцент, канд. техн. наук, ФГБОУ ВО Приморская государственная сельскохозяйственная академия, доцент, кандидат технических наук, контактная информация: тел. 89147113020; e-mail: sergey_a_shishlov@mail.ru;

Чугаева Наталья Александровна, доцент, кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО Приморская государственная сельскохозяйственная академия, декан института животноводства и ветеринарной медицины, контактная информация: тел. 89146705133; e-mail: sergey_a_shishlov@mail.ru.

Information about authors

Sergey A. Shishlov, Doctor of Technical Sciences, Professor; Primorskaya State Academy of Agriculture; Ussuriisk, Primorsky Krai, Russia; E-mail: sergey_a_shishlov@mail.ru;

Aleksandr N. Shishlov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; Primorskaya State Academy of Agriculture; Ussuriisk, Primorsky Krai, Russia; e-mail: sergey_a_shishlov@mail.ru;

Natalia A. Chugaeva, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor; Primorskaya State Academy of Agriculture; Ussuriisk, Primorsky Krai, Russia, e-mail: sergey_a_shishlov@mail.ru;

ПАМЯТИ УЧЕНОГО



**Киселев
Евгений Петрович**

16 марта 2021 года ушел из жизни Киселев Евгений Петрович – академик Российской академии наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела селекции и семеноводства полевых культур Дальневосточного НИИ сельского хозяйства ХФИЦ ДВО РАН, крупный ученый по проблемам картофелеводства, овощеводства, экологии природопользования, защиты растений и технологии возделывания сельскохозяйственных культур на Дальнем Востоке.

Евгений Петрович родился 6 января 1939 года в с. Белоногово Амурской области. Окончил Ленинградский сельскохозяйственный институт, заочную аспирантуру Всесоюзного института растениеводства (г. Ленинград). Стажировался в ГДР (институт картофелеводства, г. Росток).

Вся жизнь и научная деятельность Евгения Петровича неразрывно связана с Дальним Востоком. Евгений Петрович разработал теорию создания сортов картофеля для дальневосточной зоны с учетом особенностей климата региона (патент РФ). Благодаря методикам, методам и схемам селекционного процесса при непосредственном участии Е.П. Киселева создано 30 сортов, из них районировано 15. Евгений Петрович сформулировал основные положения производства семенного картофеля

с учетом высокой агрессивности патогенов в Дальневосточном регионе. Непосредственно участвовал в разработке и совершенствовании гребне-грядовой технологии возделывания картофеля, в том числе нового комплекса машин и приемов, направленных на получение высокого урожая с минимальными затратами. Подготовил и апробировал спецкурс «Овощеводство, плодородство и защита растений» для студентов вузов Дальнего Востока.

Евгений Петрович создал школу по приоритетным направлениям селекции картофелеводства, овощеводства и плодородства, под его руководством подготовлены и защищены 10 докторских и 40 кандидатских диссертаций по сельскохозяйственным наукам.

Евгений Петрович опубликовал 22 работы монографического характера по селекции и технологии возделывания картофеля. Он автор и соавтор более 350 научных статей, опубликованных в различных российских и зарубежных изданиях, 26 учебных пособий для студентов вузов Дальнего Востока, им получено 6 авторских свидетельств и 3 патента на сорта. Работы Евгения Петровича известны за рубежом, они переданы в библиотеки НИИ Канады, США, Японии, Китая.

Евгений Петрович Киселев награжден орденами «Почета», «Дружбы», медалями «За освоение целинных земель», «Ветеран труда», «40 лет Россельхозакадемии», присвоено звание «Изобретатель СССР». Награжден Почетными грамотами: ВАСХНИЛ, СО ВАСХНИЛ, Россельхозакадемии, правительства Хабаровского края.

ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ, ПУБЛИКУЕМЫМ В ЖУРНАЛЕ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК»

Редакция журнала принимает статьи по следующим научным специальностям и соответствующим отраслям наук:

- 05.20.01** – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки);
- 06.01.01** – Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки);
- 06.01.05** – Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений (сельскохозяйственные науки);
- 06.01.07** – Защита растений (сельскохозяйственные науки);
- 06.02.01** – Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных (ветеринарные науки);
- 06.02.08** – Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технологии кормов (сельскохозяйственные науки);
- 06.02.09** – Звероводство и охотоведение (биологические науки)

Статьи должны содержать результаты неопубликованных законченных научных исследований, предназначенные для использования в практической работе специалистами сельского хозяйства, либо представлять для них познавательный интерес.

В статье, представляемой в вышеуказанный раздел должны сжато и четко излагаться современное состояние вопроса, описание методики исследования и обсуждение полученных данных. Заглавие статьи должно полностью отражать ее содержание.

Основной текст экспериментальных статей необходимо структурировать, используя подзаголовки соответствующих разделов: методика, результаты и обсуждение, заключение или выводы, Библиографический список.

Печатный оригинал статьи должен содержать УДК статьи, название, фамилии и инициалы авторов, их ученые степени и звания (при наличии), ключевые слова, реферат (ГОСТ Р 7.0.99-2018).

Рекомендуемый объем реферата 1000 – 2000 знаков (200 – 250 слов). В начале не повторяется название статьи. Структура реферата кратко отражает структуру работы. Вводная часть минимальна. Место исследования уточняется до области (края). Изложение результатов содержит конкретные сведения (выводы, рекомендации и т.п.).

Авторы представляют (одновременно):

– **статью** объемом не более 15 страниц машинописного текста через двойной интервал (ГОСТ 7.89-2005) в печатном виде – 2 экземпляра, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного листа формата А4, подписанную на последнем листе второго экземпляра всеми авторами или сопроводительное письмо за подписью руководителя организации (учреждения), в которой работает автор(ы), представляющий статью;

– **иллюстрации** к статье (при наличии) представляются в электронном виде, в стандартных графических форматах; линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы; таблицы – в редакторе MS Word или MS Excel, диаграммы – только в MS Excel, формулы – в стандартном редакторе формул MS Equation.

– **сведения об авторе** (ах) (на отдельном листе или в конце статьи) в произвольной форме в печатном виде: Ф.И.О., место работы, должность, ученое звание, степень, контактную информацию (телефон, e-mail, почтовый адрес для отправки печатной версии журнала);

– желательно – фотографии автора (ов) любого формата (либо электронным файлом в стандартных графических редакторах на магнитных или лазерных носителях, либо по вышеуказанным адресам e-mail);

Библиографический список должен быть оформлен согласно ГОСТ Р 7.0.100–2018 в виде общего списка в АЛФАВИТНОМ порядке, в тексте указывается ссылка с номером в квадратных скобках.

Пакет документов в соответствии с требованиями журнала, направляется в электронном виде на почту редакции журнала **DVagrovestnik@dalgau.ru**.

Оригиналы документов направляются почтой в адрес редакции журнала.

Оригиналы статей, электронные носители и фотографии автору не возвращаются.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, каб. 301,
редакция журнала «Дальневосточный аграрный вестник»;

тел. (факс) (4162)995127

тел. (4162)995115 – главный редактор; e-mail: tikhonchukp@rambler.ru;

тел. (4162)995147 – редакция журнала; e-mail: DVagrovestnik@dalgau.ru

THE REQUIREMENTS APPLIED TO THE ARTICLES BEING PUBLISHED IN THE FAR EASTERN AGRARIAN HERALD

The Editorial Board invites researchers to submit their articles for publication on the following special-ties and branches of science:

05.20.01 - Agricultural Mechanization Engineering (Technical Sciences)

01.06.01 - General Agriculture and Plant Cultivation (Agricultural Sciences)

01.06.05 - Selection and Seed Farming of Agricultural Plants (Agricultural Sciences)

01.06.07 - Plant Protection (Agricultural Sciences)

06.02.01 - Animal Disease Diagnostics, Animal Therapy, Pathology, Oncology and Animal Morphology (Vet-erinary Sciences)

06.02.08 - Forage Production, Farm Animal Feeding and Forage Technology (Agricultural Sciences)

06.02.09 - Commercial Breeding of Fur Animals and Game Management (Biological Sciences)

The article presented in the above mentioned part must in concise and precise form give a modern state of the question, description of the methods and discussion of the obtained data. The heading of the article must completely reflect its content.

The main text of experimental articles should be structured with the use of subtitles of the correspondent parts: methods, results and discussion, conclusions, list of literature.

The printed article original must contain UDC (Universal Decimal classification) of the article, name, surnames and initials of the authors, their academic degrees and statuses (if there are any), key words, abstract (GOST R 7.0.99-2018).

The recommended volume of an abstract is 1000 – 2000 characters (200 – 250 words). In the beginning of the abstract the name of the article shall not be repeated. The structure of the abstract shall concisely reflect the structure of article. The preface is minimal. The place of research shall be detailed up to region. The statement of the results shall contain concrete information (conclusions, recommendations and so on).

The authors shall present (at one time):

– **the article**, volume is within 15 typescript pages, double spacing (GOST 7.89-2005) in printed form – 2 copies without manuscript notes, on one side of the standard sheet, size A4, signed on the last sheet of the second copy by all the authors or covering letter signed by the head of the organization where the author (authors) of the article works;

– **illustration** for an article (if available) shall be presented in e-copy form in standard graphic formats; the lines and drawings in the file must be grouped; tables – in MS Word or MS Excel, diagrams – only in MS Excel, formulas – in the standard formula editor MS Equation.

– **information about author** (authors) (on the separate sheet or in the end of the article) in free printed form: name and given names, place of employment, position, academic status, degree, contact information (telephone, e-mail, postal address for sending printed version of the journal);

– advisable – author (s) photos of any size (or e-file in standard graphic editors on magnetic or laser medium to the above said e-mail addresses);

The list of literature must be arranged in accordance with GOST R 7.0.100–2018 as a general list in alphabetic order, the References with number shall be indicated in the text in the square brackets.

A package of documents in accordance with the requirements of the journal is sent electronically to the post office of the journal **DVagrovestnik@dalgau.ru**.

Original documents are sent by mail to the editorial office.

Article originals, e-copies and photos shall not be returned to the authors.

EDITORIAL OFFICE ADDRESS:

86, Polytechnicheskaya Str., Blagoveshhensk, Amur Region, 675000, editorial office of the Journal «Far East Agrarian Herald»;

Tel. (fax): (4162)995127

Tel. (4162) 995115 – Editor-in-Chief; e-mail: tikhonchukp@rambler.ru;

Tel. (4162) 995147 – Editorial Office; e-mail: DVagrovestnik@dalgau.ru